

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**BIOLOGIA POPULACIONAL E CLASSIFICAÇÃO ETÁRIA DO ROEDOR  
SUBTERRÂNEO TUCO-TUCO *Ctenomys minutus* NEHRING, 1887  
(RODENTIA, CTENOMYIDAE) NA PLANÍCIE COSTEIRA DO  
RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

**MIRIAM BENICIO DA FONSECA**

**Porto Alegre, agosto de 2003**

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

**BIOLOGIA POPULACIONAL E CLASSIFICAÇÃO ETÁRIA DO ROEDOR  
SUBTERRÂNEO TUCO-TUCO *Ctenomys minutus* NEHRING, 1887  
(RODENTIA, CTENOMYIDAE) NA PLANÍCIE COSTEIRA DO  
RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

**MIRIAM BENICIO DA FONSECA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Thales R. O. de Freitas

Comissão Examinadora:

Prof. Dra. Helena de Godoy Bergallo

Prof. Dra. Sandra Maria Hartz

Prof. Dr. Émerson M. Vieira

Porto Alegre, agosto de 2003

***Para meu pai, Juarez Benicio da Fonseca,  
que sempre continuará comigo.***

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Thales R. O. de Freitas, que antes de orientador já era amigo, por me estimular com um convite a enfrentar, após 11 anos de formada, a seleção e o curso de mestrado, pela orientação e auxílio, pela boa conversa, pelos maravilhosos churrascos nos trabalhos de campos, e, além de tudo, pela confiança depositada em todas as “invenções” durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia pela oportunidade de realizar este trabalho e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo auxílio financeiro para a realização das amostragens e participação em congressos. Ao GENOTOX – Laboratório de Genotoxicidade, ao Projeto Tuco-Tuco, à FAPERGS e ao CNPq, pelo auxílio financeiro.

Aos Srs. Belmiro Weber, Zeferino Amaral e Marcelo Borsato (Fazenda Maribo), por permitirem gentilmente o acesso às suas propriedades para a realização das amostragens.

À Dra. Juliana da Silva, por ter me apresentado ao Thales, aos tuco-tucos, à Vanina e ao prazer das coletas acompanhadas de amigos nos campos ventosos da Planície Costeira e por ter me incentivado e encorajado com seu otimismo e sua alegria constantes a voltar meu interesse para a pesquisa e a realizar este trabalho. À Ms. Vanina Dahlström Heuser, por me convidar para participar de suas amostragens e generosamente me ensinar os segredos do dia-a-dia das capturas de tuco-tucos. À Ms. Lígia Tchaika, por compartilhar comigo todos os preparativos para as coletas, seus amigos coletores, as viagens sonolentas de madrugada e cansativas no final da tarde, os tucos, e, principalmente, os sempre divertidos momentos em campo.

A todos os 48 amigos que participaram das atividades de campo ao longo de 14 meses: Ana Tomazzoni, Ana Amélia Cavalcante, Bernardo Erdtmann, Camila Castilho, Carlos Preto, Carlos Ferreira, Charlis Raineiki, Clarice, Claus Pich, Cleidy Andretta, Cristiano Silveira, Denise Severo, Emanuel Heuser, Fernanda, Flávia Dias, Fritz Becker, Gislene Gonçalves, Gleomar Moschio, Helena Rolla, Izabel Villela, Jacira Silvano, Jaqueline Silveira, Jaqueline Cardoni, José Stows, Juliana da Silva, Juliano Silveira, Lidiane, Lígia Tchaika, Mariana Correa, Mayra Cavalcante, Miriana Machado, Miriam Melo, Patrícia Rodrigues, Priscila Silva, Rafael Rohers, Roberta Bandeira, Roger Krolow, Rosana, Roseli de Cândido, Roxana, Taisa, Tarik El Jundi, Tatiana Trigo, Thales Freitas, Urbano Bobadilla, Vanina Heuser e Vivian, por doarem seu tempo, energia e paciência na *cata de tuco-tuco na toca*. Sem o inestimável auxílio de vocês, este trabalho jamais poderia ter sido realizado!

Ao Dr. João A. P. Henriques, por compreender meu interesse em uma área de estudo diferente da de meu caminho profissional no GENOTOX – Laboratório de Genotoxicidade, e por todos estes 16 anos de amizade, trabalho conjunto e apoio incondicional. A todos os colegas do GENOTOX, em especial Gabriel Rübensam, Izabel Vianna Villela, Jaqueline de Deus Silveira, Márcia Fabiane da Silva Vaz, Roseli Oliveira de Cândido e Sueli Prates, por entenderem minhas

---

ausências durante a realização deste trabalho e por demonstrarem que a amizade é o mais importante em qualquer ambiente de trabalho. Foi sempre uma verdadeira alegria trabalhar com vocês!

À minha mãe Rosa Maria Benicio da Fonseca, meu pai Juarez Benicio da Fonseca, meu irmão Geraldo, Marina Dias e Vilma Toffanello, pelo amor, pelo apoio em todos os momentos, e por me mostrarem que o melhor caminho para a satisfação pessoal é o prazer de realizar qualquer atividade com gosto, critério, cuidado e responsabilidade. Mãe e Maninho, obrigada pela revisão crítica do texto.

Ao André Benicio, da AJB Comunicações, pela confecção das figuras sobre a história de vida dos tucos e todo o auxílio na diagramação e impressão deste trabalho.

À Ms. Márcia Silva de Castro, pela revisão gramatical do texto, e simplesmente por ser minha grande amiga durante estes últimos anos. E à Lisi (Lisiane Borges Meira), Mari (Mariangela Longhi) e Roche (Rochele Mallet Raupp-Yamamoto), que mesmo fora de Porto Alegre (ou do Brasil), estiveram comigo estes anos todos.

Aos meus amigos do Grupo Núcleo e do Grupo Periférico, para o convívio dos quais sempre fugi para receber doses extras de energia quando o cansaço me desanimava, o meu muito obrigado pelas longas horas de conversas, silêncios tranquilos e bobagens descontraídas que tivemos juntos.

À nova e queridíssima amiga Mônica Fagundes Acioli, pela cumplicidade, pelas boas horas de conversas e grandes gargalhadas que regaram nossos almoços e descontraíram as tensões do dia à dia no Campus do Vale. E aos amigos da turma de mestrado e doutorado em Ecologia de 2001: Ana Tomazzoni, Cristina Barbieri, Gustavo Irgang, Iury Accordi, Jacira Silvano, Luiz Ernesto Schmidt, Maurício Polidori, Sandra Ribeiro e Vidica Bianchi, por fazerem meu retorno ao estudo tão agradável e proveitoso durante estes anos de curso.

Aos meus sogros Dr. José Alberto de Melo Becker e Roseli Gertum Becker, que me acolheram como uma filha em sua família e, principalmente, em sua casa durante a maior parte do período de realização deste trabalho, e ao resto da *minha* família Becker: Clarissa e Nina, Bettina e Mimis, Mariana, Lisa e Carlos, por entenderem minhas ausências no convívio diário durante minha reclusão na *caverna*.

Ao meu amado Fritz (Bíol. Dr. Fernando Gertum Becker), por insistir durante tantos anos para que eu voltasse a estudar, pelas aulas, conversas e respostas às minhas perguntas intermináveis sobre ecologia, pelas longas e pacientes horas de discussão no desenvolvimento deste trabalho, pela leitura criteriosa do texto, pelas sugestões, incentivo e críticas às minhas “invenções” metodológicas, e, principalmente, pelo dobro, triplo e quádruplo de retribuição que eu já obtive...

## RESUMO

O roedor subterrâneo tuco-tuco *Ctenomys minutus* (Rodentia, Ctenomyidae) habita campos arenosos da Planície Costeira do RS. Esta espécie é uma das cinco existentes no Rio Grande do Sul (Brasil), ocorrendo desde o Farol de Santa Marta (SC) até São José do Norte (RS). O objetivo deste trabalho foi descrever a biologia populacional de *C. minutus* e desenvolver um método para classificação etária individual que utilize medidas corporais de fácil obtenção em campo. Foram realizadas 22 campanhas de amostragens em 14 meses em três locais de amostragem. Foram capturados 191 animais (73 machos e 118 fêmeas) e foram obtidas 39 recapturas ao longo do estudo. Os animais foram capturados com armadilhas Oneida Victor nº 0, anestesiados, marcados e soltos após serem tomadas medidas corporais de peso, comprimento total, comprimento da cauda e largura do dente incisivo. Durante os trabalhos, foram registradas evidências de atividade nas tocas, indicadas pelo bloqueio das aberturas das tocas após a colocação das armadilhas. Foi desenvolvido um método de classificação etária com base em diagramas de dispersão de pontos entre medidas corporais e sua associação com estado reprodutivo de fêmeas. Os resultados demonstram que a utilização de pelo menos duas medidas corporais, associadas às informações de estado reprodutivo permite a construção de um diagrama consistente com os dados biológicos obtidos em campo. Com base nesta constatação, é proposto o **Diagrama de Classificação Etária** que pode ser utilizado para quaisquer duas medidas, associado a dados de estado reprodutivo, podendo ser adaptado para outras espécies de tuco-tucos. Entretanto, o método deve ser aperfeiçoado para machos, possivelmente a partir de informações sobre estruturas reprodutivas internas. As classes etárias utilizadas foram *jovem*, *subadulto* e *adulto*. As fêmeas foram classificadas quanto ao estado reprodutivo em *não perfurada*, *perfurada*, *cicatrizada* e *prenhe*. O estado reprodutivo de machos não foi determinado porque estes não possuem testículos aparentes. A população de *C. minutus* estudada foi composta por 84,8 % de adultos, 9,4 % de subadultos e 5,8 % de jovens, com razão sexual nas fases jovem e subadulto de 1:1 e na fase adulta de 0,5 machos:1 fêmea. Há uma época

---

preferencial de acasalamento nos meses de inverno e de nascimentos no final do inverno e primavera. Entretanto, ocorrem indivíduos com atividade reprodutiva durante todas as estações do ano, porém em menor número. *Ctenomys minutus* atinge a maturidade sexual com aproximadamente seis ou sete meses de idade, com o comprimento do corpo por volta de 155 mm e a partir de 170 mm todos os indivíduos são considerados adultos. Os machos tendem a ser mais pesados que fêmeas de mesmo comprimento, principalmente a partir de 150 mm de comprimento de corpo. O tamanho aproximado de primeira maturação (início da fase adulta) é de 155 mm de comprimento do corpo. Com dados de captura-marcação-recaptura foi demonstrado que esta espécie pode viver até aproximadamente três anos. *Ctenomys minutus* é uma espécie solitária, que compartilha as galerias somente para o acasalamento e durante o cuidado das crias. Aparentemente, os machos não participam do cuidado da prole, uma vez que somente fêmeas foram capturadas na mesma toca que jovens. O menor número mínimo de indivíduos na população de um local de amostragem foi de 20 indivíduos (setembro/2001) e o maior foi de 39 indivíduos (março/2002). A densidade absoluta encontrada em cada dia de amostragem foi de no mínimo sete indivíduos/ha (janeiro/2002) e de no máximo 15 indivíduos/ha (setembro/2002). Não foram detectadas diferenças sazonais no padrão de atividade ( $IA_p$ ), nem no número mínimo de indivíduos na população ou na densidade absoluta (indivíduos/ha) da população estudada.

---

## ABSTRACT

The subterranean rodent tuco-tuco, *Ctenomys minutus* (Rodentia, Ctenomyidae) inhabits grasslands with sandy soils at the Coastal Plain of Rio Grande do Sul (RS). It is one of the five species occurring in RS, Brazil, and is distributed from Farol de Santa Marta (SC) to São José do Norte (RS). The objective of this work was to describe the population biology of *C. minutus* and to develop a method for individual age classification using body measurements that can be easily obtained in the field. A total of 22 sampling campaigns was done along 14 months on three sites. Two-hundred and thirty animals were captured (191 captures and 39 recaptures). The animals were captured by Oneida Victor nº traps, anaesthetised, marked and released after the body measurements (total weight, total length, tale length, incisive tooth width) were taken. Data on individual activity within tunnel were recorded by observing the aperture blocks after the traps were set. A method of age classification was developed based on scatter plots of body measurements and on data about female reproductive state. The results indicate that the utilisation of at least two body measurements and female reproductive state data allow the construction of a diagram consistent with field observations. Based on the results, it is proposed the Diagram of Age Classification, which can be constructed from any two body measurements in association with reproductive state data, and can be adapted to other “tuco-tuco” species. However, this method must be better developed for male age classification, probably using information from internal reproductive characteristics. The age classes employed were pup, sub-adult and adult. Females were assigned to different reproductive states: closed, opened, plugged e pregnant. The reproductive state of males was not determined because they do not present external testes. The studied *C. minutus* population was formed by 84.8% adults, 9.4% sub-adults and 5.8% pups. Sexual ratio in the pups and sub-adult classes was 1:1 and, 0.5 male:1 female in the adults. Mating occurs mainly in winter, and most of the births take place in late winter and spring. However, at least some reproductive individuals could be found all year round. *Ctenomys minutus* reaches sexual maturity at approximately 6 or 7 months old, with a

---

body length of *ca.* 155 mm. All individuals larger than 170 mm can be considered adults. Males tend to be heavier than females of the same length, particularly after 155 mm total length. Data from capture-mark-recapture indicated that individuals of this species can live to three years. *Ctenomys minutus* is a solitary species, with individuals sharing their galleries only for mating and during parental care. Males apparently do not take part on parental care, as only females were captured together with pups. The smaller minimum number of individuals in the population of a given site was 20 individuals (September/2001) and the larger was 39 individuals (March/2002). The absolute density observed in each sampling day varied from 7 individuals/ha (January/2002) to 15 individuals/ha (September/2002). No seasonal differences were observed in the activity pattern ( $IA_p$ ), or in the minimum number of individuals of the population or in population density (individuals/ha).

---

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
2.1 Objetivos gerais .....	20
2.2 Objetivos específicos .....	20
<b>3. ÁREA DE ESTUDO E LOCAIS DE AMOSTRAGEM</b> .....	<b>21</b>
3.1 Área de estudo .....	21
3.2 Locais de amostragem .....	22
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
4.1 Método de amostragem .....	27
4.2 Obtenção de dados .....	30
4.3 Determinação de classes etárias .....	32
4.4 Análise dos dados .....	33
<b>5. DETERMINAÇÃO DE CLASSES ETÁRIAS EM <i>Ctenomys minutus</i></b> .....	<b>37</b>
5.1 Resultados .....	37
5.1.1 Fêmeas .....	37
5.1.2 Machos .....	46
5.2 Discussão .....	49
<b>6. ESTRUTURA POPULACIONAL</b> .....	<b>57</b>
6.1 Resultados .....	57
6.2 Observações gerais de campo .....	75
6.2.1 Mudança na coloração da pelagem .....	75
6.2.2 Erupções na pele .....	76
6.2.3 Evidências de agressividade .....	77
6.2.4 Habilidade para natação .....	77
6.2.5 Possíveis predadores .....	78
6.3. Discussão .....	78

---

6.3.1 Avaliação do método de captura .....	78
6.3.2 Estrutura etária .....	81
6.3.3 Razão sexual .....	83
6.3.4 Estrutura de tamanhos .....	84
6.3.5 Reprodução .....	85
6.3.6 Número de indivíduos e densidade .....	91
6.3.7 Estrutura social .....	93
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>95</b>
<b>8. PERSPECTIVAS .....</b>	<b>97</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribuição geográfica do gênero *Ctenomys* na América do Sul e das cinco espécies existentes no Rio Grande do Sul, Brasil. .... 14
- Figura 2.** Exemplares de *Ctenomys minutus* capturados durante os trabalhos (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 16
- Figura 3.** Detalhe da boca de *Ctenomys minutus*, mostrando os lábios fechados por trás dos dentes incisivos (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 16
- Figura 4.** Localização dos locais de amostragem Maribo, Weber e Amaral, município de Osório, RS, Brasil. .... 23
- Figura 5.** Local de amostragem Weber (Osório, RS). .... 24
- Figura 6.** Local de amostragem Maribo (Osório, RS). .... 25
- Figura 7.** Local de amostragem Amaral (Osório, RS). .... 26
- Figura 8.** **A:** Tocas fechadas de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). **B:** Toca nova aberta para colocação de armadilha, com a bandeira de marcação. **C:** Toca aberta com um tuco-tuco preso na armadilha pela pata traseira. **D:** Material de amostragem. .... 28
- Figura 9.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus*, com destaque para as classes etárias determinadas segundo o método do peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 38
- Figura 10.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 38
- Figura 11.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (Osório, RS, set/2001 a nov/2002), com destaque para as faixas de incerteza da classificação etária e a região de sobreposição entre as duas categorias. .... 39
- Figura 12.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e largura do dente de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 40
- Figura 13.** Diagrama de dispersão entre largura do dente e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 40
- Figura 14.** Diagrama de Classificação Etária final proposto para fêmeas de *Ctenomys minutus* (Osório, RS), construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e largura do dente. .... 41

- Figura 15.** Diagrama de Classificação Etária proposto para fêmeas de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 45
- Figura 16.** Diagrama de Classificação Etária, proposto para fêmeas de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfométricas largura do dente e peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 45
- Figura 17.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de machos de *Ctenomys minutus*, com destaque para classes etárias segundo o método do peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 47
- Figura 18.** Diagrama de Classificação Etária proposto para machos de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 47
- Figura 19.** Diagrama de Classificação Etária proposto para machos de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e largura do dente (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 48
- Figura 20.** Número de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada estação de captura, separados por sexo (incluindo as recapturas) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 58
- Figura 21.** Diagrama de Classificação Etária para fêmeas de *Ctenomys minutus* construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e largura do dente incisivo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 59
- Figura 22.** Diagrama de Classificação Etária para machos de *Ctenomys minutus* construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e largura do dente incisivo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 59
- Figura 23.** Número de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada estação de captura conforme classes etárias (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 62
- Figura 24.** Número de indivíduos machos e fêmeas de *Ctenomys minutus* por classes de comprimento (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 62
- Figura 25.** Porcentagem de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada classe de comprimento do corpo (mm) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ... 63
- Figura 26.** Diagrama de dispersão entre ln comprimento do corpo e ln peso apresentando as linhas de tendência da regressão para machos e fêmeas adultos de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 63
- Figura 27.** Freqüência de fêmeas adultas de *Ctenomys minutus* em classes de comprimento do corpo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 64
- Figura 28.** Número de fêmeas de *Ctenomys minutus* capturadas, por classes de estado reprodutivo em cada estação de captura (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). . 65
- Figura 29.** Localização das tocas de *Ctenomys minutus* no local de amostragem Maribo (Osório, RS) na época I2/02 (setembro/2002). ..... 69
- Figura 30.** Localização das tocas de *Ctenomys minutus* no local de amostragem Weber (Osório, RS) na época I2/02 (setembro/2002). ..... 70
- Figura 31.** Densidade populacional relativa de *Ctenomys minutus* por época de amostragem (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 71

- 
- Figura 32.** Porcentagem de tocas de *Ctenomys minutus* com atividade e/ou nova captura após a captura de um indivíduo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). . 74
- Figura 33.** Variação temporal da média do Índice de Atividade da População (IA<sub>p</sub>) de *Ctenomys minutus* por época de amostragem (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 75
- Figura 34.** Diagramas de ciclo de vida de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ..... 86

---

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Datas das amostragens, suas respectivas estações do ano e abreviaturas em cada um dos locais de amostragem. .... 27
- Tabela 2.** Limites de valores de peso que definem as classes etárias para fêmeas e machos de *Ctenomys minutus* classificados utilizando o método do peso e o Diagrama de Classificação Etária (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 48
- Tabela 3.** Número de *Ctenomys minutus* capturados e recapturados nos pontos Maribo, Weber e Amaral (Osório, RS, Brasil) nas diferentes estações de captura. .... 58
- Tabela 4.** Número de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada classe etária e suas respectivas proporções sexuais (recapturas excluídas) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 60
- Tabela 5.** Equação da regressão linear entre ln do comprimento do corpo e ln do peso para machos e fêmeas de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 64
- Tabela 6.** Número de tocas de *Ctenomys minutus* com captura ou com atividade e o respectivo número mínimo de indivíduos na população nos locais de amostragem Maribo Weber e Amaral (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). ... 68
- Tabela 7.** Número de tocas de *Ctenomys minutus* avaliadas quanto à atividade por época de amostragem (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 72
- Tabela 8.** Número de tocas de *Ctenomys minutus* onde foi detectado movimento após a captura de um ou mais indivíduos (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). .... 73
- Tabela 9.** Índices de Atividade da População de *Ctenomys minutus* obtidos para os locais Maribo, Weber e Amaral (Osório, RS) por época de amostragem. .... 74

## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1.** Histórico das capturas e recapturas de indivíduos de *Ctenomys minutus* (Osório, RS) ao longo do período de estudo (set/2001 a nov/2002). ..... 66

## 1. INTRODUÇÃO

Os mamíferos são animais que possuem adaptações para as mais variadas formas de vida, como terrestre, arborícola, aquática ou aérea. Dentre os mamíferos terrestres, aqueles que, em algum momento de sua vida, utilizam túneis ou escavações abaixo da superfície do solo para realizar alguma atividade vital, seja ela reprodução, alimentação ou proteção, são denominados *fossoriais* e exibem adaptações morfológicas para a atividade de escavação. Os grupos que, além de possuírem essas adaptações, conduzem a maioria de suas atividades vitais em galerias abaixo da superfície terrestre são denominados de *subterrâneos*. Os roedores apresentam um grande número de famílias com este hábito de vida (LACEY *et al.*, 2000).

Os mamíferos subterrâneos herbívoros de diferentes famílias e gêneros de todo o mundo são marcadamente semelhantes na estrutura e no tamanho e, apesar de métodos diferentes de escavação, constroem sistemas de túneis similares. Além disto, diversos gêneros de roedores subterrâneos deram origem a um grande número de espécies e subespécies. Poucas dessas são simpátricas, o que sugere que, em princípio, nos diferentes locais do mundo, exista somente um nicho passível de exploração por mamíferos herbívoros subterrâneos (PEARSON, 1959). As semelhanças entre características corporais e hábitos de vida indicam uma evolução convergente na adaptação a este modo de vida. Estes animais possuem, em geral, uma faixa de peso corporal que vai de 50 a 1000 gramas, não importando qual a sua dieta ou origem evolutiva. Isto leva a crer que, para animais muito menores ou maiores que esta faixa, a construção de túneis é uma atividade muito dispendiosa do ponto de vista bioenergético (LACEY *et al.*, 2000). O tamanho geral dos tuco-tucos adultos é muito similar ao encontrado para outros gêneros de roedores subterrâneos ou fossoriais, tais como *Geomys* ou *Thomomys* (PEARSON, 1959). Características como olhos pequenos e posicionados na parte superior da cabeça, pavilhão auditivo reduzido, membros curtos, cauda grossa e curta e garras longas nas patas dianteiras são adaptações ao modo de vida subterrâneo, as quais também estão presentes nas espécies do gênero *Ctenomys*. A coloração da pelagem entre cinza e marrom é um padrão constante na maioria das

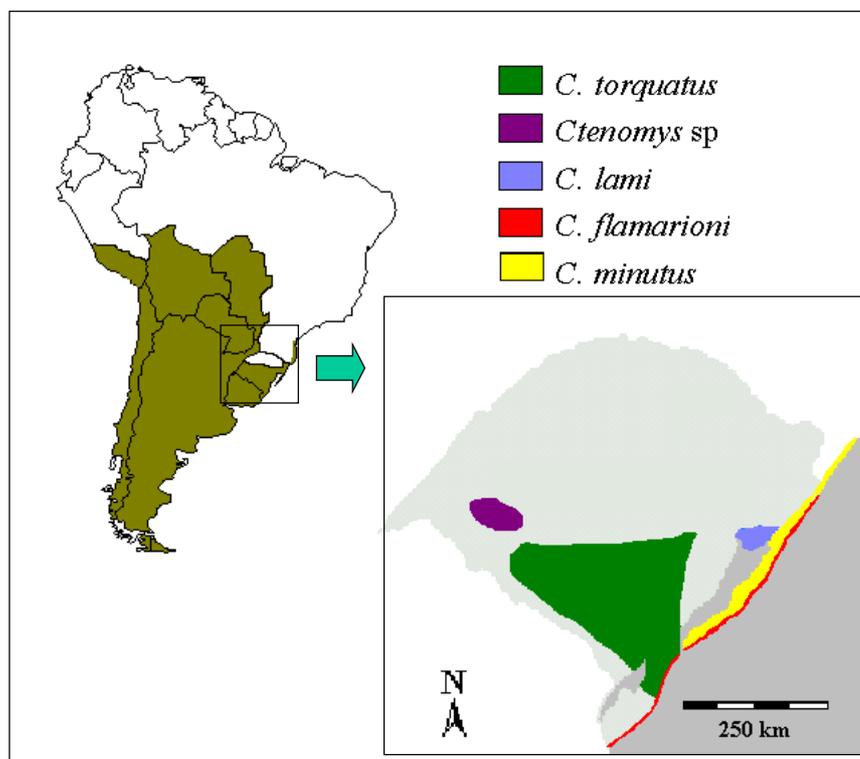
espécies dos animais subterrâneos. Isto sugere que a semelhança com a cor mais escura das porções de terra úmida, por eles ejetadas nas aberturas das tocas, seria uma adaptação das espécies subterrâneas para evitar a predação no momento em que saem à superfície (PEARSON, 1959).

Os roedores subterrâneos distribuem-se por todas as terras continentais, exceto a Austrália. Habitam, na sua maioria, campos, estepes, savanas ou desertos. Algumas espécies podem ocorrer em florestas ou mata arbustiva densa. Entretanto, não habitam solos saturados de água ou permanentemente congelados (LACEY *et al.*, 2000).

Na América do Sul, os roedores subterrâneos são representados pelas famílias Octodontidae, denominados coruruos, com uma única espécie (*Spalacopus cyanus*), que ocorre na parte central do Chile, e Ctenomyidae, sendo estes comumente chamados de tuco-tucos. Segundo LACEY *et al.* (2000), esta é a família que contém o maior número de espécies (aproximadamente sessenta) dentro do mesmo gênero (*Ctenomys*). Sua distribuição vai desde o sul do Peru até a Terra do Fogo. No Brasil, os tuco-tucos habitam os estados do Mato Grosso, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FREITAS, 1995). Cinco espécies de tuco-tucos são encontradas no Rio Grande do Sul: *Ctenomys lami*, *Ctenomys torquatus*, *Ctenomys flamarioni*, *Ctenomys minutus* (FREITAS, 1995) e *Ctenomys sp.* Sua distribuição, descrita a seguir, pode ser vista na **figura 1**.

- *Ctenomys torquatus* Lichtheinstein, 1830: distribui-se na porção centro-sul do estado, nos campos da Depressão Central (Pampas), estendendo-se até o norte do Uruguai, e ao sul da Planície Costeira.
- *Ctenomys sp.*: espécie descoberta recentemente na zona de campanha próxima à localidade de Alegrete, interior do Rio Grande do Sul, e que ainda está sendo descrita (Marinho, J. R. e Freitas, T. R. O., Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em preparação).
- *Ctenomys lami* Freitas, 2001: habita a região arenosa denominada de Coxilha das Lombas, entre a Lagoa dos Barros e o Lago Guaíba.
- *Ctenomys flamarioni* Travi, 1981: encontrado na primeira linha de dunas da costa do Rio Grande do Sul, desde Arroio Teixeira (norte) até Hermenegildo (sul).
- *Ctenomys minutus* Nehring, 1887: ocorre nos campos arenosos e dunas da Planície Costeira, desde o sul do Estado de Santa Catarina (Santa Marta) até o sul do Estado do Rio Grande do Sul (São José do Norte) (FREITAS, 1995; FREYGANG, 2002).

Os tuco-tucos são animais herbívoros, que podem alimentar-se tanto da parte aérea da vegetação ao redor das aberturas de seus sistema de túneis quanto de raízes no interior dos mesmos (TRAVI, 1983; LACEY *et al.*, 2000). Normalmente, cortam os talos ou arrancam rizomas na superfície com o auxílio dos dentes incisivos, comendo na superfície, próximo à entrada do túnel ou transportando-os para o interior do túnel e depositando-os em câmaras logo abaixo da abertura de alimentação. É comum



**Figura 1.** Distribuição geográfica do gênero *Ctenomys* na América do Sul e das cinco espécies existentes no Rio Grande do Sul, Brasil.

observar uma pequena área de vegetação pastejada ao redor da entrada dos túneis de alimentação (REIG, 1970; COMPARATORE *et al.*, 1995; BUSCH *et al.*, 2000). Têm também como hábito alimentar-se de raízes coletadas diretamente abaixo da superfície do solo, ao longo dos túneis mais superficiais (TRAVI, 1983). O padrão de comportamento alimentar de forrageio muito próximo à abertura da toca e consumo no interior da mesma minimiza, possivelmente, os riscos de predação (ALTUNA *et al.*, 1999).

Obter informações ecológicas sobre roedores subterrâneos é particularmente difícil uma vez que suas atividades são, na maioria, restritas ao interior do sistema de galerias. Conseqüentemente, pouco é conhecido de sua biologia populacional quando comparado ao conhecimento que se tem sobre outras espécies de pequenos roedores que vivem no ambiente de superfície (MALIZIA & BUSCH, 1997). As espécies de tuco-tucos que ocorrem no Rio Grande do Sul são ainda pouco estudadas quanto à sua ecologia. Os primeiros trabalhos foram desenvolvidos por TRAVI (1983) para *C. torquatus*, BRETSCHEIDER (1987) para *C. flamarioni*, GASTAL (1994a; b) e MARINHO (1997) com *C. minutus*. Recentemente, FERNÁNDEZ (2002) estudou três populações de *C. flamarioni* no litoral sul e EL JUNDI (2003) trabalhou com *C. lami* na Coxilha das Lombas.

*Ctenomys minutus* Nehring, 1887 (**figura 2**), objeto deste estudo, apresenta coloração castanha no dorso e flancos e esbranquiçada no ventre. Possui corpo cilíndrico, cabeça larga, pavilhão auditivo reduzido e cauda curta. Unhas muito desenvolvidas e lábios internos, isto é, de forma a fechar a boca por trás dos dentes incisivos proeminentes (**figura 3**), são adaptações importantes para o hábito de escavar. GASTAL (1994b) verificou que *C. minutus* prefere ambientes abertos (livres de arbustos) para escavar seu sistema de túneis. Esta mesma autora também observou que existe uma tendência para machos ocuparem maior área de vida que as fêmeas, o que poderia ser decorrente da maior necessidade energética (devido ao seu tamanho corporal maior) ou à poligamia.

O conjunto de organismos da mesma espécie agrupados no tempo e no espaço (população) é fortemente influenciado por características individuais, mas apresenta inúmeras propriedades emergentes que não são evidentes quando são considerados animais isolados (RICKLEFS, 1996; LACEY *et al.*, 2000; KREBS, 2001). O conhecimento destas características é essencial para o entendimento de vários aspectos da biologia da população e do organismo. Os estudos de padrões e processos em populações fornecem



**Figura 2.** Exemplos de *Ctenomys minutus* capturados durante os trabalhos (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



**Figura 3.** Detalhe da boca de *Ctenomys minutus*, mostrando os lábios fechados por trás dos dentes incisivos (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

---

informações importantes para que sejam feitas as conexões entre padrões e características individuais da diversidade interespecífica (LACEY *et al.*, 2000). Estrutura etária, estrutura de tamanhos, dinâmica reprodutiva (época, duração, idade e tamanho), proporção sexual, densidade e padrão de distribuição dos indivíduos no espaço são aspectos importantes da biologia populacional que expressam o conjunto da variabilidade individual das espécies estudadas.

A estrutura etária de uma população descreve a proporção entre indivíduos de diferentes idades presentes no ambiente e está altamente relacionada com padrões de reprodução, natalidade, mortalidade e crescimento populacional (RICKLEFS, 1996; BUSCH *et al.*, 2000). Existem vários métodos para a identificação de classes etárias em mamíferos de pequeno porte, tais como peso corporal, nascimento e desgaste dos dentes (CHOU *et al.*, 1998; YU & LIN, 1999), ossificação da epífise de ossos das patas, comprimento do fêmur, características cranianas, padrão de pelagem e de muda (WILKS, 1963; VILLA *et al.*, 1999) e crescimento ou desenvolvimento da raiz do molar (OLSSON *et al.*, 2002). A precisão das classes etárias, determinadas em estudos sobre roedores subterrâneos, depende dos métodos utilizados. Os trabalhos desenvolvidos por meio de remoção dos indivíduos da população, isto é, com a morte dos animais capturados, permitem uma identificação criteriosa da possível idade dos animais baseada em características internas, como ossificação da epífise e comprimento de ossos ou peso seco de estruturas que apresentem crescimento contínuo, como o cristalino do olho. Amostragens sem o sacrifício de animais, entretanto, não permitem tal precisão, uma vez que são utilizadas somente características externas para a classificação. Até o momento, ainda não foi estabelecido um método para identificar a idade cronológica de tuco-tucos com base nestas características, o qual possa ser utilizado de forma prática em campo e sem o sacrifício dos animais. A classificação etária em *Ctenomys* é vaga, permitindo a identificação em campo de três categorias amplas e de limites pouco definidos: jovem, subadulto e adulto. A determinação destas três classes é baseada somente no peso (como medida corporal) dos animais capturados (WILKS, 1963; LACEY *et al.*, 1997; 1998), associado a dados de estado reprodutivo ou permanência dos indivíduos no sistema de tocas maternas (MARINHO, 1997; SILVA, 1999; HEUSER, 2001; FERNÁNDEZ, 2002; TCHAICKA, 2002).

A utilização do peso como medida única para a classificação etária individual é discutível, uma vez que o uso de somente esta variável pode induzir a resultados inexatos, causados, por exemplo, pela inclusão na amostra de fêmeas prenhes, animais doentes ou com peso acima ou abaixo do esperado para a idade no momento da

captura. Esta variação pode ocorrer, entre outros fatores, devido a diferentes condições climáticas ou de disponibilidade de alimentos. Além disso, um mesmo indivíduo pode sofrer aumento ou diminuição do peso ao longo de uma mesma estação.

O desenvolvimento de um método para a classificação etária que permita a utilização de diferentes variáveis morfométricas fáceis de serem obtidas em campo, associadas a estado reprodutivo e independente da informação sobre a época de saída da toca materna, foi a alternativa encontrada para utilizar uma classificação mais acurada para a espécie *C. minutus*. Assim, é proposto, neste trabalho, um método de classificação etária baseado não só no peso, mas também em medidas corporais que sofram menor influência direta do meio, tais como comprimento do corpo e largura do dente incisivo. Estas medidas são menos variáveis ao longo do tempo e, em roedores, o dente incisivo apresenta um crescimento contínuo (largura e comprimento) pouco influenciado pelas condições do meio, da mesma forma que o cristalino do olho, citado anteriormente. Também podem ser associadas a estas variáveis informações obtidas em campo quanto ao estado reprodutivo das fêmeas uma vez que nelas é possível verificar facilmente este parâmetro por características externas (aspecto da vagina e apalpação do abdômen). Para machos, a classificação é difícil, uma vez que no gênero *Ctenomys* os testículos são internos e não é possível verificar estado reprodutivo por características externas.

Embora alguns aspectos da biologia populacional dos tuco-tucos venham sendo estudados por vários autores, o conhecimento existente sobre as diferentes espécies deixa, ainda sem responder, questões importantes e mostra que existe muito o que aprender sobre suas relações e interações, tanto em termos de população quanto de comunidade. As populações de tuco-tucos fazem parte de comunidades bióticas maiores e que incluem os recursos alimentares utilizados e seus predadores, assim como possíveis competidores pelo nicho subterrâneo. Membros de espécies subterrâneas influenciam e são influenciados pela biota, e esta interação deve provavelmente determinar o tipo de interação com o ambiente (BUSCH *et al.*, 2000). Um exemplo disto é o papel de animais subterrâneos na cadeia alimentar, podendo ser, muitas vezes, uma fonte importante de proteína animal para predadores. Além disso, os tuco-tucos podem ser considerados engenheiros de ecossistemas (*sensu* JONES *et al.*, 1994), isto é, organismos que direta ou indiretamente modulam a disponibilidade de recursos para outras espécies, promovendo mudanças de estado físico em materiais bióticos e abióticos (REICHMAN & SEABLOOM, 2002). Os tuco-tucos teriam tal papel uma vez que a construção e permanente manutenção de seus túneis altera a

---

composição química e disponibilidade de nutrientes no solo, modificando a comunidade vegetal em micro e macro escala e, até mesmo, alterando preferências de forrageio de animais herbívoros (REICHMAN & SMITH, 1985; WHICKER & DETLING, 1988; HUNTLY & INUYE, 1988; HUNTLY & REICHMAN, 1994; ZENUTO & BUSCH, 1995; INUYE *et al.*, 1997; WELTZIN *et al.*, 1997; DETLING, 1998; REICHMAN & SEABLOOM, 2002). Além disso, o fato de defecarem e morrerem no interior dos túneis provavelmente contribui para o enriquecimento de nutrientes e matéria orgânica do solo.

*Ctenomys minutus* ocupa hábitats com características específicas (solo arenoso e seco) e tem uma distribuição geográfica restrita, que se aproxima de muitos centros urbanos, o que o torna uma espécie potencialmente ameaçada pelo desenvolvimento antrópico seja pela ocupação de seu hábitat para produção de alimentos (agricultura), seja por loteamentos. Além disso, evidências de que esta espécie (assim como *C. torquatus* – SILVA *et al.*, 2000) é sensível a danos genéticos causados por fatores ambientais (HEUSER *et al.*, 2002) colocam sua existência em risco. Os estudos de sua biologia e ecologia populacional são necessários para que se obtenham subsídios para ações que auxiliem na sua conservação.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Descrever uma população do roedor subterrâneo tuco-tuco *Ctenomys minutus* (Rodentia, Ctenomyidae) quanto a sua classificação etária, estrutura populacional e quanto aos seus aspectos reprodutivos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Desenvolver um método de classificação etária para *C. minutus*.
- Determinar aspectos como estrutura de tamanhos, estrutura etária e proporção sexual na população de *C. minutus* capturada.
- Descrever aspectos do ciclo de vida, como época de acasalamento, nascimentos, recrutamento de adultos e a relação tamanho / maturidade sexual.
- Descrever o hábito social de *C. minutus*.
- Desenvolver e aplicar um índice que possibilite a avaliação do padrão de atividade dos animais dentro dos túneis ao longo das épocas de amostragem.

### **3. ÁREA DE ESTUDO E LOCAIS DE AMOSTRAGEM**

#### **3.1 Área de estudo**

Este trabalho foi realizado em três áreas de campo, de propriedade particular, situadas no município de Osório, na Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, entre as cidades de Tramandaí e Osório. Estes locais serão descritos no próximo item.

A área costeira do Estado do Rio Grande do Sul é composta por duas grandes subdivisões, uma de terras altas e outra de terras baixas. A parte alta, denominada Serra Geral, é formada por um complexo cristalino, por um segmento sedimentar da Bacia do Paraná e por uma seqüência vulcânica. A parte baixa, denominada Planície Costeira, é formada por terrenos de origem sedimentar onde existem dois grandes corpos d'água (Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim) e um rosário de lagoas menores ao longo de toda a costa (SCHWARZBOLD & SCHÄFER, 1984; VILLWOCK, 1989).

A Planície Costeira está situada ao longo da costa do Rio Grande do Sul e possui aproximadamente 640 km de comprimento, desde os promontórios de Torres, ao Norte, até La Coronilla, na República Oriental do Uruguai, ao Sul. Em território brasileiro, seus limites estão localizados entre os paralelos 29°40' e 53°30' (SCHWARZBOLD & SCHÄFER, 1984) e possui área de aproximadamente 37.000 km<sup>2</sup>, com 22.740 km<sup>2</sup> de terras emersas e 14.260 km<sup>2</sup> de superfícies de lagoas e lagunas (FONSECA, 1991), com altitudes inferiores a 20 m. O solo é utilizado principalmente para campos de pastagem e lavouras de cultivos anuais.

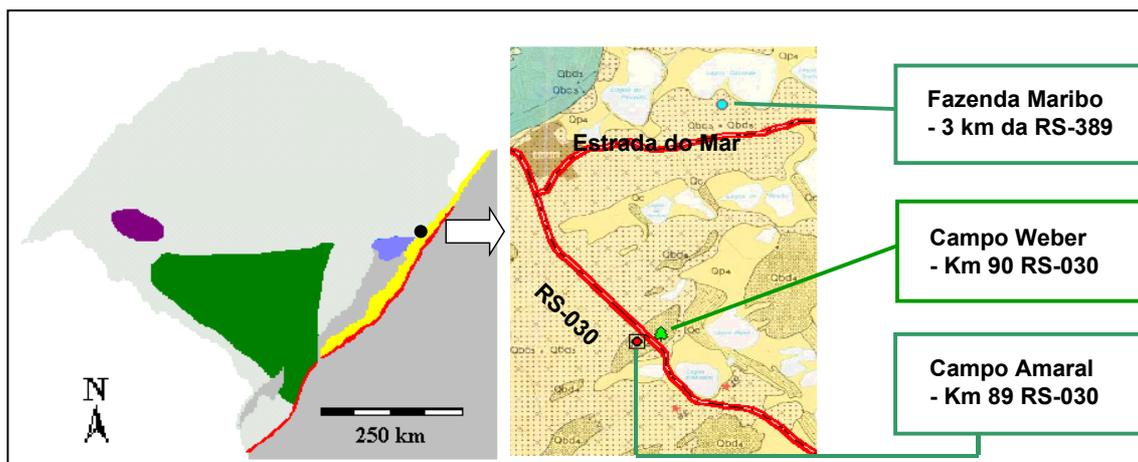
A região da Planície Costeira é formada por terrenos de origem sedimentar depositados ao longo dos sucessivos eventos de transgressões e regressões marinhas ocorridos no Pleistoceno e início do Holoceno. Estes eventos originaram quatro grandes barreiras. A primeira delas, formada por depósitos marinhos e eólicos, denominada de Coxilha das Lombas e situada entre Porto Alegre e a Lagoa dos Barros, é resultado do primeiro ciclo de transgressão-regressão do início do Pleistoceno (aproximadamente 400 mil anos atrás). O segundo ciclo do Pleistoceno (há aproximadamente 325 mil anos) deu início à formação da Barreira Múltipla (estágio I), localizada entre Laguna (SC) e Chuí (RS). O terceiro ciclo de transgressão-regressão

(aproximadamente 120 mil anos atrás) formou as barreiras e restingas que isolaram o sistema lagunar das Lagoas dos Patos e Mirim. O quarto ciclo de transgressão-regressão, ocorrido no início do holoceno, deu origem à quarta barreira, que isolou a lagoa Mangueira, formou as dunas recentes existentes na costa e deu origem à grande quantidade de pequenas lagoas existente na costa do Rio Grande do Sul (VILLWOCK *et al.*, 1986; VILLWOCK, 1989; CORRÊA *et al.*, 1992; MARINHO, 1997; MENEGAT *et al.*, 1998).

A cobertura vegetal da Planície Costeira está composta por um imenso mosaico de comunidades diferenciadas na sua composição e estrutura, interrompidas por corpos d'água ou por dunas móveis desprovidas de plantas vasculares (KLEIN, 1967; WAECHTER, 1985; 1990; TEIXEIRA *et al.*, 1986). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa ou Subtropical úmido. As temperaturas no mês mais quente superam os 22°C e as do mês mais frio situam-se entre - 3°C e 18°C. A precipitação é uniforme durante o ano e a direção predominante do vento nesta região é a nordeste (HASENACK & FERRARO, 1989).

### 3.2 Locais de amostragem

Em trabalho recente, TCHAICKA (2002) estudou a existência de fluxo gênico e a presença de barreiras geográficas entre as mesmas populações de *C. minutus* utilizadas no presente estudo. A autora mostrou que não existe uma barreira geográfica eficiente entre as três populações e que as mesmas representam um segmento contínuo na distribuição geográfica da espécie. Isto foi demonstrado pela existência de fluxo gênico entre as três populações estudadas, embora este seja menor quanto maior é a distância entre os locais de amostragem (TCHAICKA, 2002). Portanto, no presente trabalho, os animais capturados em cada local, Weber, Maribo e Amaral, descritos abaixo, foram considerados como pertencendo a uma mesma população. Esses locais estão situados em campos arenosos de propriedade particular, utilizados de forma intermitente para pastoreio extensivo de gado bovino ou eqüino (**figura 4**).



**Figura 4.** Localização dos locais de amostragem Maribo, Weber e Amaral, município de Osório, RS, Brasil. Linhas vermelhas representam rodovias. Para explicação das áreas coloridas no mapa do Rio Grande do Sul, ver **figura 1**.

O local denominado **Weber** é um campo de propriedade do Sr. Belmiro Weber, situado à margem norte da rodovia RS-030, que liga as cidades de Osório e Tramandaí, na altura do Km 90, município de Osório. Este local possui solo arenoso e vegetação de campo rala, com arbustos e pequenas árvores distribuídos por toda a extensão da área de amostragem (**figura 5**). Em muitos pontos desta região o solo apresenta uma mistura de asfalto triturado, brita e cimento, restos de um canteiro de obras da construção da rodovia RS-030. Entretanto este fato parece não limitar a construção dos túneis dos animais.

O local denominado **Maribo** é de propriedade da Fazenda Maribo, na rodovia RS-389 (Estrada do Mar), na altura do Km 11, município de Osório. Possui uma vegetação rasteira característica de campos, e está localizado em uma faixa arenosa entre uma lagoa e um banhado (**figuras 6A e 6B**).

O local denominado **Amaral**, campo de propriedade do Sr. Zeferino Amaral, está situado à margem sul da rodovia RS-030, que liga Osório a Tramandaí, na altura do Km 89, município de Osório (**figura 7A**). Este local possui uma vegetação baixa característica de campo arenoso. Foram realizadas capturas neste campo nos primeiros cinco meses de trabalho. Devido a problemas na regularidade das sessões de amostragem, às dificuldades de trabalho e ao alagamento da área em julho de 2002 (**figura 7B**), os trabalhos neste local foram interrompidos.



**Figura 5.** Local de amostragem Weber (Osório, RS), com vegetação rasteira permeada de árvores e arbustos.

**A****B**

**Figura 6.** Local de amostragem Maribo (Osório, RS). **A:** campo com pequenos acúmulos de areia característicos de tocas de *Ctenomys minutus* e bandeiras sinalizando as tocas selecionadas. **B:** foto mostrando a proximidade das tocas em relação à água.



A



B

**Figura 7.** Local de amostragem Amaral (Osório, RS). **A:** campo seco coberto por vegetação rasteira abundante, que não permite a visualização das tocas de *Ctenomys minutus*. **B:** campo alagado após estação chuvosa (inverno).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

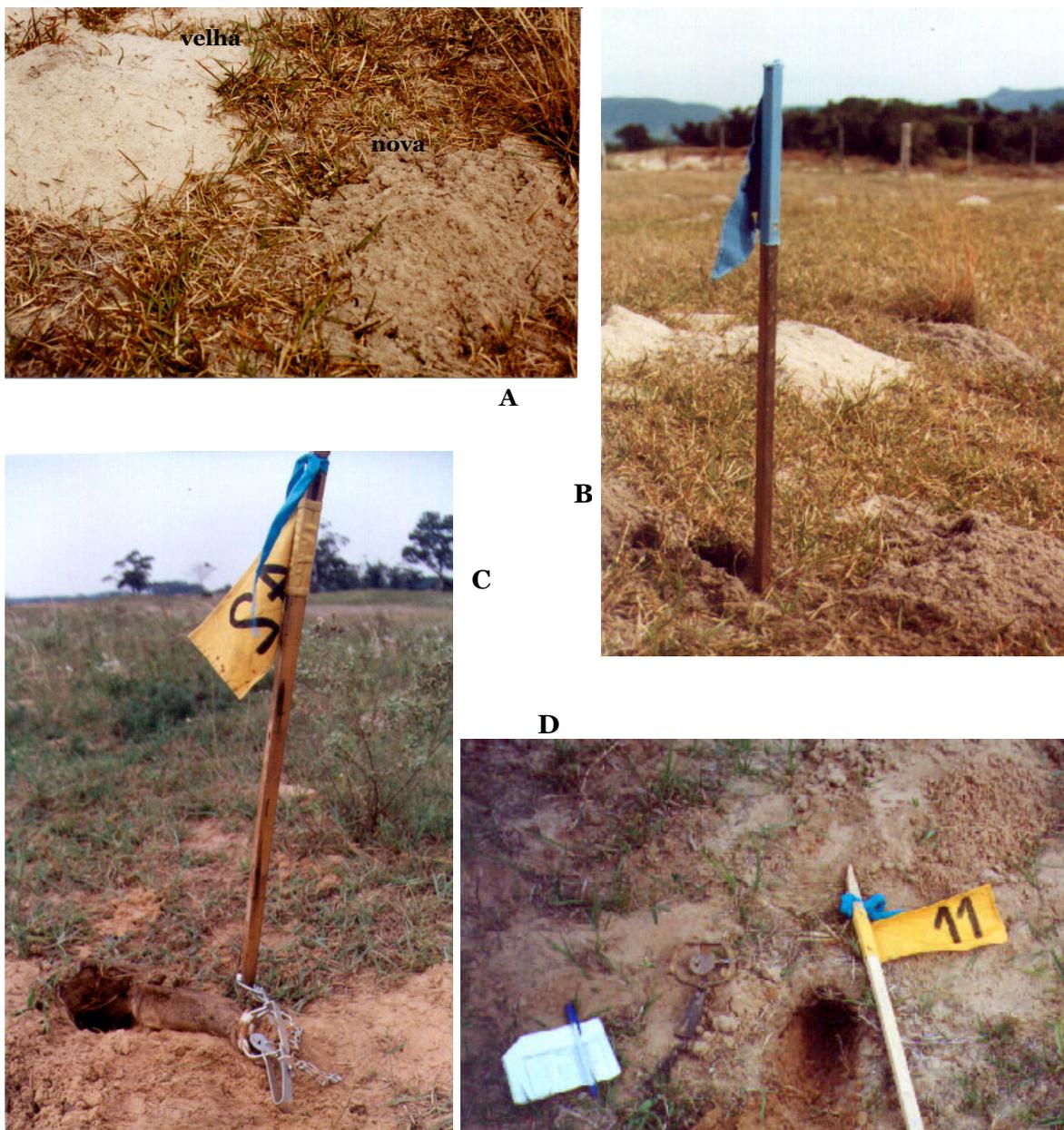
### 4.1 Método de amostragem

Foram realizadas 22 campanhas de amostragem, sendo nove no local Maribo, oito no local Weber e cinco no local Amaral. As datas das campanhas de amostragem em cada local e a denominação por estação do ano estão descritas na **tabela 1**.

**Tabela 1.** Datas das amostragens, suas respectivas estações do ano e abreviaturas em cada um dos locais de amostragem. As abreviaturas indicam a estação, primeira ou segunda amostragem da estação e o ano da amostragem.

Ano	Local de amostragem	Data de amostragem	Estação do ano	Abreviatura
2	Maribo	20/09/2001	Inverno	I1/01
	Amaral	21/09/2001	Inverno	
0	Maribo	26/10/2001	Primavera	P1/01
	Weber	27/10/2001	Primavera	
1	Amaral	03/12/2001	Primavera	P2/01
	Maribo	08/12/2001	Primavera	
	Weber	27/12/2001	Primavera	
2	Amaral	24/01/2002	Verão	V1/02
	Maribo	26/01/2002	Verão	
	Weber	31/01/2002	Verão	
	Maribo	10/03/2002	Verão	
	Weber	14/03/2002	Verão	
0	Amaral	16/03/2002	Verão	V2/02
	Weber	04/05/2002	Outono	
0	Amaral	05/05/2002	Outono	O1/02
	Maribo	13/05/2002	Outono	
2	Maribo	11/07/2002	Inverno	I1/02
	Weber	20/07/2002	Inverno	
	Weber	14/09/2002	Inverno	
	Maribo	28/09/2002	Inverno	
	Weber	09/11/2002	Primavera	
	Maribo	12/11/2002	Primavera	P1/02

Neste estudo foi utilizado o método de captura-marcação-recaptura dos animais, com um total de 40 armadilhas Oneida Victor nº 0 (**figura 8**). Para evitar danos aos animais, as garras das armadilhas foram cobertas com borracha de látex



**Figura 8.** **A:** Tocas fechadas de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). São visíveis os montes de areia que marcam as aberturas das tocas novas e velhas mostrando a diferença de coloração e textura mais rugosa da areia na toca nova. **B:** Toca nova, aberta para colocação de armadilha, com a bandeira de marcação. Ao fundo, no campo, podem ser vistas várias tocas antigas (de cor clara) e uma nova (de cor escura) ainda fechadas. **C:** Toca aberta, com um tuco-tuco preso na armadilha pela pata traseira. **D:** Material de amostragem (planilha de controle de atividade na toca, armadilha Oneida Victor nº 0 e bandeira numerada com fita azul para indicar utilização da armadilha).

---

seguras com esparadrapo. Antes de cada amostragem, as armadilhas foram revisadas para verificar o estado de conservação das borrachas, sendo as mesmas substituídas sempre que houvesse partes danificadas.

As campanhas de amostragem foram realizadas com um intervalo aproximado de seis a oito semanas, durante um dia por campanha em cada local, com duração de 7 horas de captura cada uma. Os animais capturados só foram soltos depois do encerramento do dia de trabalho, após serem retiradas todas as armadilhas das tocas.

Uma vez que cada sessão de captura foi realizada em um único dia, e que os animais capturados nesta sessão só foram liberados no final deste dia, um mesmo animal nunca foi recapturado na mesma sessão de captura. O termo recaptura designa, neste caso, captura de animais marcados em datas posteriores à primeira captura, marcação e liberação do animal. Portanto, se um animal marcado na sessão de amostragem A foi recapturado na sessão B, o espaço de tempo entre captura e recaptura é de aproximadamente sete semanas.

A equipe de campo contou com cinco pessoas em média, iniciando a marcação das tocas com bandeiras às 8h30min. As armadilhas eram colocadas às 9h30min e permaneciam armadas até às 16h30min.

No início de cada dia de coleta, eram determinadas 60 bocas de tocas fechadas nas quais fosse possível notar atividade recente dos animais, geralmente evidenciada pela presença de areia úmida escura e recentemente revolvida como tampão (**figura 8**). As tocas foram escolhidas de forma que fosse colocada somente uma armadilha em cada sistema de túneis individual, o que foi avaliado visualmente. As aberturas foram marcadas com bandeiras numeradas de 1 a 60 (**figura 8**). Deste conjunto de 60 bocas de tocas ainda fechadas foram sorteadas 40, as quais foram abertas manualmente ou com auxílio de uma pá de jardim, para instalação das armadilhas. Estas ficaram a uma distância de aproximadamente 40 cm para o interior dos túneis e foram fixadas na areia pela haste da bandeira numerada. As tocas abertas foram marcadas com fitas azuis amarradas na bandeira correspondente, sinalizando a presença de armadilhas armadas. Quando um animal era coletado, a armadilha era novamente preparada na mesma abertura, permanecendo assim até o final do dia de coleta. Fitas vermelhas sinalizaram as tocas onde os indivíduos foram capturados.

As armadilhas instaladas foram revisadas pelo menos de meia em meia hora, para que os animais capturados não ficassem por tempo demasiado presos às mesmas. O tempo entre as revisões dependeu do número de pessoas em campo. Sempre que uma toca foi encontrada bloqueada ou com a armadilha desarmada, a abertura foi

---

desobstruída e a armadilha novamente montada. A toca onde algum animal já havia sido capturado foi revisada do mesmo modo que as outras. Durante a revisão das tocas, foram anotados dados relativos à hora da revisão e à atividade dos animais, classificadas em seis categorias, definidas neste trabalho da seguinte forma:

- *Bloqueio de toca*: fechamento da toca até a superfície da terra, com tampão de areia visível externamente. Esta atividade indica que o animal conseguiu passar pela armadilha sem ser capturado e bloqueou a abertura da toca ou que o fez arremessando terra por cima da armadilha;
- *Bloqueio de armadilha*: inativação da armadilha pela colocação de tampão de areia, mas que não era visível fora do túnel. Esta atividade indica que o animal efetuou o bloqueio da toca sem passar pela armadilha;
- *Desarme de armadilha*: desarme provocado tanto pelo movimento do animal como pela colocação de areia sobre a armadilha;
- *Sem atividade*: não existia nenhum tipo de tampão de areia ou desarme da armadilha;
- *Captura*: captura de um animal;
- *Fuga*: um animal foi capturado pela armadilha mas escapou para dentro do túnel quando esta foi puxada para fora do mesmo.

Os animais capturados foram colocados em caixas de madeira com respiro, à sombra, até que fossem examinados. Os animais foram anestesiados (Zoletil/Vibrac, Carros Cedex, França) e, após ficarem inertes, foram identificados por tatuagem ou microship e tiveram o sexo determinado.

#### 4.2 Obtenção de dados

Com os animais anestesiados, foram tomadas medidas morfométricas conforme descrito a seguir:

- *Peso (g)*: o animal foi pesado com um dinamômetro (Pesola), com capacidade de 500 g e precisão de 1 g, sendo pendurado pela cauda;
- *Comprimento total (mm)*: da extremidade do focinho à extremidade da cauda;

- *Comprimento da cauda (mm)*: da base do ânus até a extremidade da cauda;
- *Comprimento do corpo (mm)*: obtido pela diferença entre o comprimento total e o comprimento da cauda;
- *Largura do dente incisivo direito (mm)*: esta medida foi tomada na base do incisivo direito, com o auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm.

Nas primeiras amostragens, os animais foram marcados com tatuagens numéricas. A partir de janeiro de 2002 a identificação dos animais passou a ser feita com *microships* subcutâneos (Companion Animal Permanent Identification System – ISO FDX-B electronic identification tag – Allflex®). Estes foram introduzidos com o auxílio de um aplicador tipo injeção na gordura subcutânea da região entre as duas escápulas. Após as mensurações e a marcação, os animais capturados foram recolocados nas caixas de madeira e deixados em descanso até que se recuperassem da anestesia, e ao final do dia de campo, foram devolvidos para a mesma toca onde foram capturados.

A localização no campo de coleta das 60 tocas selecionadas para a colocação de bandeiras numeradas foi obtida e armazenada com um receptor GPS (Garmin III). Esta informação foi utilizada para cálculo de densidade das populações.

As fêmeas capturadas foram classificadas em quatro estados reprodutivos, conforme observação em campo de características externas da vagina e por toque do abdômen, e definidos neste trabalho como:

- *Não perfurada*: fêmea que ainda não copulou, cuja vagina não apresenta abertura ou cicatriz;
- *Perfurada*: fêmea cuja vagina encontra-se visivelmente aberta ou coberta pelo tampão deixado pelo macho após a cópula;
- *Cicatrizada*: fêmea cuja vagina está fechada, apresentando a cicatriz decorrente de cópula ou parto;
- *Prenhe*: fêmea cuja prenhez pode ser detectada externamente por apalpação da região abdominal. Quando foi identificada prenhez, o número de embriões foi percebido por apalpação do crânio do feto no abdômen da mãe;
- *Não identificado*: esta categoria é constituída pelas as fêmeas que não tiveram seu estado reprodutivo definido.

Nos machos não foi possível fazer esta classificação uma vez que eles não possuem características externas de maturação sexual.

#### 4.3 Determinação de classes etárias

Para o desenvolvimento do método para determinação de classes etárias foram construídos diagramas de dispersão de pontos utilizando os dados de peso, comprimento do corpo e largura do dente incisivo relativos apenas às fêmeas. Uma vez que é possível verificar o estado reprodutivo das fêmeas por características externas, estas informações foram associadas aos dados morfométricos para o desenvolvimento do método para fêmeas. Os dados utilizados foram obtidos ao longo de 16 meses de estudo de captura-marcação-recaptura nos campos Maribo, Weber e Amaral. Após realizar a classificação etária para fêmeas com base nos diagramas construídos, os dados (para as mesmas variáveis) dos machos capturados foram utilizados para a construção de diagramas semelhantes, e estes foram comparados aos resultados obtidos para as fêmeas. A amostra foi composta, portanto, por dados de 145 fêmeas e 85 machos, totalizando 230 conjuntos de dados. Estes incluem as informações obtidas dos animais tanto nas primeiras capturas quanto nas recapturados ao longo do estudo.

As **classes etárias** foram definidas, neste trabalho, da seguinte forma:

- *Jovem*: indivíduo desde o momento do nascimento até o momento em que está física e fisiologicamente apto para reprodução;
- *Subadulto*: indivíduo que já está física e fisiologicamente preparado para a reprodução, isto é, com todas as estruturas formadas, mas que ainda não teve atividade sexual, não contribuindo efetivamente para o esforço reprodutivo da população;
- *Adulto*: indivíduo que já tem atividade sexual, participando ativamente do esforço reprodutivo da população.

As fêmeas foram classificadas segundo o **estado reprodutivo** nas classes *não-perfurada*, *perfurada*, *cicatrizada* e *prenhe*, descritas no item anterior. Uma fêmea não-perfurada pode não estar ainda apta para reprodução, sendo considerada jovem, ou já estar física e fisiologicamente pronta, mas até o momento da captura ainda não teve atividade reprodutiva, sendo considerada subadulta. Todas as fêmeas perfuradas,

cicatrizadas ou prenhes foram consideradas adultas, tendo sido assim denominadas freqüentemente ao longo da análise.

Inicialmente, os limites entre as classes etárias jovem, subadulto e adulto foram calculados segundo o método utilizado por MARINHO (1997, adaptado de WILKS, 1963). Este método, que no restante do texto será denominado de *método do peso*, determina os limites das classes da seguinte forma:

- *Jovem*: limite superior definido pela média entre o peso do indivíduo mais pesado encontrado no sistema de túneis de uma fêmea e peso do animal mais leve capturado em um sistema de túneis próprio;
- *Subadulto*: para fêmeas, o limite inferior é definido pela categoria precedente e o superior, determinado pelo peso da menor fêmea capturada com maturidade sexual. Para machos, o limite inferior é definido pela categoria precedente (o mesmo que para fêmeas) e o superior foi determinado pela média entre o peso dos indivíduos de menor e maior peso capturados em sistema de túneis próprio;
- *Adulto*: indivíduos com peso superior ao peso definido como limite superior da categoria subadultos.

A seguir, foram comparados dois diagramas de dispersão, construídos com as variáveis comprimento do corpo e peso: um onde as fêmeas foram classificadas em grupos etários conforme o método do peso e outro onde as fêmeas aparecem discriminadas segundo o estado reprodutivo. Foram construídos também diagramas de dispersão para as variáveis comprimento do corpo e largura do dente, e largura do dente e peso, com os dados discriminados conforme os estados reprodutivos. Com base na comparação entre os diferentes diagramas gerados, é proposto um diagrama para a classificação etária dos animais, onde diversas regiões são delimitadas nos gráficos de dispersão, cada uma delas correspondendo a uma classe etária: jovem, subadulto e adulto.

Os machos foram classificados em três classes etárias, segundo o método do peso. Foi construído um diagrama de dispersão entre as variáveis comprimento do corpo e peso, com base nos dados das fêmeas (com classes etárias determinadas segundo o diagrama proposto neste trabalho) e machos (com classes etárias determinadas segundo o método do peso). A distribuição dos pontos para machos e fêmeas foi comparada e uma reclassificação foi proposta para os machos.

#### 4.4 Análise dos dados

No Capítulo 6 – Estrutura populacional, as classes etárias para fêmeas e machos foram determinadas segundo o método do Diagrama de Classificação Etária, descrito no Capítulo 5 – Determinação de classes etárias em *Ctenomys minutus*, deste trabalho. Na análise da estrutura etária do total da população capturada, foram utilizados somente dados da primeira captura, sendo excluídos os dados das recapturas. Para descrição de estrutura etária em cada época de amostragem, foram utilizados tanto os dados das primeiras capturas quanto das recapturadas em cada amostragem.

A proporção sexual da população foi calculada com base nos dados da primeira captura (com a exclusão dos dados de recaptura) separados por classe etária. Os resultados são expressos na forma de razão entre número de machos e de fêmeas, sendo o primeiro valor correspondente aos machos e o segundo às fêmeas. As diferenças entre valores obtidos foram testadas com o teste de  $\chi^2$  com correção de Yates, com  $\alpha = 0,05$  (ZAR, 1999).

A estrutura de tamanhos da população foi estudada pela distribuição da frequência de fêmeas e machos em classes de comprimento do corpo. Os dados referentes a comprimento do corpo foram organizados de acordo com classes de comprimento e foi preparado um diagrama de frequência de indivíduos (machos e fêmeas separados) por classe de comprimento. Outro diagrama foi preparado com os dados de todos os indivíduos separados por classe de comprimento, em cada época de amostragem.

Foi utilizada na avaliação do dimorfismo sexual a relação peso X comprimento entre machos e fêmeas. Com base em um diagrama de dispersão de pontos entre  $\ln$  (logarítimo natural) do comprimento do corpo e  $\ln$  do peso, foi calculada a equação de regressão linear para os dois sexos separadamente. As inclinações destas equações foram comparadas pelo teste  $t$  de Student para comparação entre regressões lineares - ANCOVA (ZAR, 1999).

O tamanho médio de primeira maturação, isto é, o comprimento em que 50 % da população está reprodutivamente madura, foi obtido a partir da distribuição da frequência de fêmeas adultas por classe de tamanho.

O número mínimo de indivíduos na população foi calculado pela soma de tocas com capturas e de tocas onde somente foram obtidos registros de atividade. A densidade relativa em cada época de captura foi calculada na forma de número de tocas ativas georreferenciadas por unidade de área (ha) para os locais Maribo e Weber em

cada época de amostragem. Por problemas de disponibilidade de dados, o local Amaral não pode ser avaliado quanto à densidade. As áreas totais utilizadas foram medidas pela construção do menor polígono de quatro lados, definido com base nas tocas com atividade comprovada com posição mais externas em relação a todas as tocas avaliadas em cada época de amostragem. Para tanto foram utilizadas as informações georreferenciadas sobre os pontos de localização da abertura das tocas, sendo a área total calculada com auxílio do programa de análises espaciais Arcview.

Os dados de marcação e recaptura foram analisados para a obtenção de informações adicionais sobre a história de vida da espécie, como, por exemplo, longevidade, frequência de reprodução do indivíduo ao longo do tempo, variação individual de tamanho, tempo de gestação e tempo decorrido para atingir classe etária adulta.

Para analisar os padrões de atividade, foram desenvolvidos dois índices: o Índice de Atividade Individual ( $IA_i$ ), que mede o grau de atividade dos indivíduos nas tocas e o Índice de Atividade da População ( $IA_p$ ), que é utilizado para realizar as comparações do grau de atividade entre diferentes épocas de amostragem.

O **Índice de Atividade Individual** é definido pela seguinte razão:

$$IA_i = n_A / n_R$$

onde:  $IA_i$  = Índice de Atividade Individual;  $n_A$  = número de revisões com registro de atividade em determinada toca com armadilha;  $n_R$  = número total de revisões realizado nesta mesma toca. Quando um indivíduo é capturado, o número de revisões deve ser contado somente até o momento da captura. Se existe movimento na toca após a captura, deve ser considerado o número total de revisões até o final da amostragem.

O  $IA_i$  é um índice que avalia o número de vezes em que houve o bloqueio na toca ou na armadilha, desarme de armadilha ou captura.

O **Índice de Atividade da População** é definido pela expressão abaixo:

$$IA_p = \frac{\sum_{i > 0}^n IA_i}{n_{arm}}$$

onde:  $IA_p$  = Índice de Atividade da População;  $\sum IA_i$  = somatório dos  $IA_i > 0$  de um dia de amostragem; e  $n_{arm}$  = número de armadilhas onde  $IA_i > 0$ .

A utilização do  $IA_p$  permite a comparação entre diferentes dias de amostragem, mesmo que o número de revisões individuais em cada toca ou em cada dia de

amostragem seja diferente. Na avaliação conjunta da atividade nas três áreas de estudo, foi feita a média entre os IA<sub>p</sub> obtidos em cada local de amostragem.

Na análise do movimento das tocas após a captura de indivíduos foi retiradas da amostra a época de captura I1/O1. Na época das duas amostragens realizadas (loais Maribo e Amaral) o método de registro de atividade nas tocas ainda estava sendo desenvolvido, e, nestas amostragens, as revisões nas quais não era percebido movimento dos animais não foram anotadas.

## 5. DETERMINAÇÃO DE CLASSES ETÁRIAS EM *Ctenomys minutus*

### 5.1 Resultados

Para o conjunto de dados estudados, os limites que definem as classes etárias, segundo o método do peso, apresentam os seguintes valores:

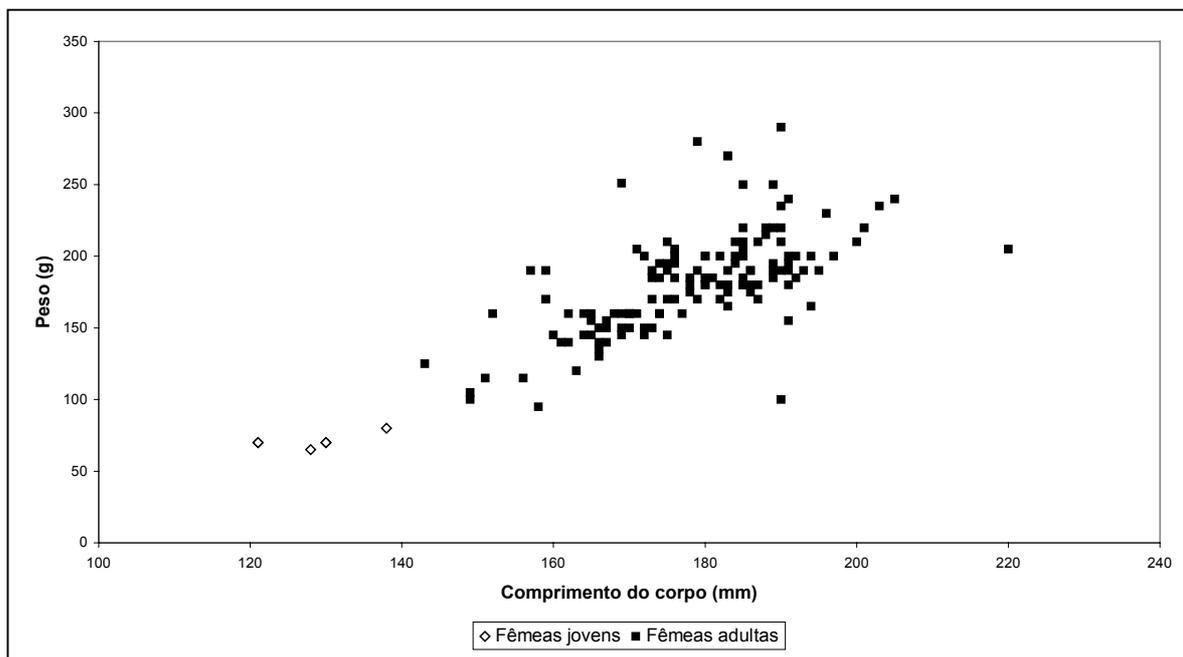
Fêmeas: Jovens  $\leq 87,5$  g < Subadultos < 95 g  $\leq$  Adultos

Machos: Jovens  $\leq 87,5$  g < Subadultos < 230 g  $\leq$  Adultos

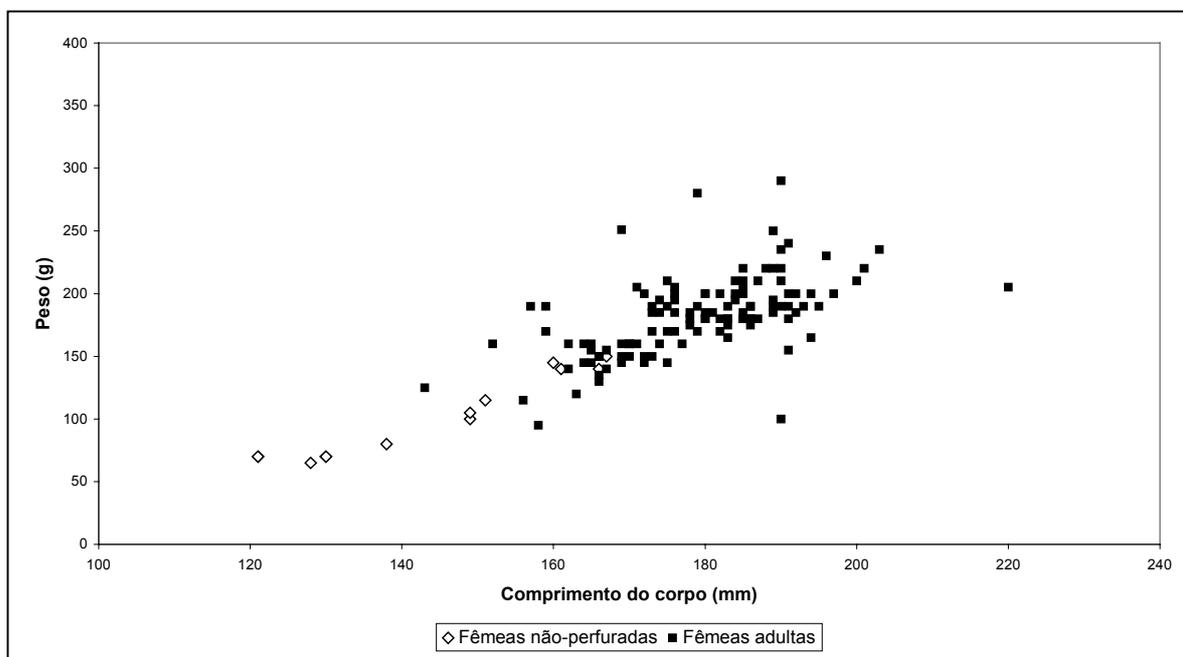
#### 5.1.1 Fêmeas

A classificação dos indivíduos com base no método do peso resulta em uma amostra de fêmeas composta por seis jovens e 136 adultas, não tendo sido identificadas fêmeas subadultas. Analisando o diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso, onde os indivíduos são representados por classe etária elaborada segundo o método do peso (**figura 9**), foram classificados como adultos todos os indivíduos que estão acima de 95 g de peso e de 140 mm de comprimento do corpo. Entretanto, dados de campo sobre o estado reprodutivo das fêmeas capturadas (condição da vagina) apontam a existência de fêmeas não-perfuradas na faixa entre 140 e 168 mm de comprimento do corpo e entre 95 e 150 g de peso (**figura 10**), caracterizando, portanto, uma inadequação na identificação da classe etária destes animais pelo método do peso.

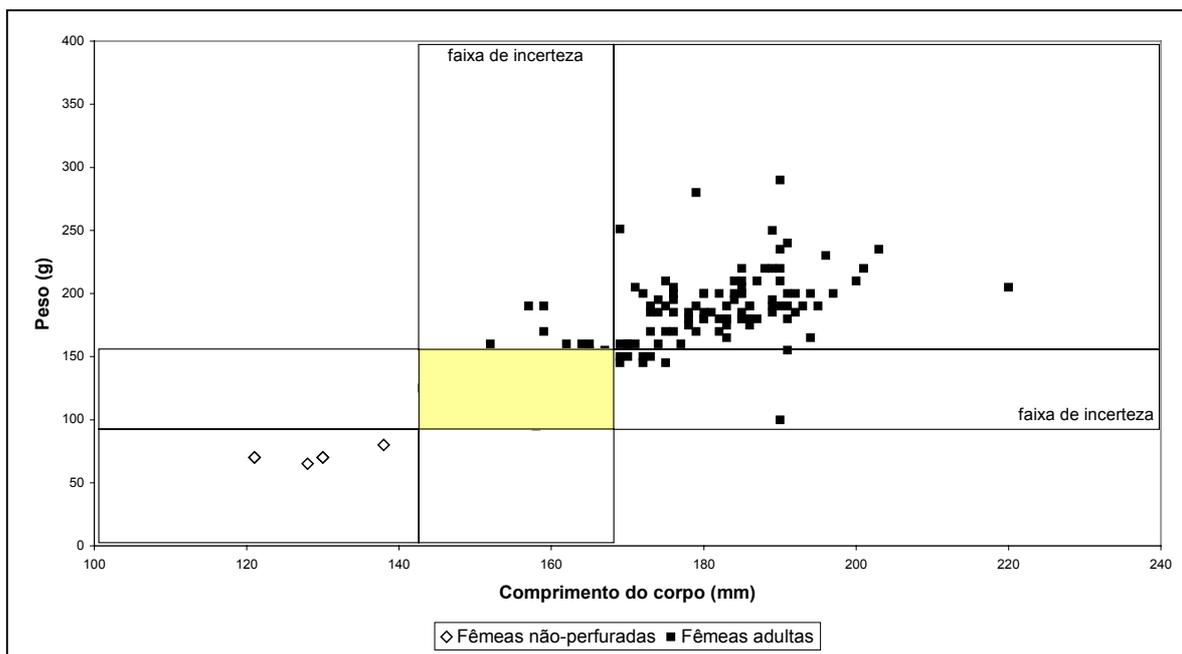
O fato de que existem faixas de valores para ambas as variáveis onde podem ocorrer tanto fêmeas não-perfuradas quanto fêmeas adultas (**figura 10**) indica que, neste intervalo, a utilização de apenas uma medida morfométrica como parâmetro para determinar a idade individual pode produzir resultados incorretos. Estas faixas de valores onde existe a sobreposição podem ser interpretadas como faixas de incerteza da classificação etária (**figura 11**).



**Figura 9.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus*, com destaque para as classes etárias determinadas segundo o método do peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



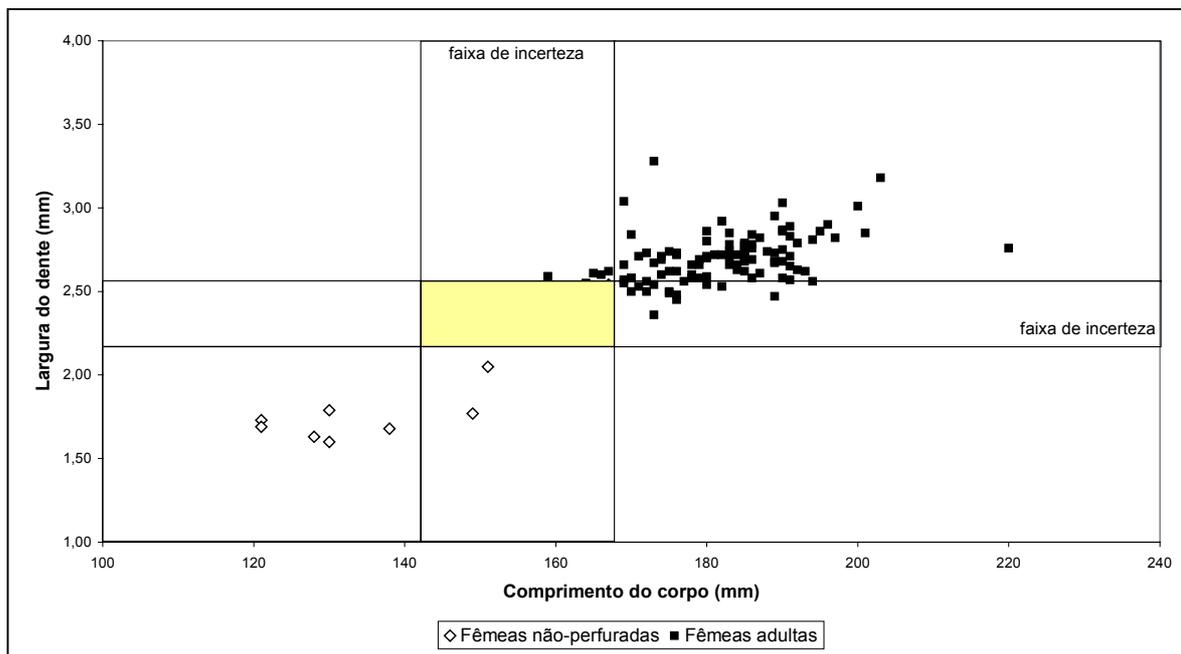
**Figura 10.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (perfuradas, cicatrizadas e prenhes) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



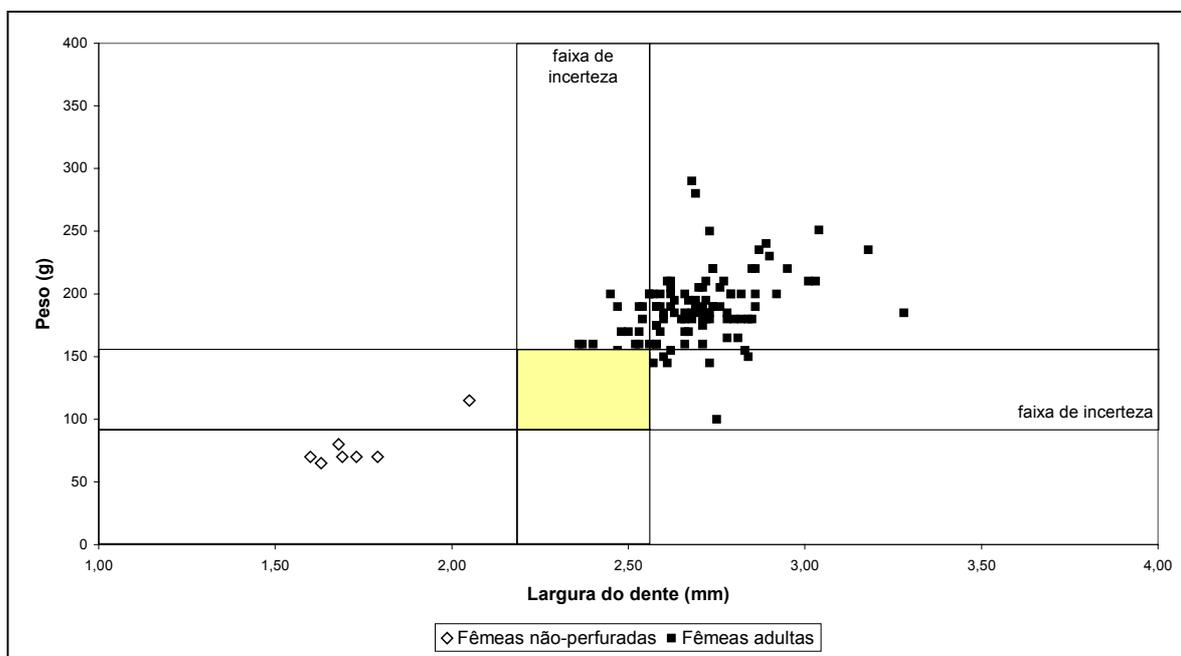
**Figura 11.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (perfuradas, cicatrizadas e prenhes) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002), com destaque para as faixas de incerteza da classificação etária e a região de sobreposição entre as duas categorias.

Nos diagramas de dispersão construídos com as variáveis comprimento do corpo e largura do dente incisivo (**figura 12**) e largura do dente e peso (**figura 13**) é encontrado o mesmo padrão de distribuição dos pontos. Os valores entre 140 e 168 mm de comprimento do corpo e 1,77 e 2,53 mm de largura do dente, ou 95 e 150 g de peso e 2,05 e 2,54 mm de largura do dente, representam as faixas de incerteza de classificação etária, onde tanto podem ser encontrados indivíduos que já participaram do esforço reprodutivo da população, considerados adultos, como indivíduos que ainda não participaram, considerados subadultos.

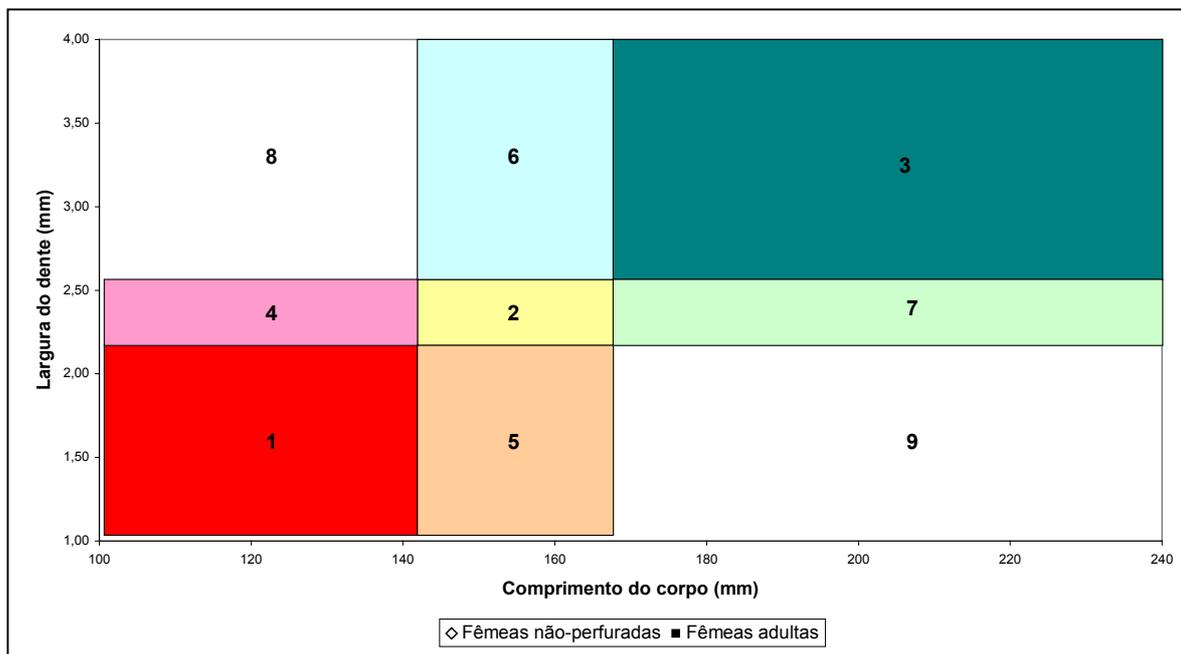
A delimitação gráfica das faixas de incerteza da classificação etária permite a definição de nove regiões de classificação (**figura 14**). Estas foram descritas com base no diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e largura do dente, medidas que sofrem menor influência das condições ambientais.



**Figura 12.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e largura do dente de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (perfuradas, cicatrizadas e prenhes) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002), com destaque para as faixas de incerteza da classificação etária e a região de sobreposição entre as duas categorias.



**Figura 13.** Diagrama de dispersão entre largura do dente e peso total de fêmeas de *Ctenomys minutus* não-perfuradas e adultas (perfuradas, cicatrizadas e prenhes) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002), com destaque para as faixas de incerteza da classificação etária e a região de sobreposição entre as duas categorias.



**Figura 14.** Diagrama de Classificação Etária final proposto para fêmeas de *Ctenomys minutus* (Osório, RS), construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e largura do dente. Dados tomados entre setembro/2001 e novembro/2002.

**Região 1 (vermelha):** o limite superior desta região é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea adulta que possui o menor valor da variável do eixo Y, isto é, a menor fêmea com atividade sexual comprovada. O limite direito é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea adulta que possui o menor valor da variável do eixo X, sendo também a menor fêmea adulta para esta variável.

Esta região engloba o conjunto de pontos que correspondem às fêmeas não-perfuradas jovens. Os valores observados estão abaixo da menor fêmea adulta encontrada e correspondem na maioria, segundo observações de campo, a fêmeas jovens, com idade estimada de não mais que três meses. Neste intervalo, são necessárias as duas medidas morfométricas para a correta classificação dos indivíduos como jovens. Com somente uma delas, é possível que o animal seja classificado erroneamente como jovem, quando deveria ser identificado como subadulto. Neste caso, a informação de uma segunda variável o colocaria na região 4 ou na 5, indicando que o animal já tem um tamanho maior do que o da menor fêmea adulta encontrada.

**Região 2 (amarela):** o limite inferior desta região é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea adulta com menor valor da variável do eixo Y. O limite esquerdo é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea adulta que possui o menor valor da variável do eixo X. Esses limites correspondem às menores

fêmeas encontradas com evidência de atividade reprodutiva e, portanto, às menores fêmeas adultas. Qualquer indivíduo, apresentando valores de X ou Y maiores que estes limites, será necessariamente subadulto ou adulto. O limite superior é dado pela linha que passa no valor que corresponde à fêmea imatura que possui o maior valor da variável do eixo Y. O limite direito é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea imatura que possui o maior valor da variável do eixo X. Esses limites correspondem às maiores fêmeas subadultas e qualquer indivíduo com medidas X e Y maiores do que os valores indicados são necessariamente adultos.

Esta região representa a zona de transição entre os indivíduos jovens e adultos e neste intervalo não é possível definir com certeza a qual classe etária o animal pertence. Provavelmente as fêmeas não-perfuradas que possuem dimensões que as posicionam dentro desta região são subadultas, isto é, animais com condições físicas e fisiológicas de reproduzir, mas que ainda não entraram para a população efetiva no momento da amostragem. Neste intervalo aparecem fêmeas adultas (com atividade sexual) e fêmeas ainda não-perfuradas com tamanho maior ou semelhante ao da menor fêmea adulta, não sendo, portanto, possível identificar a classe etária somente com medidas morfométricas e sem as informações sobre estado reprodutivo ou dados obtidos por autópsia. O estado reprodutivo de fêmeas é facilmente obtido em campo, sendo o dado mais indicado para auxiliar na correta classificação etária sem o sacrifício dos animais. Nesta região, as fêmeas não-perfuradas são consideradas subadultas e aquelas que já apresentam atividade sexual são adultas. Esta sobreposição representa a faixa de valores onde se dá o recrutamento das fêmeas para a fase adulta, isto é, o tamanho a partir do qual os indivíduos subadultos passam a participar da população efetiva.

**Região 3 (verde-escuro):** o limite inferior desta região é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea não-perfurada que possui o maior valor da variável do eixo Y. O limite esquerdo é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea não-perfurada que possui o maior valor da variável do eixo X. Estas duas fêmeas são as maiores subadultas encontradas.

Nos intervalos de valores desta região estão localizados pontos que correspondem somente às fêmeas que já apresentam atividade sexual, classificadas como adultas. Nesta região, bastaria somente o valor de uma das variáveis morfométricas utilizadas na construção do diagrama para a classificação do animal como adulto.

**Região 4 (rosa):** o limite inferior desta região é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea adulta que possui o menor valor da variável do eixo Y. O

limite superior é dado pela linha que passa no valor que corresponde à fêmea imatura que possui o maior valor da mesma variável. O limite direito é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea adulta que possui o menor valor da variável do eixo X.

Embora não tenham sido encontrados na amostra utilizada pontos localizados nesta região, estes representariam indivíduos subadultos. Estes indivíduos já têm um tamanho maior ou igual ao da menor fêmea adulta encontrada e são considerados potencialmente aptos para a reprodução, mesmo que no momento da captura ainda fossem fêmeas não-perfuradas. Para identificar corretamente os animais nesta classe etária são necessários valores das duas variáveis utilizadas.

**Região 5 (laranja):** o limite superior é dado pela linha que passa no valor que corresponde à fêmea adulta que possui o menor valor da variável do eixo Y. O limite esquerdo é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea adulta de menor valor para a variável do eixo X. O limite direito é dado pela linha que passa no valor correspondente à fêmea imatura que possui o maior valor da variável do eixo X.

Da mesma forma que na região 4, os animais encontrados nestas faixas de valores para a variável X são classificados como subadultos. Têm valores maiores ou iguais aos animais que já fazem parte da população efetiva, sendo potencialmente reprodutores. Também, animais situados neste intervalo de valores necessitam das duas medidas para serem classificados corretamente.

**Região 6 (azul-claro):** o limite inferior é dado pela linha que passa no valor que corresponde à fêmea imatura de maior valor para a variável Y. O limite esquerdo é dado pela linha que passa no ponto correspondente à fêmea adulta que possui o menor valor da variável do eixo X. O limite direito é dado pela linha que passa no ponto que corresponde à fêmea imatura de maior valor para a variável do eixo X.

Todos os indivíduos localizados nesta região são classificados como adultos, uma vez que possuem medidas maiores que o limite superior da região 2, definido pelo valor do maior animal imaturo capturado. Neste intervalo, todos os animais capturados apresentaram características que indicam atividade sexual, isto é, já fazem parte do esforço reprodutivo da população e podem ser classificados como adultos somente se o valor obtido para a variável Y estiver disponível.

**Região 7 (verde-claro):** o limite inferior é dado pela linha que passa no valor que corresponde à fêmea adulta de menor valor para a variável Y. O limite superior é dado pela linha que passa no valor que corresponde à fêmea imatura de maior valor

---

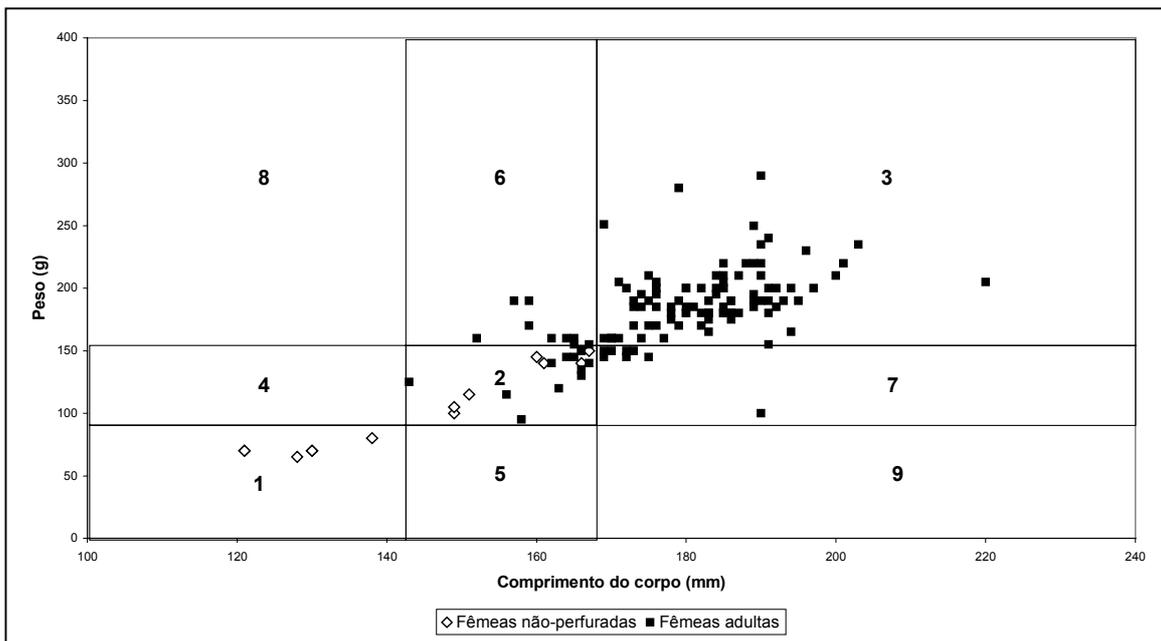
para a variável Y. O limite esquerdo é dado pela linha que passa no ponto correspondente à fêmea imatura que possui o maior valor para a variável do eixo X.

Novamente, todos os indivíduos localizados nesta região são classificados como adultos, uma vez que possuem medidas maiores que o limite direito da região 2, definido pelo valor do maior animal imaturo capturado para a variável em questão. Da mesma forma que para a região 6, estas fêmeas participam da população efetiva, pois apresentaram sinais de atividade reprodutiva (perfuradas, cicatrizadas ou prenhes). Neste intervalo, o valor da variável X é suficiente para definir o indivíduo como adulto. Análogo à região 6.

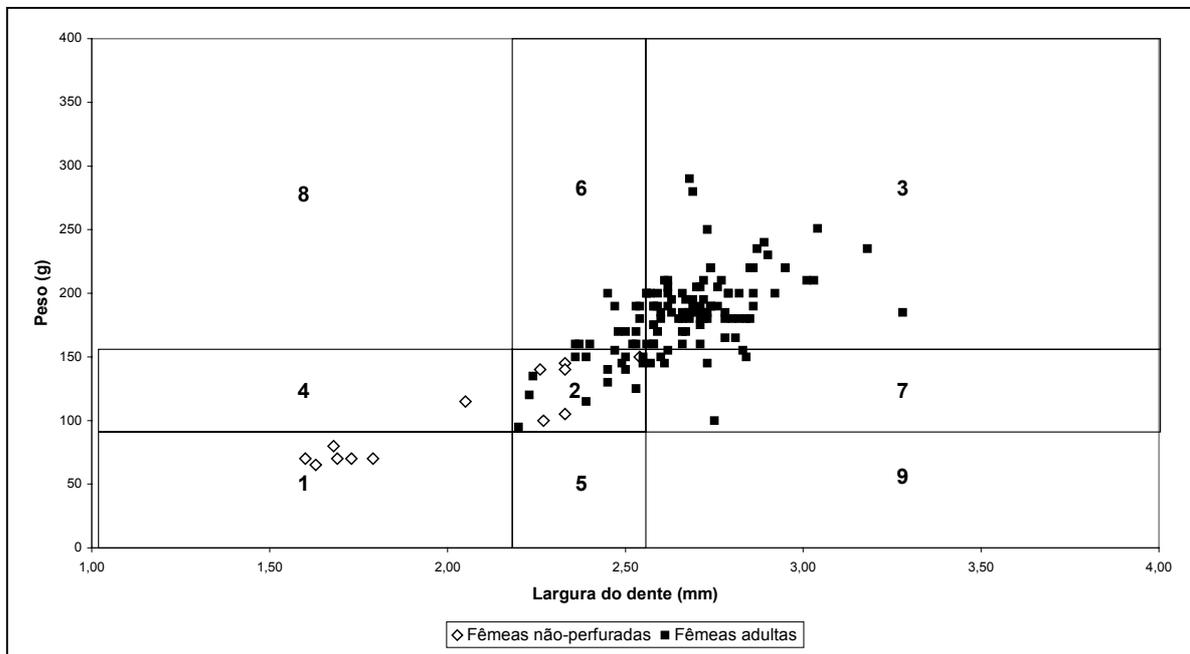
**Regiões 8 e 9:** As regiões não coloridas do diagrama representam zonas onde, possivelmente, seriam encontrados indivíduos com medidas morfométricas que estariam fora dos padrões encontrados para a espécie em questão. Estariam nestas regiões indivíduos com valores desproporcionais como, por exemplo, magro demais para seu comprimento, o que caracterizaria um animal doente ou muito velho. Mesmo com o aumento do  $n$  amostral, não é esperado encontrar indivíduos nestas regiões.

O Diagrama de Classificação e Etária pode ser usado para quaisquer duas variáveis morfométricas, uma vez que dados de estado reprodutivo estejam disponíveis. Os resultados da classificação dos indivíduos são muito semelhantes, conforme pode ser visto nos Diagramas de Classificação Etária construídos para comprimento do corpo e largura do dente (**figura 14**), comprimento do corpo e peso (**figura 15**) e largura do dente e peso (**figura 16**).

A estrutura etária da população de fêmeas resultante da classificação baseada nos três Diagramas de Classificação Etária é igual, independente das variáveis utilizadas na construção dos diagramas, sendo encontrados seis fêmeas jovens (4,2 %), oito subadultas (5,5 %) e 131 adultas (90,3 %). As fêmeas foram identificadas individualmente em cada um dos três diagramas e foi comprovado que cada uma é classificada de forma igual, isto é, na mesma classe etária.



**Figura 15.** Diagrama de Classificação Etária proposto para fêmeas de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



**Figura 16.** Diagrama de Classificação Etária, proposto para fêmeas de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfométricas largura do dente e peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

### 5.1.2 Machos

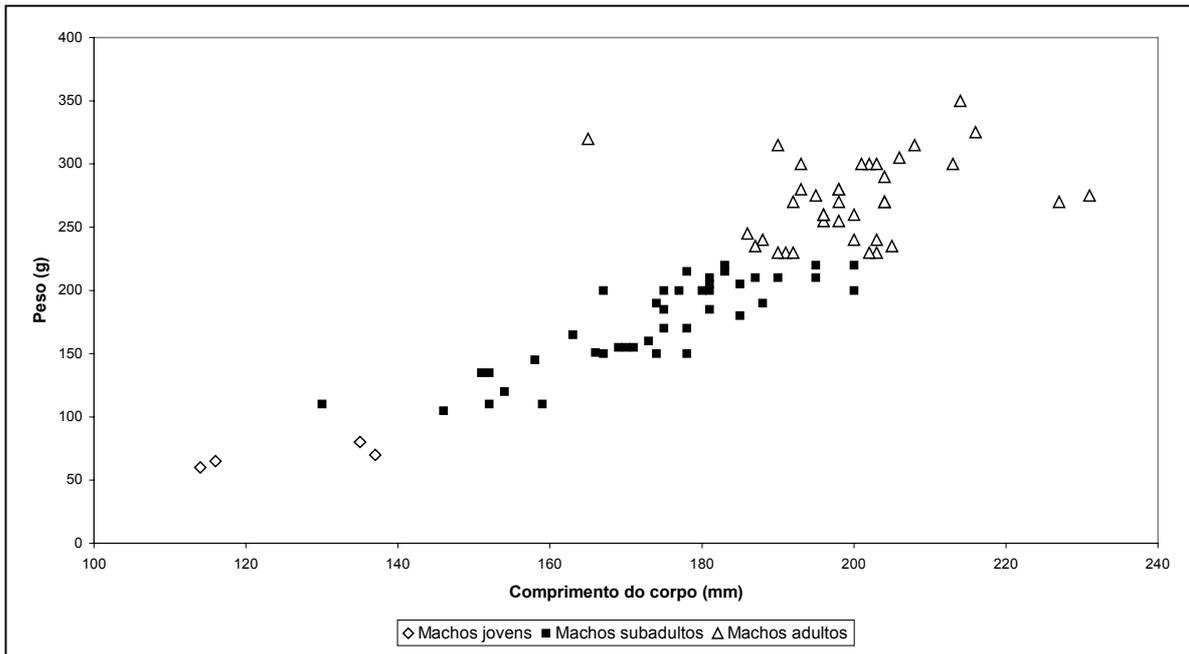
Segundo o método do peso, do total de machos capturados, quatro foram classificados como jovens, 41 como subadultos e 38 como adultos. A **figura 17** mostra o diagrama de dispersão construído com as variáveis comprimento do corpo e peso para machos classificados segundo o método do peso.

A faixa que determina os limites da classe etária para macho subadulto é de 87,5 a 230 g de peso, e corresponde a 130 a 200 mm de comprimento do corpo. Esta é muito ampla em comparação com a das fêmeas, e cerca de 48 % dos machos são classificados como subadultos. Uma vez que para fêmeas o Diagrama de Classificação Etária mostrou ser mais adequado que o método do peso, e que o percentual de machos classificados como subadultos pelo método do peso parece exageradamente grande, optou-se por utilizar para machos os mesmos limites obtidos com o Diagrama de Classificação Etária construído para fêmeas. Esta decisão foi arbitrária e é uma consequência da ausência de metodologia e de informação para classificação etária em machos que reflita dados essencialmente biológicos.

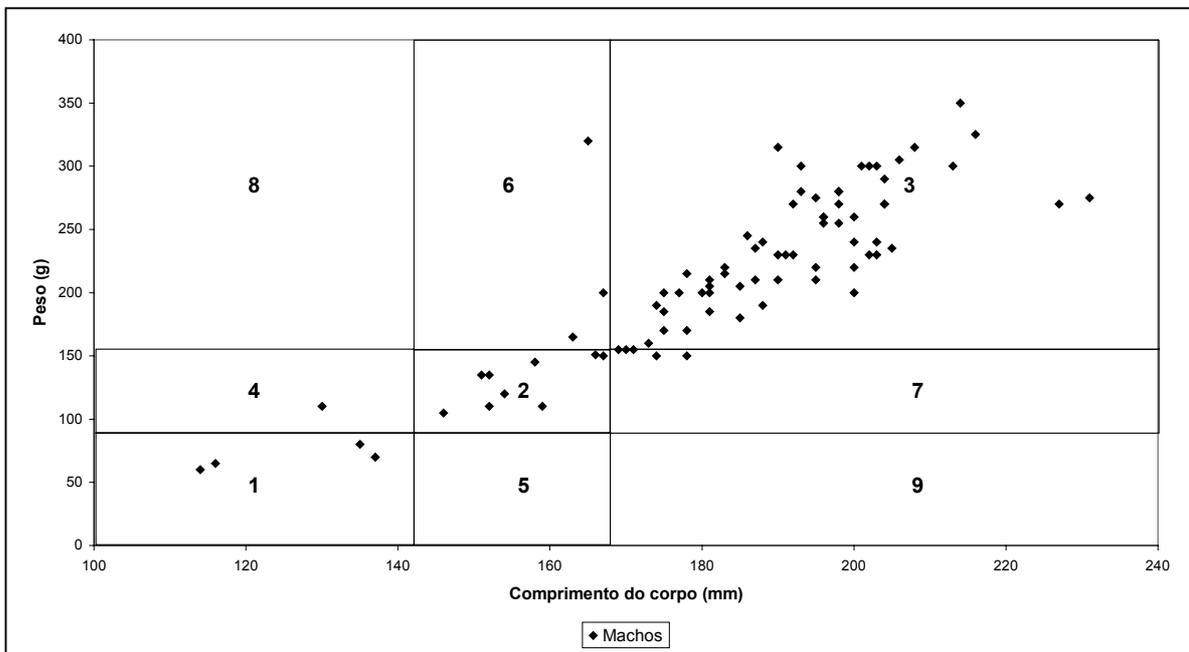
Os limites obtidos com Diagrama de Classificação Etária construído para fêmeas com base nas variáveis comprimento do corpo e peso foram aplicados sobre o diagrama de dispersão obtido para machos (**figura 18**). Assim, segundo este Diagrama de Classificação Etária, foram capturados quatro machos jovens, dez subadultos e 71 adultos.

Os valores de peso considerados como limites das classes etárias determinadas pelo método do peso e os obtidos no Diagrama de Classificação Etária construído com as variáveis comprimento do corpo e peso (**tabela 2**) são diferentes tanto para fêmeas quanto para machos. A principal diferença está na classe etária subadulto, que, quando obtida segundo o Diagrama de Classificação Etária, para fêmeas aumenta a faixa de valores de peso onde os indivíduos são classificados como tal e para machos diminui.

Quando o diagrama é construído com as variáveis comprimento do corpo e largura do dente (**figura 19**), um dos animais classificados como subadulto (região 4) no diagrama anterior passa a ser classificado como jovem. Esta mudança se dá pela ausência da variável peso na construção do diagrama. Na verdade, este indivíduo tem medidas de comprimento do corpo e largura do dente semelhantes às medidas de outros indivíduos jovens, mas possui um peso maior do que o esperado para seu



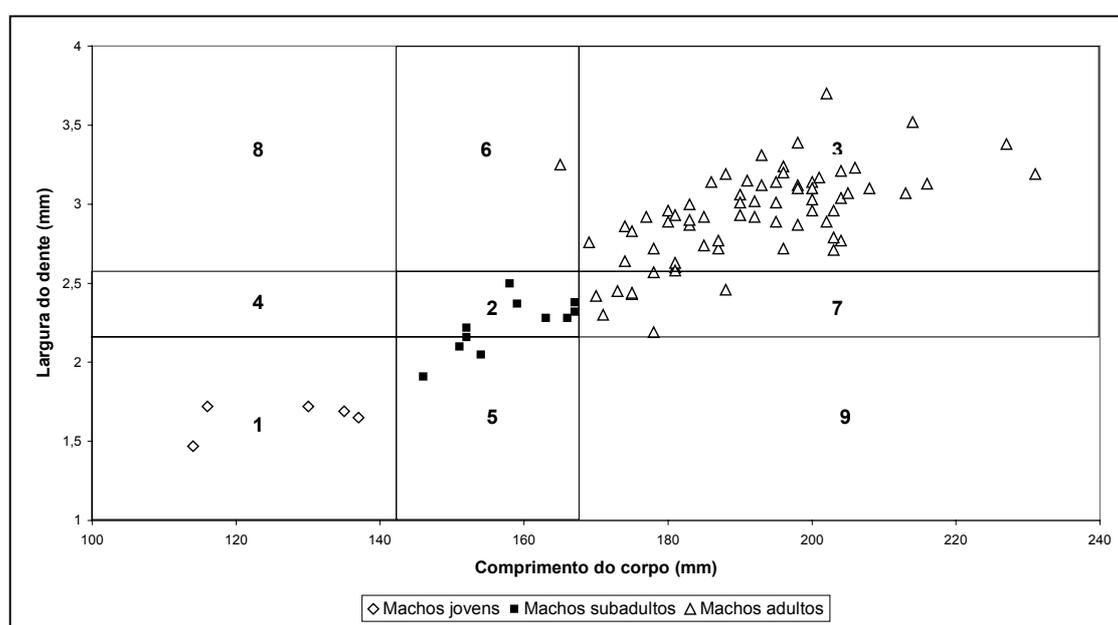
**Figura 17.** Diagrama de dispersão entre comprimento do corpo e peso total de machos de *Ctenomys minutus*, com destaque para classes etárias segundo o método do peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



**Figura 18.** Diagrama de Classificação Etária proposto para machos de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e peso (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

**Tabela 2.** Limites de valores de peso que definem as classes etárias para fêmeas e machos de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002) classificados utilizando o método do peso (P) e o Diagrama de Classificação Etária (DCE). N é o número de indivíduos nas classes etárias classificados segundo cada método.

Sexo	Método	Limites das Classes Etárias (g)							Total
		Jovem (superior)	N	Subadulto (inf – sup)	N	Adulto (inferior)	N	Não classif.	
Fêmeas	P	87,5	6	87,5 – 95	0	95	136	3	145
	DCE	95	6	95 – 150	8	150	131	0	145
Machos	P	87,5	4	87,5 – 230	41	230	38	2	85
	DCE	95	4	95 – 150	10	150	71	0	85



**Figura 19.** Diagrama de Classificação Etária proposto para machos de *Ctenomys minutus*, construído com as variáveis morfológicas comprimento do corpo e largura do dente (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

tamanho. Neste caso, o indivíduo foi considerado um animal jovem. Com base neste diagrama, foram capturados, portanto, cinco machos jovens, 11 subadultos e 69 adultos.

Segundo o método do Diagrama de Classificação Etária construído com as variáveis morfológicas comprimento do corpo e largura do dente, do total de 230 animais capturados, 11 eram jovens (4,8 %), 19 subadultos (8,2 %) e 200 adultos (87,0 %).

## 5.2 Discussão

Os vários métodos existentes para identificação da idade em pequenos mamíferos são baseados, em sua maioria, em estruturas internas de crescimento contínuo como o cristalino do olho, ossificação da cartilagem da epífise ou o comprimento do fêmur, características cranianas, nascimento e desgaste dos dentes e desenvolvimento da raiz do molar (LORD, 1959; MYERS & GILBERT, 1968; ADAMCZEWSKA-ANDRZEJEWSKA, 1972; KRAVETZ *et al.*, 1981; CHOU *et al.*, 1998; VILLA *et al.*, 1999; YU & LIN, 1999; OLSSON *et al.*, 2002). Estes métodos, além de exigirem o sacrifício dos animais, exigem também o conhecimento prévio detalhado da biologia, morfologia e o histórico de nascimentos dos animais. Diante da dificuldade de se trabalhar com a idade cronológica dos indivíduos, a classificação dos mesmos em classes etárias é uma alternativa para o estudo de estrutura etária de populações. Além dos métodos citados acima, que também são utilizados para identificação de classes etárias, existem metodologias que utilizam informações de características externas dos animais que podem ser obtidas facilmente em campo e sem o sacrifício dos mesmos, como medidas corporais e padrões de pelagem e de muda (VILLA *et al.*, 1999).

Muitos autores baseiam a classificação etária no peso dos indivíduos capturados. Assumindo que o aumento de tamanho está diretamente relacionado com o aumento de idade, o peso total (um indicador de massa corporal) pode ser usado como fator de determinação de idade uma vez que é uma medida de tamanho (UHLIG, 1955; MORRIS, 1972). Isto é aceitável durante o desenvolvimento inicial de mamíferos, quando o crescimento é contínuo, sendo um meio útil de separação dos indivíduos jovens dos adultos em uma população (DeBLASE & MARTIN, 1981). Entretanto, uma vez que o animal atinge o tamanho adulto, o peso passa a não ser um indicador de idade confiável porque o peso de um mesmo indivíduo pode variar com a estação do ano e a condição física (VILLA *et al.*, 1999). A utilização do peso como medida única para a classificação etária é dificultada também pela possível variação sazonal de disponibilidade de recursos, desvio de peso verificado em fêmeas prenhes, animais doentes ou com peso acima ou abaixo do esperado para a idade no momento da captura, além de variações inter-anuais ou interpopulacionais. Utilizando os pesos dos indivíduos como determinante de classes etárias em um trabalho de longa duração com esquilos voadores, VILLA *et al.* (1999) encontraram diferenças significantes entre sexos, estações e classes etárias. Assim, para estes animais, o peso pode ser útil para distinguir diferentes classes etárias em campo, mas está relacionado diretamente com

as diferentes estações do ano. Estes autores afirmam também que alguns indivíduos têm a capacidade de comer uma quantidade maior de alimentos que outros, o que acarreta um desvio de peso independente da idade. Portanto, para esta espécie, por exemplo, o peso, por si só, não deve ser utilizado para distinguir classes etárias. Estudos realizados para avaliar taxas de crescimento em espécies de pequenos roedores dos gêneros *Microtus* e *Sigmodon* mostraram evidências de que existe crescimento corporal diferenciado entre as estações do ano. Em ambientes sazonais, animais nascidos no início da estação de crescimento crescem mais rapidamente que os nascidos no final da estação. No final da primavera, animais nascidos no outono anterior (de crescimento lento) e nascidos no início desta mesma primavera (crescimento rápido) podem apresentar o mesmo peso, embora tenham idades diferentes (SLADE *et al.*, 1984; SAUER & SLADE, 1986; NEGUS & BERGER, 1988). Esta variação sazonal no crescimento faz com que o peso seja um índice pouco acurado para a determinação de idade em pequenos roedores (BROWN, 1973; SAUER & SLADE, 1986).

Os exemplos acima ilustram a dificuldade de se estabelecer uma classificação etária confiável com base somente em uma medida corporal como o peso. A metodologia mais adequada seria a que possibilita a eliminação (ou pelo menos a diminuição) destas interferências utilizando parâmetros menos suscetíveis às variações circunstanciais das condições ambientais, saúde ou estado reprodutivo dos animais, tais como estruturas com desenvolvimento morfológico contínuo (cristalino, ossos ou dentes, por exemplo). Em trabalhos *in vivo*, a utilização de, além do peso, medidas corporais como comprimento do corpo ou largura do dente incisivo (no caso de tuco-tucos) parece a forma mais viável de trabalho.

Até o momento, na maioria dos estudos com tuco-tucos, a classe etária foi determinada com base em estruturas internas, isto é, com sacrifício dos animais, para a obtenção das informações necessárias. O método descrito por PEARSON *et al.* (1968) em estudo com *C. talarum* e utilizado por MALIZIA & BUSCH (1991) para a mesma espécie e ZENUTO & BUSCH (1998) para *C. australis* classifica os indivíduos de acordo com o grau de ossificação da epífise do úmero em seis classes etárias. O peso seco do cristalino (LORD, 1959; ADAMCZEWSKA-ANDRZEJEWSKA, 1972), que é considerado bom indicador de idade em populações silvestres, dado seu crescimento contínuo e baixa variabilidade frente a modificações das condições de hábitat (LORD, 1959; MYERS & GILBERT, 1968; KRAVETZ *et al.*, 1981), foi usado por PEARSON *et al.* (1968) e MALIZIA & BUSCH (1991) em estudo com *C. talarum*, e por ROSI *et al.* (1992;

1996) para *C. mendocinus*. Este método também leva à identificação de seis classes etárias, que estão de acordo com as obtidas pelo método anterior, sendo elas as seguintes: Classe I – 0 a 3 meses, Classe II – 3 a 6 meses, Classe III – 6 a 9 meses, Classe IV – 9 a 12 meses, Classe V – mais de 12 meses e Classe VI – indivíduos com sinais de senilidade. Estas classes etárias são bem definidas e detalhadas, e estão associadas a, além de características internas, informações sobre peso e estado reprodutivo.

A observação de mudanças na coloração da pelagem (uma alternativa para classificação etária; WILKS, 1963; VILLA *et al.*, 1999) não pode ser utilizada para tuco-tucos, pois até o momento, não existem trabalhos que comprovem mudanças na coloração ou textura do pelo nestes animais, embora muitas vezes tenha sido detectada em campo uma leve diferença de coloração entre a parte posterior e a parte anterior do dorso (ver item 6.2 – Observações gerais de campo, do Capítulo 6 – Estrutura populacional).

Em estudos *in vivo* com tuco-tucos, o método mais utilizado para a classificação etária dos animais leva em consideração o peso, o estado reprodutivo e a permanência ou não dos indivíduos no sistema de tocas materno (BRETSCHNEIDER, 1987; GASTAL, 1991; MARINHO, 1997; SILVA, 1999; HEUSER, 2001; FERNÁNDEZ, 2002; TCHAICKA, 2002). Nestes casos, a classificação etária é menos precisa, subdividindo a população nas classes jovem, subadulto e adulto. Este método, entretanto, apresenta problemas de ordem prática, uma vez que, para sua correta utilização, é necessário que se obtenham evidências de que os indivíduos jovens estão vivendo na toca materna, ou que indivíduos subadultos estão vivendo em seu próprio sistema de túneis. Mesmo que, após a captura de um indivíduo em um sistema de túneis, se realize um controle dos bloqueios na abertura da toca onde foi realizada a captura para obter a informação sobre a presença ou não de outro animal no mesmo sistema de túneis, é difícil afirmar com exatidão se o movimento, quando existe, foi realizado por um indivíduo jovem ou adulto. Sem a captura do mesmo, não é possível identificar sua idade ou classe etária. Se o indivíduo capturado for, por exemplo, uma fêmea de 110 g (subadulta), o animal que ainda está na toca tanto pode ser um jovem ou subadulto (irmão) ou um adulto (parceiro para acasalamento ou sua mãe). No presente trabalho, mesmo com as informações obtidas com o registro de atividade nas tocas não foi possível responder a esta questão. Para chegar à classificação etária pelo método do peso para a população em estudo, foi necessário ignorar os dados de atividade nas tocas após a captura de indivíduos. Isto ocorreu porque foram detectados movimentos após a retirada dos

animais em tocas onde foram realizadas capturas de indivíduos com peso próximo aos limites das classes jovem e subadulto. Entretanto, como não houve a captura do segundo indivíduo, não foi possível determinar se o mesmo era parceiro, irmão ou mãe. No método do peso, não são levadas em consideração possíveis diferenças entre os sexos na idade de saída da toca materna e início da vida independente. Até o momento, os trabalhos publicados sobre tuco-tucos não avaliam este tipo de detalhe. O método do Diagrama de Classificação Etária, aqui proposto, permite a classificação dos indivíduos nas classes jovem, subadulto e adulto sem a informação adicional de permanência no sistema de túneis materno.

A construção de diagramas de dispersão entre variáveis morfométricas é uma ferramenta útil para visualizar a organização dos indivíduos de uma população segundo suas medidas corporais. Os pontos aparecem ordenados de modo a agrupar animais de medidas semelhantes, mostrando o gradiente existente entre jovens e adultos. A associação destas informações com dados biológicos como estado reprodutivo torna possível a sugestão de uma classificação etária baseada em relações morfométricas entre duas variáveis e dados reprodutivos, fácil de ser utilizada em estudos *in vivo*. No método aqui desenvolvido, o cruzamento das informações de estado reprodutivo de fêmeas com a localização dos pontos em diagramas de dispersão indica a existência de diferentes regiões onde predominam indivíduos jovens ou adultos, e uma região de transição entre as duas classes. Nos diagramas de dispersão utilizados neste estudo, com pontos discriminados conforme o estado reprodutivo das fêmeas, é possível identificar claramente as regiões onde existem somente fêmeas não-perfuradas (região 1, **figura 14**), somente fêmeas adultas (região 3, **figura 14**) e a região de sobreposição entre fêmeas não-perfuradas e fêmeas adultas (região 2, **figura 14**). Esta última região representa a faixa de valores (para as variáveis utilizadas) onde se dá transição entre jovens e adultos. Nela tanto podem ser encontrados indivíduos que já participaram do esforço reprodutivo da população (fêmeas perfuradas, cicatrizadas e prenhes), consideradas adultas, como indivíduos que ainda não participaram de tal esforço (fêmeas não-perfuradas). Estes são indivíduos que já estão física e fisiologicamente aptos para reprodução, mas que até o momento da captura ainda não participaram do esforço reprodutivo (isto é, não apresentaram evidências de cópula), sendo considerados portanto subadultos.

Os resultados demonstram que a utilização de pelo menos duas medidas corporais, associadas às informações de estado reprodutivo para fêmeas, permite a construção de um gráfico de dispersão de pontos útil para uma classificação etária mais

acurada e biologicamente mais consistente para fêmeas de *Ctenomys minutus*. Com base nesta constatação, é proposto aqui o **Diagrama de Classificação Etária** construído com duas variáveis morfométricas e associado a dados de estado reprodutivo. Para a construção do diagrama, são definidos os limites da zona de sobreposição de fêmeas não-perfuradas e fêmeas adultas (perfuradas, cicatrizadas e prenhes) com duas linhas verticais e duas horizontais que passam nos pontos que representam as fêmeas não-perfuradas com medidas maiores (sejam quais forem as variáveis utilizadas) e as fêmeas adultas menores. Estas linhas delimitam 9 regiões diferentes no diagrama, descritas em detalhe nos resultados deste capítulo.

Desenvolvido inicialmente para fêmeas, o Diagrama de Classificação Etária pode ser construído com quaisquer duas medidas corporais (ou outras variáveis como, por exemplo, o peso do cristalino do olho). Entretanto, devem ser usadas preferencialmente medidas que expressem o tamanho ou peso de estruturas de crescimento progressivo constante, que não sofram desgaste diário nas atividades vitais do animal. Neste caso, não seriam indicadas medidas como comprimento do dente incisivo e unhas (que sofrem desgaste na atividade de alimentação e escavação), comprimento total ou da cauda (vários indivíduos apresentam cicatrizes ou tamanho fora do padrão, que indicam o corte da extremidade da cauda).

Dentre as medidas testadas na construção dos diagramas, as medidas de fácil obtenção em campo mais indicadas para tuco-tuco seriam o comprimento do corpo e a largura do dente incisivo, por serem medidas morfométricas que não diminuem ao longo do tempo como poderia acontecer com o peso. Entretanto, quando se trabalha com animais que não serão anestesiados, medidas como comprimento do corpo e largura do dente são difíceis de serem tomadas. A alternativa seria estabelecer um Diagrama de Classificação Etária para um conjunto de dados já disponível para a espécie, tendo como uma das variáveis o peso (peso x comprimento do corpo, por exemplo). A partir deste, a obtenção do peso em campo em estudos posteriores seria suficiente para identificar animais adultos e somente os animais que caíssem nas regiões duvidosas é que precisariam ser anestesiados para obtenção de outras medidas morfométricas.

Quando disponíveis, dados de características internas utilizados para classificação etária (em geral mais precisos) como, por exemplo, comprimento do fêmur, ossificação da epífise ou estrutura de gônadas podem ser associados às informações obtidas em campo para melhorar a acuracidade do resultado ou a classificação etária baseada no diagrama. Com o acúmulo de um certo número de

---

observações, este diagrama pode ser utilizado para classificação etária mais rápida em campo, observando-se as zonas descritas para o diagrama.

Um dos problemas apresentados pelo método do Diagrama de Classificação Etária é que este ainda não consegue resolver esta questão com relação aos machos. A classificação dos mesmos nas categorias jovem, subadulto e adulto é dificultada pela ausência de características externas que possam ser usadas para determinar o estado reprodutivo, uma informação auxiliar no método elaborado. Por este motivo, é proposto para *C. minutus* que o diagrama de classificação etária obtido para fêmeas seja usado também para machos, identificando como subadultos todos os indivíduos que estiverem nas regiões dois, quatro e cinco do diagrama.

Para fêmeas o Diagrama de Classificação Etária, aferido por dados de campo sobre estado reprodutivo, demonstrou ser mais acurado biologicamente do que a classificação segundo o método do peso. Entretanto, para classificação etária de machos sem sacrifício dos indivíduos, tanto o método do peso quanto o Diagrama de Classificação Etária apresentam o mesmo problema: falta de indicadores corporais externos sobre atividade reprodutiva. Portanto não é possível afirmar qual dos dois seria o mais adequado. A comparação entre a utilização dos dois métodos sobre o mesmo conjunto de dados indica que os resultados são bastante diferentes. Pelo método do peso, a amplitude de pesos de machos subadultos é maior do que a definida pelo Diagrama de Classificação Etária e resulta em um número bem maior de machos classificados como subadultos. A amplitude de comprimento do corpo resultante do método do peso parece excessivamente grande, sobrepondo-se a quase todos os tamanhos, exceto os maiores. Neste sentido, o Diagrama de Classificação etária parece mais adequado, embora seja possível que esteja subestimando o número de machos subadultos.

O método do Diagrama de Classificação Etária apresenta limites entre as categorias baseados em informações de campo que parecem ser mais corretos do ponto de vista biológico do que os determinados pelo método do peso. Além disso, neste método todos os animais capturados foram classificados em uma das três classes etárias, enquanto que utilizando somente a variável peso, três animais não puderam ser classificados por falta desta informação.

Segundo o Diagrama de Classificação Etária construído para fêmeas de *C. minutus* no presente estudo, e feita a associação com seus dados de estado reprodutivo, foram capturadas seis fêmeas jovens, oito subadultas e 131 adultas. Estes resultados diferem dos encontrados quando o mesmo conjunto de dados foi classificado pelo

método do peso (seis fêmeas jovens, nenhuma subadulta, 136 fêmeas adultas e três sem classificação) principalmente pela ausência de fêmeas subadultas. Também, na classificação para machos segundo o Diagrama de Classificação Etária, existem, no universo amostral utilizado neste estudo, cinco machos jovens, onze subadultos e 69 adultos, uma proporção diferente da obtida pelo método do peso (quatro jovens, 41 subadultos e 38 adultos). A estrutura etária final encontrada segundo o Diagrama de Classificação Etária para *C. minutus* (4,8 % jovens, 8,2 % subadultos e 87,0 % adultos) é semelhante àquelas obtidas em métodos baseados em características internas para outras espécies. Em estudo realizado com a espécie *C. talarum*, BUSCH *et al.* (1989) encontraram 19,5 % subadultos e 79,5 % adultos e MALIZIA *et al.* (1991), 80 % de adultos. GALLARDO & ANRIQUE (1991) relatam 21 % juvenis e 78 % adultos para *C. maulinus brunneus*. ROSI *et al.* (1996) apontam 73 % de adultos em estudo realizado com *C. mendocinus*. O estudo realizado com características internas que apresenta menor proporção de adultos é o de MALIZIA *et al.* (1991), com 68 % adultos *C. australis*. Estas informações indicam que o método proposto é coerente com a classificação etária observada quando são analisadas características internas.

Em trabalhos futuros, dados de características internas para estado reprodutivo e classe etária podem ser utilizados para aperfeiçoar ou refutar a proposição de utilização do Diagrama de Classificação Etária. O diagrama, tal como aqui proposto, não deve ser entendido como um método finalizado, mas deve ser testado, corrigido e aperfeiçoado em novos estudos. O acúmulo de dados de fêmeas tornaria possível que a classificação permitisse cálculo de confiança da classificação individual, uma ferramenta para responder, por exemplo, qual a probabilidade de que uma fêmea na região 2 seja adulta ou subadulta. O teste de outras variáveis morfométricas ampliaria a utilização do diagrama. A calibração do diagrama com dados de estrutura interna, mensurações de concentração hormonal, estudos de comportamento sexual, cuidado das crias ou época de desmame (com a utilização de microcâmeras remotas, por exemplo) permitiria o aumento da precisão da classificação dos animais, e até mesmo chegar à idade cronológica dos indivíduos. Para machos, seriam necessários estudos com sacrifício de indivíduos para que se obtivessem informações precisas sobre o estado reprodutivo que fossem associadas a medidas morfométricas externas e poderiam gerar um diagrama baseado em informações biológicas consistentes.

Acreditamos que a utilização do Diagrama de Classificação Etária apresente algumas vantagens, como o fato de ser um sistema de classificação baseado em critérios facilmente mensuráveis e uma vez bem estabelecido, pode ser utilizado como chave de

---

classificação etária. O método identifica diferentes níveis de dificuldade da classificação, desde um nível mais simples onde apenas uma variável basta para determinar a classe etária até um nível mais complexo em que informações biológicas adicionais (como estado reprodutivo) são necessárias para classificar os indivíduos. A configuração do diagrama permite que este sofra aperfeiçoamento à medida que são acumulados mais dados sobre as espécies estudadas e permite também sua modificação para teste de novas variáveis, como outros indicadores tais como peso do cristalino ou comprimento do úmero. Estas informações internas serviriam como instrumentos de calibração do diagrama. Também, conforme se acumulam dados sobre dada espécie, será possível obter uma estimativa probabilística sobre a chance de um dado indivíduo com X e Y características pertença a uma ou outra classe etária. Finalmente, a utilização do diagrama proposto permite classificação etária sem a informação sobre a permanência no sistema de túneis materno, a qual é de difícil obtenção e crucial para a utilização do método do peso. Por outro lado, o Diagrama de Classificação Etária ainda não resolve adequadamente o problema de classificação dos machos somente com informações de estruturas externas. Além disso, da forma como está proposto, não permite uma classificação etária tão precisa quanto a obtida em métodos baseados em características internas nem a determinação da idade cronológica. Seria importante investigar a real condição reprodutiva dos machos e se há ou não subestimativa de número de indivíduos subadultos.

## 6. ESTRUTURA POPULACIONAL

### 6.1. Resultados

Foram capturados e marcados 191 animais. No ponto Maribo foram capturados 60 animais (24 machos e 36 fêmeas), no ponto Weber, 77 animais (31 machos e 45 fêmeas) e no ponto Amaral 55 animais (18 machos e 37 fêmeas). Ao longo do período do estudo, foram recapturados quatro machos e nove fêmeas no ponto Maribo, quatro machos e 13 fêmeas no ponto Weber e quatro machos e cinco fêmeas no ponto Amaral. Ao todo, foram recapturados 39 animais, totalizando 230 eventos de captura. Detalhes das capturas e recapturas obtidas em cada estação podem ser vistos na **tabela 3**.

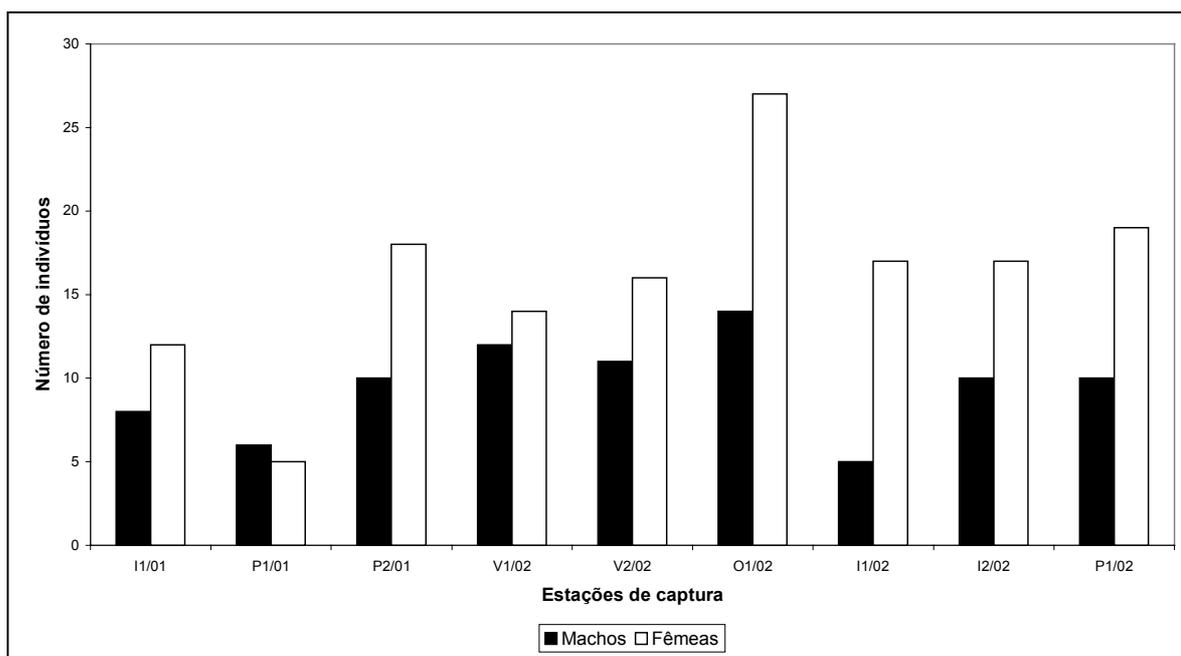
O número de fêmeas capturadas em cada estação de amostragem foi sempre maior que o número de machos, com exceção da primeira amostragem da primavera (P1/01, **figura 20**). A amostragem de outono (O1/02) foi a que apresentou maior número de indivíduos capturados, e também a maior diferença entre o número de machos e de fêmeas.

A construção do Diagrama de Classificação Etária (método descrito no capítulo 5 – Determinação de classes etárias em *Ctenomys minutus*) foi realizada para fêmeas utilizando as variáveis comprimento do corpo e largura do dente (**figura 21**) e as regiões obtidas neste foram utilizadas também para machos (**figura 22**). Os pontos localizados na região 1 do diagrama correspondem a indivíduos jovens; os localizados nas regiões 4 e 5 correspondem a indivíduos subadultos; os localizados nas regiões 3, 6 e 7 correspondem a indivíduos adultos. Para fêmeas, a região 2 do diagrama indica a faixa de comprimento do corpo e largura do dente onde estão localizados os pontos que correspondem a indivíduos subadultos ou adultos, conforme o estado reprodutivo observado. Para machos, todos os pontos localizados nesta região correspondem a animais que foram considerados subadultos.

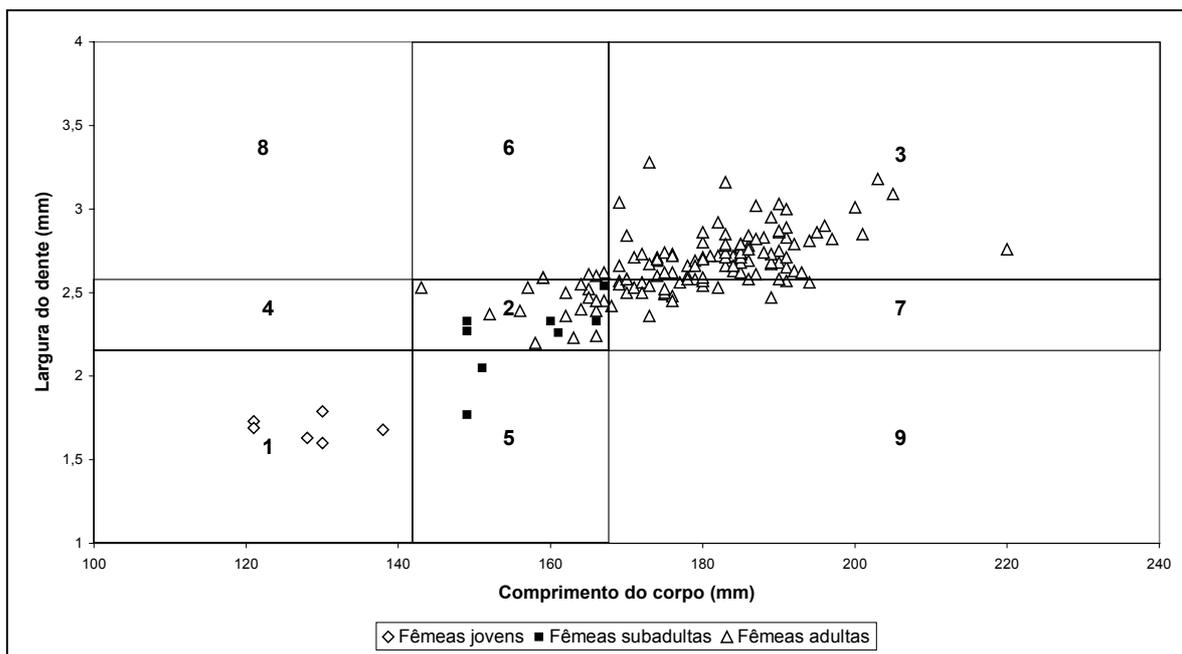
**Tabela 3.** Número de *Ctenomys minutus* capturados (C) e recapturados (R) nos pontos Maribo, Weber e Amaral nas diferentes estações de captura (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). M = machos; F = fêmeas; G = geral para machos e fêmeas somados. Para abreviaturas das épocas, vide **tabela 1**.

Época	Maribo				Weber				Amaral				Total		
	Machos		Fêmeas		Machos		Fêmeas		Machos		Fêmeas		M	F	G
	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R	C	R			
I1/01	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	8	-	8	12	20
P1/01	2	-	2	-	4	-	3	-	-	-	-	-	6	5	11
P2/01	3	1	3	-	2	-	7	-	2	2	7	1	10	18	28
V1/02	3	-	4	-	5	-	4	-	2	1	5	1	11	14	25
V2/02	5	-	5	-	2	1	4	-	3	-	7	-	11	16	27
O1/02	3	1	3	2	3	1	6	3	5	1	10	3	14*	27*	41
I1/02	1	-	10	2	4	-	3	2	-	-	-	-	5	17	22
I2/02	3	-	2	2	5	2	11	2	-	-	-	-	10	17	27
P1/02	2	2	3	3	6	-	7	6	-	-	-	-	10	19	29
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>31</b>	<b>4</b>	<b>45</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>37</b>	<b>5</b>	<b>85</b>	<b>145</b>	<b>230</b>

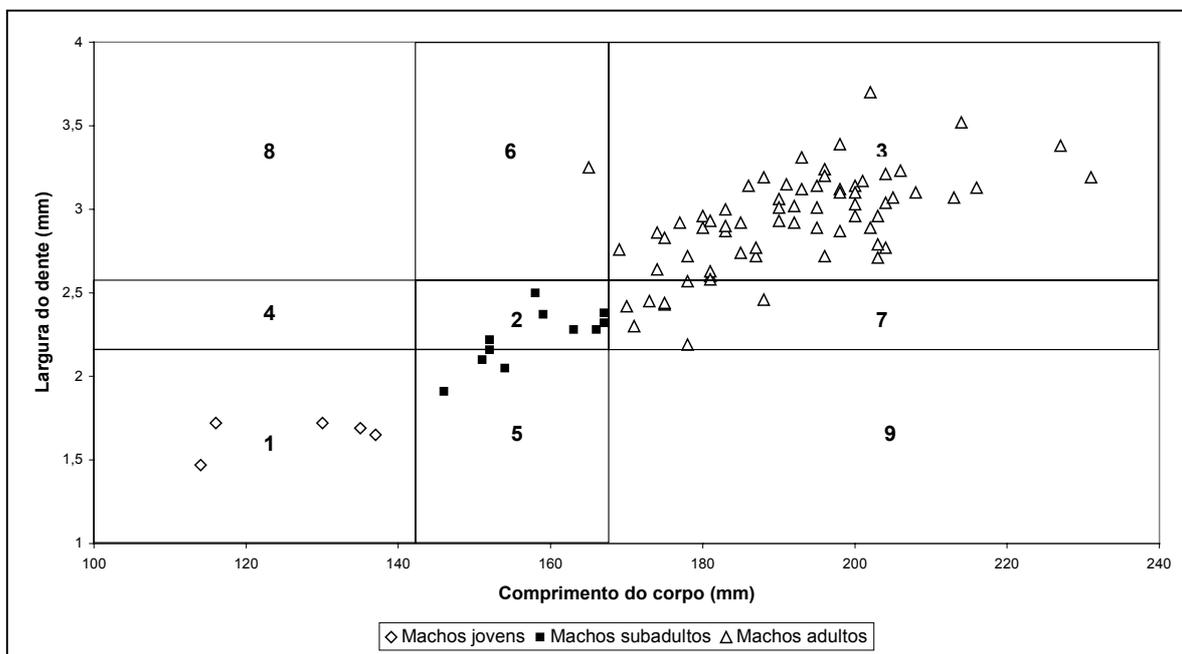
\* Valores diferentes estatisticamente, teste  $\chi^2$  com correção de Yates,  $\alpha = 0,05$ .



**Figura 20.** Número de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada estação de captura, separados por sexo (incluindo as recapturas) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



**Figura 21.** Diagrama de Classificação Etária para fêmeas de *Ctenomys minutus* construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e largura do dente incisivo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



**Figura 22.** Diagrama de Classificação Etária para machos de *Ctenomys minutus* construído com as variáveis morfométricas comprimento do corpo e largura do dente incisivo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

Para avaliar a estrutura etária e a proporção sexual geral da população, foram considerados somente os dados de primeira captura, isto é, 191 animais, sem levar em consideração as recapturas. A partir do resultado do Diagrama de Classificação Etária,

foi verificado que a amostra obtida foi composta de 11 jovens, 18 subadultos e 162 adultos (**tabela 4**).

**Tabela 4.** Número de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada classe etária e suas respectivas proporções sexuais (recapturas excluídas) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). Entre parênteses está indicada a porcentagem de cada classe em relação ao total da população.

Classe etária	Total	Sexos		Proporção sexual Machos : Fêmeas
		Machos	Fêmeas	
Jovem	11 (5,8)	5	6	0,8:1
Subadulto	18 (9,4)	10	8	1,2:1
Adulto	162 (84,8)	58	104	0,5:1*

\* Valores diferentes estatisticamente. Teste  $\chi^2$  com correção de Yates.

A amostra obtida indica uma população de *C. minutus* constituída em sua grande maioria por indivíduos adultos (84,8 %), com jovens e subadultos contribuindo com 5,8 e 9,4 % da população total capturada. A razão sexual entre machos e fêmeas adultos foi de 0,5:1. Nas classes etárias jovem e subadulto, a razão sexual foi de 0,8:1 e 1,2:1, respectivamente

Para avaliação da estrutura etária em cada época de amostragem, foram considerados também os dados de animais recapturados ao longo do estudo. Animais jovens foram capturados somente na primavera, tanto no primeiro quanto no segundo ano de estudo (P1/01, P2/01 e P1/02), indicando que a provável época de reprodução seja o início do inverno, com nascimentos principalmente no final do inverno. Os subadultos foram capturados em praticamente todas as épocas do ano, mas tendendo a ser mais freqüentes na primavera e verão (**figura 23**). Os indivíduos subadultos capturados no inverno (I1/01) possivelmente são aqueles nascidos tardiamente no final do verão anterior. O maior número de indivíduos adultos foi capturado no outono.

O recrutamento da fase subadulta para a fase adulta ocorre possivelmente entre o outono e o inverno. A **figura 23** mostra que o maior número de subadultos foi capturado no início do verão (V1/02), e que no inverno (I1/02 e I2/02) desaparecem da amostra, época em que foram capturados somente indivíduos adultos.

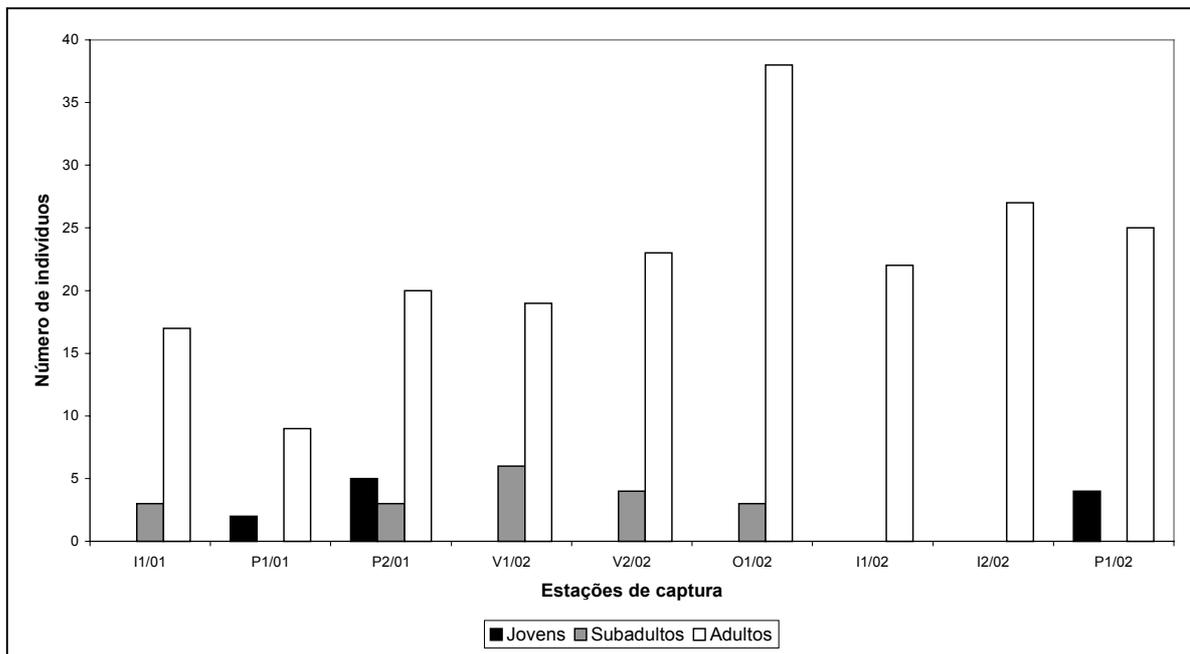
A estrutura de tamanhos, estudada pela distribuição da freqüência de fêmeas e machos nas classes de comprimento do corpo, indica que machos tendem a alcançar maiores tamanhos que fêmeas (**figura 24**). O maior número de indivíduos machos capturados foi encontrado na faixa de 191-200 mm de comprimento do corpo. Para as fêmeas, o maior número de indivíduos capturados apareceu nas faixas de valores de 181-190 mm. Das 13 fêmeas prenhes capturadas, 11 apresentaram comprimento do corpo entre 171-190 mm, e todas as 13 concentram-se na categoria de peso de 226-275

g, não sendo, entretanto, as fêmeas mais pesadas nestas categorias. Estas dimensões mostram uma concentração do esforço reprodutivo da população nestas faixas de valores, a partir dos quais a frequência de fêmeas prenhes decai rapidamente.

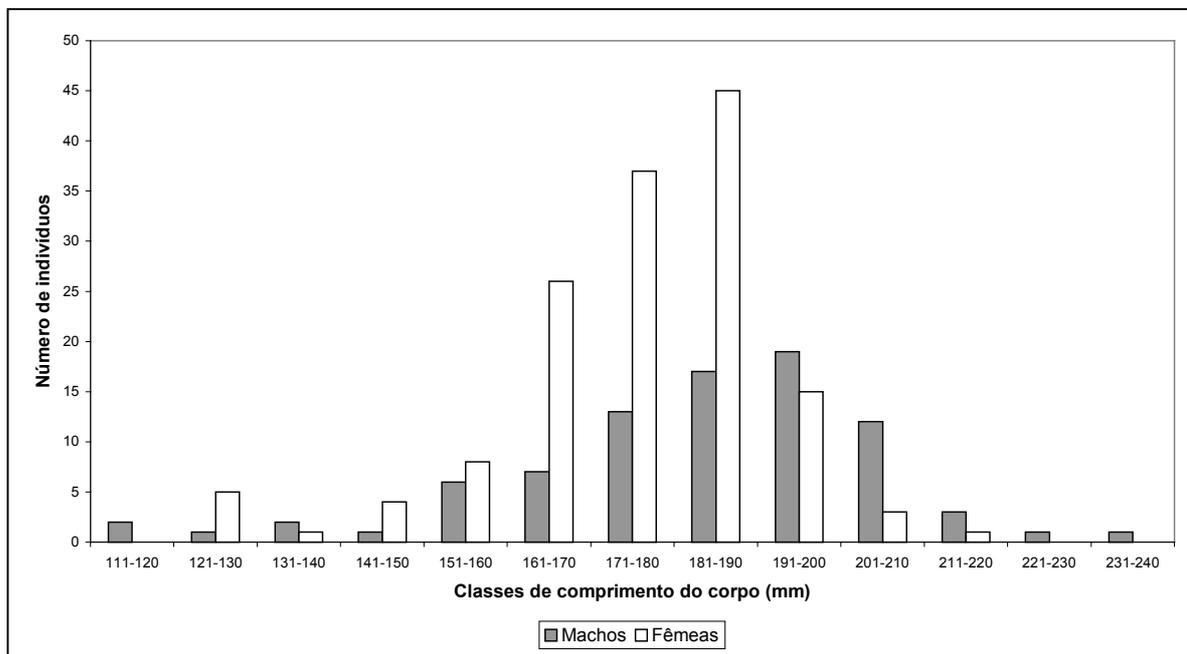
A estrutura de tamanhos da população por classe de comprimento do corpo ao longo do ano mostra que a população apresenta indivíduos de praticamente todas as classes de comprimento do corpo em todas as estações, com exceção dos menores tamanhos (até 130 mm), que corresponderiam a animais jovens, que aparecem somente na primavera (P1/01, P2/01 e P1/02, **figura 25**). Entretanto, existe uma substituição gradual das classes intermediárias de menor comprimento corporal pelas de maior tamanho no transcorrer das épocas de amostragem. A maior participação da classe de 181-200 mm, onde os animais são seguramente adultos, aparece nas amostragens de inverno e início da primavera (I1/02, I2/02 e P1/02).

As diferenças entre a relação peso x comprimento de machos e fêmeas foi avaliada pela comparação entre as regressões lineares entre  $\ln$  (logarítimo natural) comprimento do corpo e  $\ln$  peso (**figura 26**). O resultado (**tabela 5**) mostrou que as inclinações (valores de  $b$ ) das duas linhas de regressão apresentam diferenças estatisticamente significantes ( $t_{\text{calc}} = |70,53|$ ;  $t_{\text{crit}} = 5,10$ ;  $\alpha = 0,05$ ;  $gl = 208$ ), de modo que os machos tendem a ser mais pesados que as fêmeas de mesmo comprimento, principalmente a partir de 150 mm de comprimento de corpo ( $\ln \cong 5$ ), que também é o tamanho aproximado de primeira maturação.

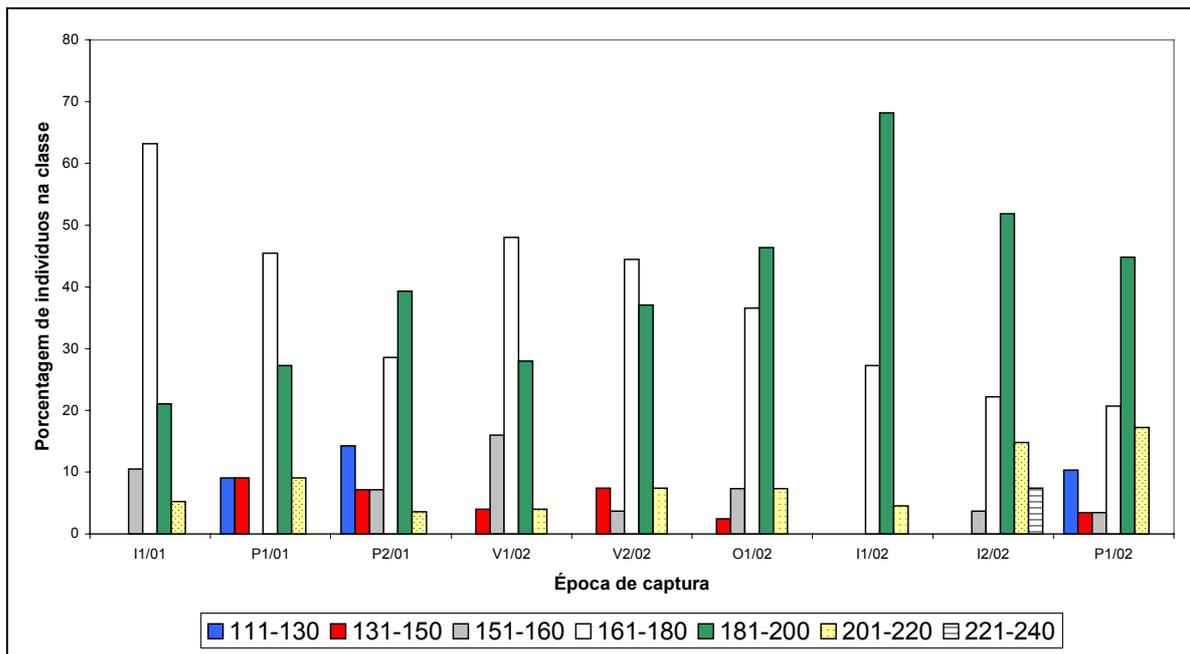
Para as fêmeas de *C. minutus* capturadas, o tamanho médio de primeira maturação obtido a partir da distribuição da frequência de fêmeas adultas em classes de comprimento é em torno de 155 mm de comprimento do corpo (**figura 27**). Isto também pode ser observado no Diagrama de Classificação Etária para fêmeas (**figura 21**), onde é possível verificar que a partir deste valor de comprimento do corpo, a



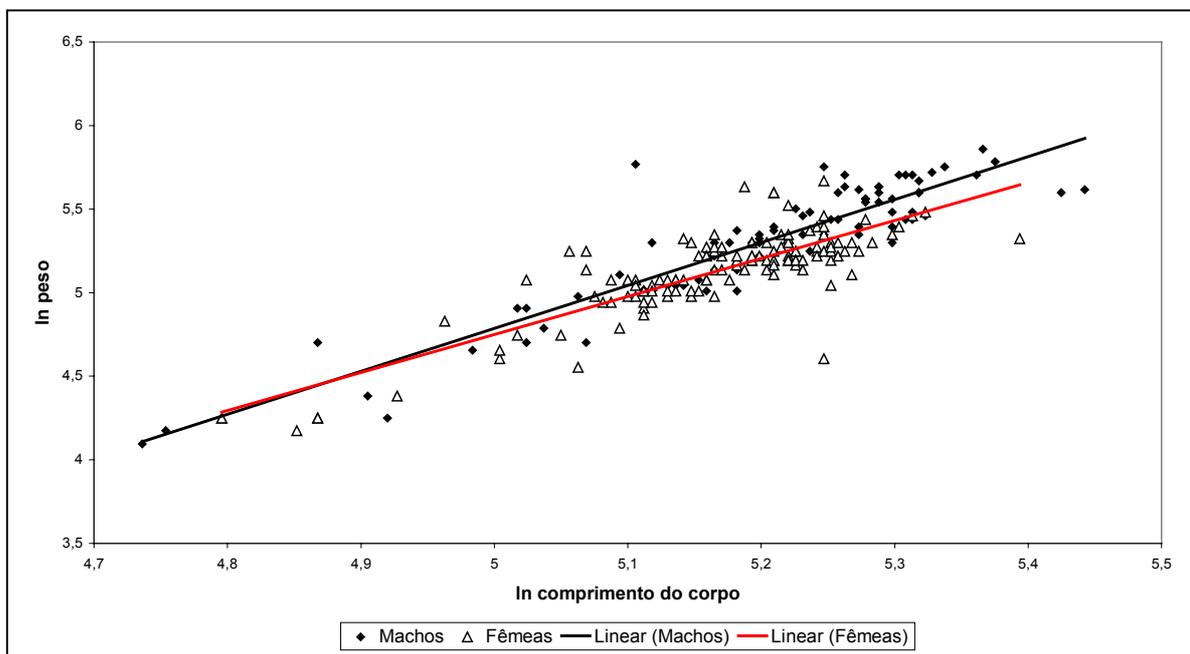
**Figura 23.** Número de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada estação de captura conforme classes etárias (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



**Figura 24.** Número de indivíduos machos e fêmeas de *Ctenomys minutus* por classes de comprimento (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



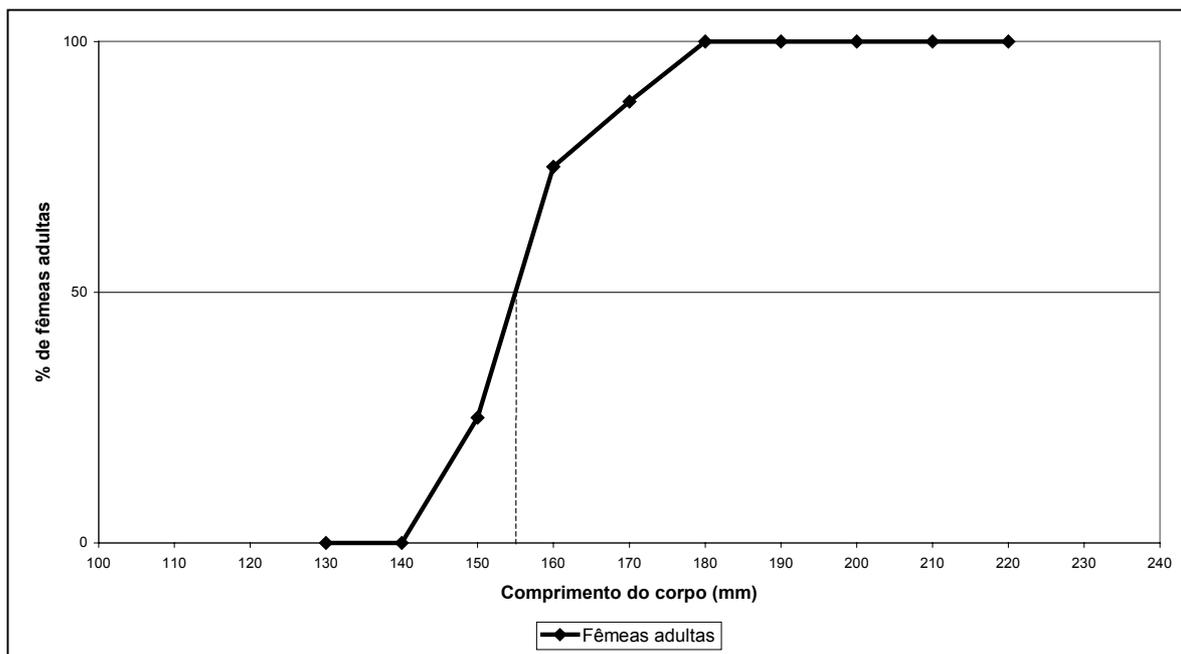
**Figura 25.** Porcentagem de indivíduos de *Ctenomys minutus* capturados em cada classe de comprimento do corpo (mm) (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).



**Figura 26.** Diagrama de dispersão entre ln comprimento do corpo e ln peso apresentando as linhas de tendência da regressão para machos e fêmeas adultos de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

**Tabela 5.** Equação da regressão linear entre ln do comprimento do corpo e ln do peso para machos e fêmeas de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

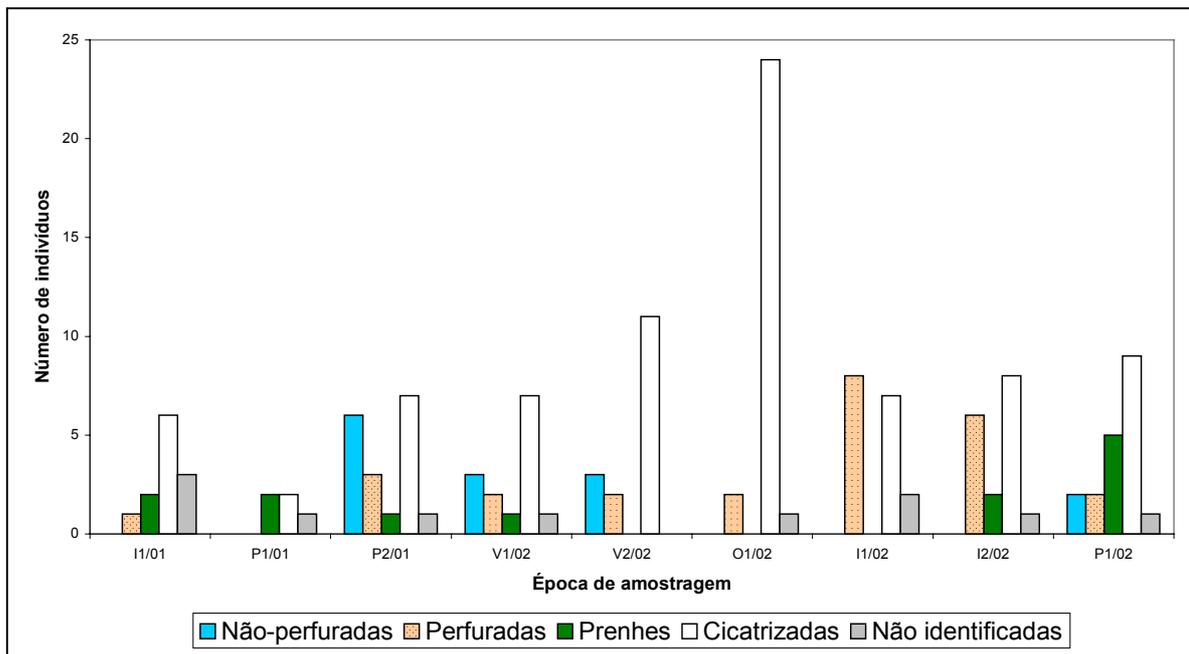
Sexo	n amostral	Equação da regressão	R <sup>2</sup>	Comp. do corpo	
				Mínimo	Máximo
Machos	83	$y = 2,5681x - 8,0545$	0,8342	114	231
Fêmeas	129	$y = 2,2759x - 6,6304$	0,6941	121	220



**Figura 27.** Frequência de fêmeas adultas de *Ctenomys minutus* em classes de comprimento do corpo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). O comprimento do corpo correspondente à frequência de 50 % representa uma estimativa do tamanho de primeira maturação.

maioria das fêmeas já é adulta. Pode ser observado ainda, na **figura 27**, que todas as fêmeas com comprimento do corpo acima de 170 mm são consideradas adultas.

Os dados indicam que a reprodução de *C. minutus* acontece durante todo o ano, uma vez que foram capturadas fêmeas perfuradas (indicativo de cópula recente) praticamente ao longo de todo o estudo. Entretanto, o maior número de fêmeas perfuradas apareceu nos meses de inverno (I1/02 e I2/02, **figura 28**), indicando que esta é a época principal de acasalamento. Nos meses de primavera e verão, foram capturadas no máximo duas fêmeas perfuradas, indicando uma menor atividade reprodutiva.



**Figura 28.** Número de fêmeas de *Ctenomys minutus* capturadas, por classes de estado reprodutivo (não-perfurada, perfurada, cicatrizada, prenhe e não identificada) em cada estação de captura (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

As fêmeas prenhes foram capturadas no final do inverno, primavera e início do verão (**figura 28**). As fêmeas não perfuradas (consideradas jovens ou subadultas) concentraram-se nas amostragens de primavera e início do verão, indicando que nestas estações os jovens nascidos a partir do final do inverno começam a aparecer na população capturável, e que esta é também a época provável de recrutamento para a fase adulta.

Das 13 fêmeas prenhes capturadas, foi possível detectar por apalpação do abdômen um embrião em seis delas e dois embriões em sete. Durante todo o estudo foram capturados no máximo dois jovens em uma mesma toca, não sendo observada atividade na toca após a captura destes. Somente em uma ocasião foi detectado movimento após a captura de dois jovens, mas uma fêmea adulta foi capturada em seguida e nenhum movimento aconteceu depois desta captura.

Do total de 191 animais marcados ao longo do período de estudo, 33 foram recapturados uma vez e três foram recapturados duas vezes, perfazendo um total de 20,4 % de recapturas. Detalhes das capturas e recapturas em cada amostragem encontram-se na **tabela 3**. O **quadro 1** apresenta o histórico das capturas e recapturas (mês, ano, classe etária e estado reprodutivo nas fêmeas), ao longo do período de



estudo, para os animais que foram recapturados. Para alguns animais, é fornecida a data de captura realizada em estudo anterior (HEUSER *et al.*, 2002), mas esta é utilizada somente para estimar a idade mínima dos indivíduos.

O indivíduo recapturado com maior idade cronológica foi a fêmea V16, que teve a primeira captura realizada em junho/00 (em outro estudo de marcação e recaptura realizado na mesma área de amostragem, HEUSER *et al.*, 2002) e sua última captura em novembro/02. O período entre estas capturas foi de dois anos e cinco meses. Por ocasião da primeira captura (HEUSER *et al.*, 2002), esta fêmea já era adulta e cicatrizada, com um tamanho corporal que sugere seu nascimento no ano anterior (provavelmente, seis ou sete meses antes, na primavera), tendo, portanto, uma idade estimada em pelo menos dois anos e dez meses. Esta fêmea foi capturada na estação I1/02 (julho/02) com vagina perfurada e em seguida na estação P1/02 (novembro/02) com a vagina cicatrizada, indicando que ainda fez parte do esforço reprodutivo deste ano. Da mesma forma, a fêmea V8, capturada pela primeira vez já adulta (vagina perfurada) também em junho/00, foi capturada com a vagina perfurada em V2/02 (março/02) e I2/02 (setembro/02). Esta fêmea (com idade estimada de pelo menos três anos) pode ter dado cria em junho ou julho/02 e em setembro já copulou novamente, indicando que as fêmeas de *C. minutus* podem acasalar mais de uma vez por ano.

A fêmea V251 foi capturada com a vagina perfurada em I1/02 (julho) e prenhe (um feto) em I2/02 (setembro). Com aproximadamente dois meses de gestação, o feto já estava grande o suficiente para ser percebido por apalpação do abdômen. Entretanto, com o mesmo intervalo de tempo, a fêmea V273 foi capturada perfurada (I2/02) e depois cicatrizada (P1/02) sem que fosse detectado sinal de prenhez. Estes dados indicam um período de gestação de dois a três meses.

A fêmea V150 foi capturada jovem na estação P2/01 (dezembro/01) e adulta cinco meses depois (O1/02 – maio/02). A fêmea V228a foi capturada subadulta (não perfurada) em V2/02 (março/02) e adulta (cicatrizada) dois meses depois (O1/02 – maio/02). O macho V132 foi capturado jovem em P1/01 (outubro/01) e adulto em V2/02 (cinco meses depois – março/02). Os machos V114 e V188 passaram de subadultos a adultos em capturas com intervalo de quatro meses (I1/01 – V1/02 e V1/02 – O1/02, respectivamente). Estes dados indicam que o período entre o nascimento/fase jovem e a fase adulto é de cerca de seis ou sete meses.

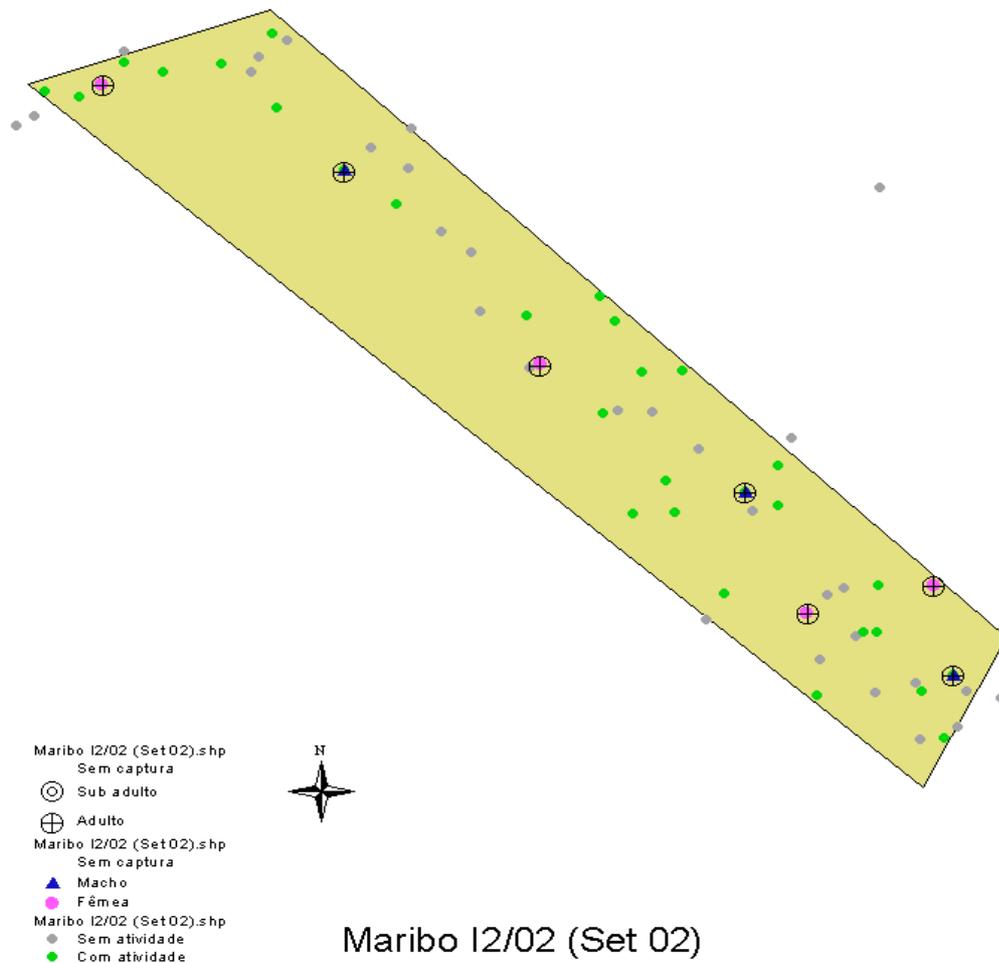
O total de tocas com movimento e/ou captura foi de 723. Em 221 destas tocas foram efetuadas capturas e em 502 foi somente detectado movimento. A existência

desta última categoria indica que o número de indivíduos existente na população é bem maior do que o número de indivíduos capturados, isto é, 69,5 % da população detectada pelo movimento nas tocas não foi capturada e que a eficiência de captura das armadilhas foi de 30,5 %. O somatório de capturas e registros de atividade pode ser utilizado como um indicador do número mínimo de indivíduos na população. Assim, no universo de 40 tocas analisadas, o número mínimo de indivíduos existentes em cada local e época de amostragem ficou entre 20 e 39 (I1/01 – Maribo e V2/02 – Amaral, respectivamente) não sendo evidenciada qualquer relação sazonal ou com os eventos de ciclo de vida estudados (**tabela 6**).

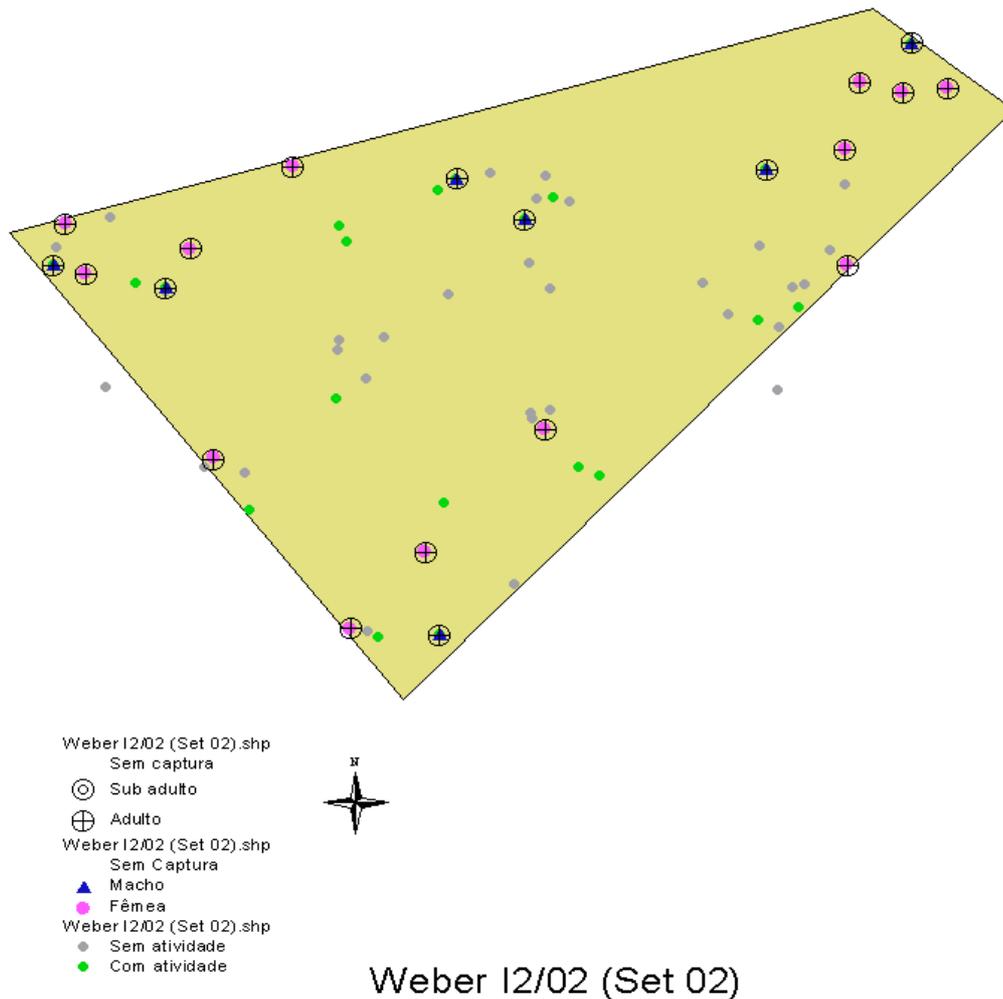
**Tabela 6.** Número de tocas de *Ctenomys minutus* com captura (Cap.) ou com atividade (Ativ.) e o respectivo número mínimo de indivíduos na população (NMI) nos locais de amostragem Maribo Weber e Amaral (Osório, RS, set/2001 a nov/2002)

Época	Maribo			Weber			Amaral		
	Cap.	Ativ.	NMI	Cap.	Ativ.	NMI	Cap.	Ativ.	NMI
I1/01	6	14	<b>20</b>	-	-	-	14	19	<b>33</b>
P1/01	4	28	<b>32</b>	5	25	<b>30</b>	-	-	-
P2/01	7	28	<b>35</b>	7	19	<b>26</b>	8	28	<b>36</b>
V1/02	7	28	<b>35</b>	9	22	<b>31</b>	9	27	<b>36</b>
V2/02	10	24	<b>34</b>	7	25	<b>32</b>	10	29	<b>39</b>
O1/02	9	20	<b>29</b>	13	23	<b>36</b>	19	16	<b>35</b>
I1/02	13	18	<b>31</b>	7	26	<b>33</b>	-	-	-
I2/02	7	27	<b>34</b>	20	18	<b>38</b>	-	-	-
P1/02	10	20	<b>30</b>	12	18	<b>30</b>	-	-	-

A densidade absoluta foi calculada em cada época de amostragem para os locais Maribo e Weber separadamente. As **figuras 29 e 30** mostram um exemplo da área de tocas ativas delimitadas nos locais Maribo e Weber, respectivamente. As diferenças entre o formato das áreas na distribuição espacial das tocas são devidas a topografia diferente nos dois locais. Aparentemente, os tuco-tucos constróem suas galerias nas porções mais secas do terreno.

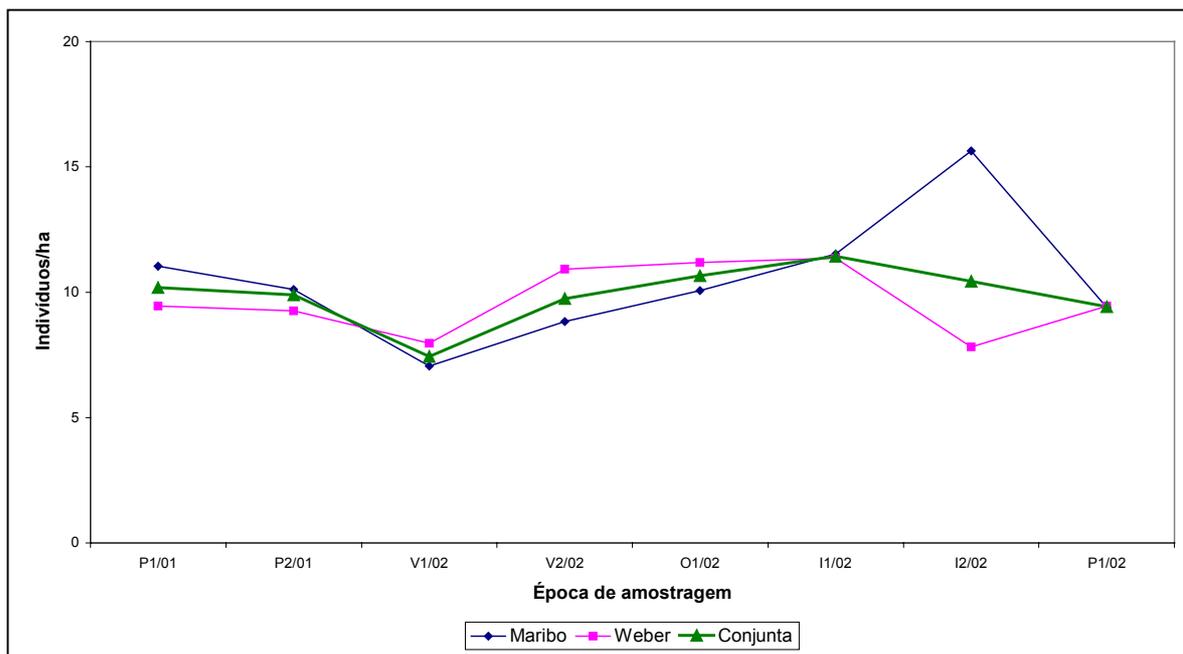


**Figura 29.** Localização das tocas de *Ctenomys minutus* no local de amostragem Maribo (Osório, RS) na época I2/02 (setembro/2002). A zona colorida indica o polígono delimitado para o cálculo da área entre as tocas ativas.



**Figura 30.** Localização das tocas de *Ctenomys minutus* no local de amostragem Weber (Osório, RS) na época I2/02 (setembro/2002). A zona colorida indica o polígono delimitado para o cálculo da área entre as tocas ativas.

De forma geral, os dois locais apresentam densidade semelhante entre si, não inferior à sete indivíduos/ha e não superior à doze indivíduos/ha, com exceção do final do inverno (I2/02), quando o local Maribo tem uma densidade de quinze indivíduos/ha. A densidade absoluta conjunta para as áreas Maribo e Weber também não excede doze indivíduos/ha (**figura 31**).



**Figura 31.** Densidade populacional absoluta de *Ctenomys minutus* por época de amostragem (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

Pouco se sabe sobre o comportamento social da espécie *C. minutus*. Para a investigação deste tema na população estudada, as tocas foram examinadas quanto a ausência ou presença de movimento após a abertura para a colocação das armadilhas. O registro de atividade indica a presença de um animal no sistema de túneis aberto. A ausência dele indica que não existe animal no sistema escolhido. Se a espécie possui hábitos solitários, é esperado que não seja detectado movimento nas tocas após a captura de um indivíduo na mesma. Caso isto ocorra, indica a presença de um segundo animal no mesmo sistema de túneis.

Durante o período de estudo, foram abertas um total de 880 tocas de *C. minutus*. Em 723 delas (82,2 %), foi detectado movimento na toca após a colocação de armadilhas em sua abertura, podendo este ser provocado por um animal capturado ou não, e em 157 delas (17,8 %), não foi detectado nenhum movimento indicativo da presença do animal na toca (**tabela 7**).

**Tabela 7.** Número de tocas de *Ctenomys minutus* avaliadas quanto à atividade por época de amostragem (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). O número de indivíduos capturados nas tocas com mais de uma captura está indicado entre parênteses.

Época	Número de tocas						
	Geral				Com atividade		
	Núm. Armad.	Sem ativid.	Ativid. e/ou captura	Tocas ativas /ha	Somente ativid.	Captura de um indivíduo	Captura de mais de um indivíduo
I1/01	80	27	53	6,11	33	20	-
P1/01	80	17	63	10,18	53	9	1 (2)
P2/01	120	20	100	9,89	75	22	3 (2)
V1/02	120	18	102	7,43	77	25	-
V2/02	120	15	105	9,74	78	27	-
O1/02	120	20	100	10,65	59	41	-
I1/02	80	14	66	11,44	44	20	1 (2)
I2/02	80	8	72	10,43	45	27	-
P1/02	80	18	62	9,42	38	22	2 (2) + 1 (3)
<b>Total</b>	<b>880</b>	<b>157</b>	<b>723</b>	<b>9,53</b>	<b>502</b>	<b>213</b>	<b>8</b>

Nas tocas com captura, foi encontrado apenas um indivíduo em 213 tocas, em sete delas foram capturados dois indivíduos e em somente uma toca, três, indicando que o hábito social da espécie é solitário. A avaliação da atividade nas tocas onde foram capturados animais mostrou que em 171 destas (84,7 %) não foi registrado nenhuma atividade após a retirada do indivíduo. Somente em 31 tocas (15,3 %) foram obtidas evidências de atividade após a retirada do primeiro indivíduo, indicando novamente o hábito solitário da espécie. Destas 31 tocas, 8 (25,8 %) corresponderam a tocas de machos adultos, 20 (64,5 %) de fêmeas adultas sendo 18 cicatrizadas e duas perfuradas e 3 (9,7 %) a tocas de indivíduos jovens (**tabela 8**).

Das 18 fêmeas adultas cicatrizadas capturadas em tocas que apresentaram movimento após sua captura, seis estavam acompanhadas de suas respectivas crias (que foram capturadas na mesma data) e nas tocas restantes não foi possível identificar o indivíduo com o qual a fêmea compartilhava a toca. Nenhum jovem foi capturado na mesma toca de um macho adulto. Entretanto, foi detectada atividade após captura em tocas de oito machos adultos e em uma destas foi capturada uma fêmea adulta (estação

**Tabela 8.** Número de tocas de *Ctenomys minutus* onde foi detectado movimento após a captura de um ou mais indivíduos (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). A = adulto; S = subadulto; J = jovem; NP = não-perfurada; P = perfurada; C = cicatrizada; G = prenhe.

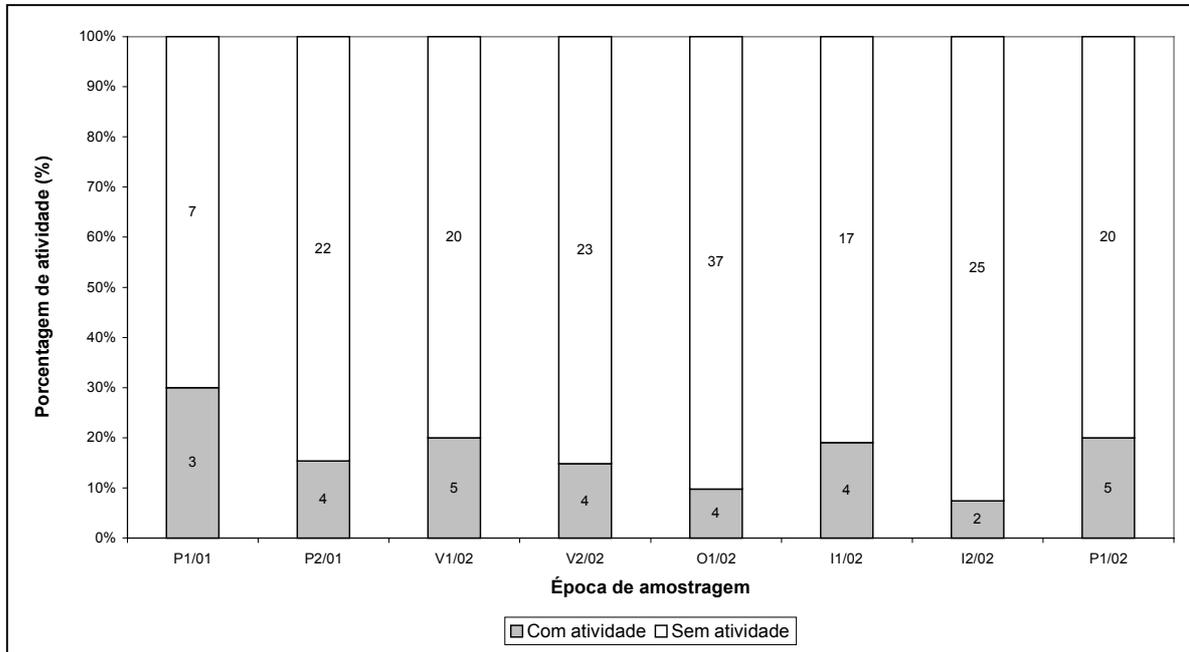
Época	Tocas com captura			Nº de tocas com atividade após captura			
	Total	sem ativ	com ativ	Machos	Fêmeas		Jovens
				A	A/C	A/P	
P1/01	10	7	3	1	1	-	1
P2/01	26	22	4	1	2	-	1
V1/02	25	20	5	2	3	-	-
V2/02	27	23	4	2	1	1	-
O1/02	41	37	4	-	4	-	-
I1/02	21	17	4	1	1	1	-
I2/02	27	25	2	1	1	-	-
P1/02	25	20	5	-	5	-	1
<b>Total</b>	<b>202</b>	<b>171</b>	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

I2/02, dentro do período principal de acasalamentos). Nas sete tocas restantes, não foi capturado nenhum indivíduo, embora tenha sido registrado movimento. Não foi registrado nenhum movimento após a captura em tocas de machos subadultos e de fêmeas prenhes. Em uma toca de fêmea subadulta, foi capturada uma fêmea adulta cicatrizada.

A **figura 32** mostra que, ao longo das estações, a frequência de atividade nas galerias após a captura de um indivíduo tende a ficar abaixo de 20 %, com exceção da estação P1/01 que apresentou a maior porcentagem (30 %). Entretanto, esta estação tem um  $n$  amostral pequeno para que se possa realizar uma interpretação mais aprofundada. A estação que apresentou menor porcentagem foi I2/02 (7,4 %). Estes resultados indicam que não há uma variação sazonal evidente do hábito social e que, portanto, não existe relação aparente deste com os acasalamentos ou o cuidado das crias.

O Índice de Atividade da População ( $IA_p$ ) foi elaborado com o objetivo de obter um indicador de quanto os indivíduos detectados pelo registro da atividade nas tocas se movimentam dentro dos túneis a fim de bloquearem a abertura que está sem o tampão de areia. Este índice daria uma amostra do padrão de atividade da população nas diferentes épocas de amostragem. Os índices calculados para cada local de amostragem são mostrados na **tabela 9**. A análise do  $IA_p$  médio entre os três locais de amostragem mostra que o maior  $IA_p$  foi obtido na primeira amostragem do verão de 2002 (V1/02;  $IA_p = 0,583$ ) e o menor na primeira amostragem do inverno (I1/02;  $IA_p = 0,344$ ) (**figura 33**). O  $IA_p$  maior no verão pode estar relacionado com a presença de maior número de animais jovens e subadultos na população. Entretanto, não foi possível,

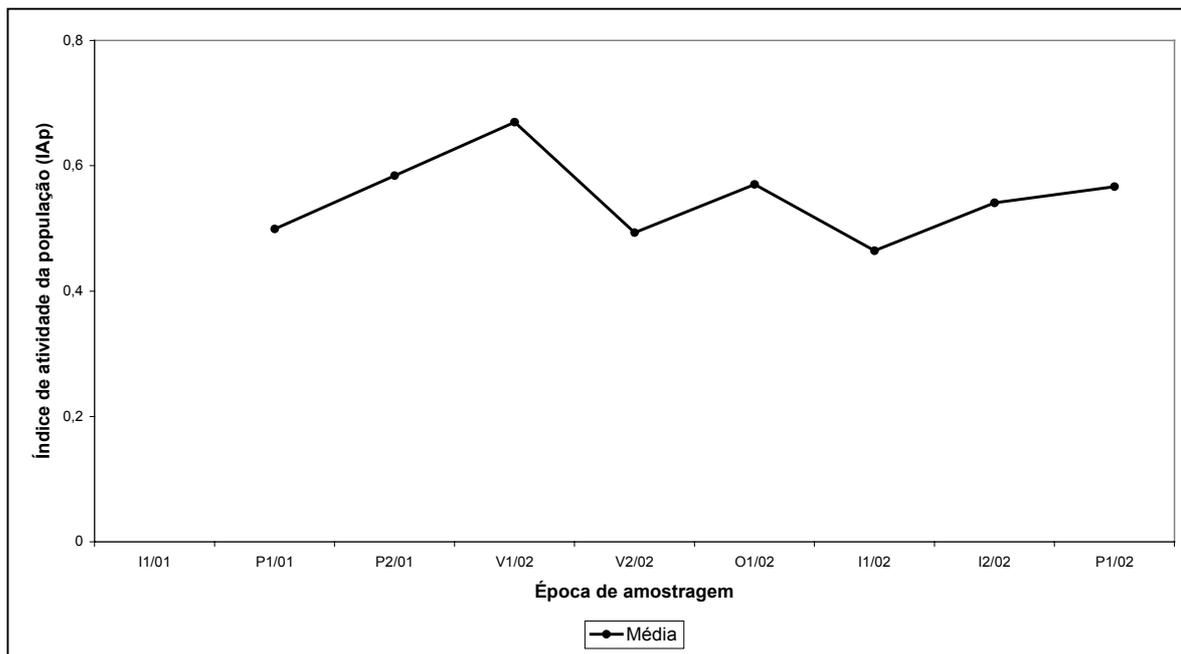
analisando a variação no  $IA_p$ , identificar um padrão de atividade diretamente relacionado com sazonalidade.



**Figura 32.** Porcentagem de tocas de *Ctenomys minutus* com atividade e/ou nova captura após a captura de um indivíduo (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

**Tabela 9.** Índices de Atividade da População ( $IA_p$ ) de *Ctenomys minutus* obtidos para os locais Maribo, Weber e Amaral (Osório, RS) por época de amostragem.

Época	$IA_p$			Média
	Maribo	Weber	Amaral	
P1/01	0,427	0,570	-	0,499
P2/01	0,517	0,559	0,678	0,585
V1/02	0,744	0,651	0,615	0,670
V2/02	0,498	0,431	0,550	0,493
O1/02	0,463	0,507	0,740	0,570
I1/02	0,509	0,420	-	0,465
I2/02	0,511	0,571	-	0,541
P1/02	0,448	0,685	-	0,566



**Figura 33.** Variação temporal da média do Índice de Atividade da População (IA<sub>p</sub>) de *Ctenomys minutus* por época de amostragem (Osório, RS, set/2001 a nov/2002).

## 6.2 Observações gerais de campo

Serão descritas aqui várias observações gerais relacionadas à biologia dos tuco-tucos realizadas durante os trabalho de campo, mas que não foram obtidas mediante uma metodologia de pesquisa definida ou preparada para este objetivo. Estas observações valem mais como um primeiro registro descritivo, com a intenção de instigar futuras investigações destes aspectos da biologia dos tuco-tucos.

### 6.2.1 Mudança na coloração da pelagem

Foram observados vários indivíduos com uma linha muito tênue de mudança de coloração da pelagem, normalmente cortando transversalmente o dorso do animal. Os animais apresentavam uma coloração castanho claro com tons da cor areia na parte inferior e uma coloração castanho-médio/escuro, com o pelo mais escuro na região de

nascimento, isto é, próximo à pele e mais claro na extremidade. Uma linha levemente mais escura delimitava a mudança. Com base no tamanho dos indivíduos, pode-se supor que estes eram ou subadultos ou adultos ainda jovens, possivelmente no final do primeiro ano de vida. Este fato é observado, por exemplo, para *Geomys bursarius* (pocket gopher), que inicia a primeira muda de pelagem na fase juvenil, mas esta não se completa até que o animal seja subadulto ou adulto jovem. A mudança de pelagem pode ser utilizada nesta espécie para auxiliar a identificar o início da vida adulta em machos (WILKS, 1963).

Os indivíduos jovens capturados, isto é, com dois ou três meses de idade, apresentavam coloração mais clara que a maioria dos adultos. Também foram capturados dois indivíduos adultos com coloração semelhante à coloração da espécie *C. flamarioni*. Esta espécie apresenta a pelagem da cor-de-areia, sendo a mais clara das cinco espécies encontradas no Rio Grande do Sul.

### **6.2.2 Erupções na pele**

Alguns dos animais capturados apresentavam alterações rugosas e escamosas com aspecto de verrugas na pele. Estas erupções apareceram principalmente no dorso e na parte externa das patas traseiras, e poderiam ser algum tipo de sarna ou tumor externo. Entretanto, os animais pareciam não se importar com estas erupções, pois em nenhum momento foram vistos em ações de coçar ou cheirar as regiões afetadas.

A ocorrência destas erupções aconteceu principalmente no ponto Amaral, onde 15 % dos animais capturados apresentaram lesões. Estas também ocorreram no ponto Weber, embora numa frequência bem menor (6 % dos animais capturados). No ponto Maribo não foi observado nenhum animal com este tipo de lesão. A proximidade da estrada nos dois primeiros pontos de amostragem pode ser uma das causas destas lesões cutâneas devido à possível presença no solo e na vegetação de substâncias provenientes da queima de combustível automotivo. Estudos realizados nos mesmos pontos de amostragem mostraram que no ponto Amaral existe aumento significativo no índice de danos ao DNA em células sangüíneas de fêmeas adultas (Teste Cometa) em relação aos pontos Weber e Maribo (HEUSER *et al.*, 2002). Dos 10 animais observados com lesões, seis eram fêmeas adultas, uma subadulta e uma jovem, e

somente dois eram machos adultos. Estes dados poderiam estar indicando uma maior sensibilidade das fêmeas e concordam com o observado no estudo de HEUSER *et al.* (2002). Também, outro trabalho realizado nos locais de amostragem Maribo e Amaral demonstrou que extrato orgânico do solo coletado a 10 cm de profundidade no Amaral induz mutações por deslocamento do quadro de leitura na linhagem TA98 da bactéria *Salmonella typhimurium* (Teste de *Salmonella*/Microsoma) e induz danos ao DNA, Teste Cometa (SILVEIRA, 2002). Estes resultados poderiam indicar que os animais neste campo são de alguma forma sensíveis às emissões automotivas, e estas erupções podem ser a expressão desta sensibilidade, uma vez que não aparecem no ponto Maribo, situado mais distante da rodovia.

### **6.2.3 Evidências de agressividade**

Foram observadas cicatrizes eventuais na cauda de alguns animais capturados. Um dos indivíduos tinha um tamanho de cauda de 15 mm, enquanto que a média desta medida é de 73 mm, com o máximo encontrado de 96 mm para um macho adulto. Também, um macho adulto foi capturado apresentando no focinho vários cortes, preenchidos com placas duras de areia e já em processo de cicatrização (vide **figura 3**, Capítulo 1 - Introdução), sendo, aparentemente, uma consequência de luta. Estes sinais poderiam ser evidências de agressões entre indivíduos, possivelmente por territorialidade ou competição para reprodução, embora não possa ser excluída a possibilidade de serem consequência de ataques de predadores.

### **6.2.4 Habilidade para natação**

Durante uma amostragem, um dos animais capturados, após escapar das mãos do pesquisador, foi observado nadando com agilidade em uma vala de escoamento de água à beira do campo. O animal, na pressa de fugir, não hesitou em entrar na água, e nadou com desenvoltura por alguns momentos até sair do outro lado da vala e ser novamente capturado. Em geral, as colônias de *C. minutus* são localizadas em campos arenosos e secos. Ocupam preferentemente as partes mais elevadas do campo, tais

---

como taipas e taludes de estrada. Entretanto, as regiões onde as colônias se localizam estão freqüentemente associadas a corpos d'água (T. R. O. de Freitas, comunicação pessoal, junho/2003).

### **6.2.5 Possíveis predadores**

Muitos podem ser os predadores de tuco-tucos nos campos da região estudada. Foram observadas durante os 14 meses de amostragens algumas evidências que merecem ser descritas, no intuito de oferecer um registro expedito das possíveis relações predador/presa para *C. minutus*.

Foi encontrado um crânio de tuco-tuco jovem ou subadulto em uma pelota fecal próximo à abertura da toca de uma coruja buraqueira (*Speotito cunicularia*). Também, freqüentemente foram observadas cobras entrando em tocas muito perto de onde havia sido detectado movimento recente de tuco-tucos. Estas cobras eram provavelmente cobras cruzeiras do gênero *Botrops*. Outro fato observado foi a presença de marcas de unhas e escavações de canídeos ao redor de abertura de tocas de tuco-tuco. Estas podem ter sido feitas por graxains ou por cães domésticos. Durante um dia de campo no local Weber, um graxaim foi visto caminhando em atitude de procura em direção a tocas abertas (com armadilhas), o que indica esta espécie como um possível predador de tuco-tuco.

## **6.3 Discussão**

### **6.3.1 Avaliação do método de captura**

A ecologia de animais subterrâneos, e em especial os tuco-tucos do Rio Grande do Sul, é pouco conhecida devido às dificuldades encontradas na captura de animais deste modo de vida. Como para as demais espécies do gênero *Ctenomys*, é impossível estudar as populações de *Ctenomys minutus* colocando armadilhas com intervalos regulares em quadrats, como feito para estudo de roedores de superfície (MALIZIA *et al.*, 1995). Nestes estudos, as armadilhas são armadas em locais previamente

---

estabelecidos, organizados de forma sistemática para cobrir uma área determinada, normalmente em grades de estações de captura com um conjunto de armadilhas. O animal tem movimentação livre e depende dele chegar até a área onde as armadilhas estão armadas. Mesmo a utilização de iscas nas armadilhas não tira o fator aleatório das capturas. Para capturar um tuco-tuco, entretanto, é necessário abrir uma das entradas de seu sistema de túneis e colocar a armadilha dentro do mesmo, deixando desbloqueada a abertura da toca. Uma vez que o ambiente dentro da toca tem uma atmosfera diferente do exterior, o animal percebe que seu sistema foi aberto e procura fechá-lo novamente com o tampão de areia. Neste momento, ele passa pela armadilha e, geralmente, fica preso na mesma. Evidentemente, as aberturas das galerias não obedecem a um padrão regular na superfície, impossibilitando que a colocação das armadilhas seja feita de forma sistemática. Também, a captura perde a aleatoriedade, uma vez que quando se coloca uma armadilha em uma toca, tem-se quase que certeza de que existe um indivíduo habitando aquele sistema de galerias.

Até o momento, os trabalhos realizados com captura-marcação-recaptura de tuco-tucos no rio Grande do Sul não utilizaram uma metodologia de captura definida e regular. Usualmente, o número de armadilhas utilizado é baixo (de cinco a quinze armadilhas) e os pesquisadores escolhem no campo algumas tocas que apresentem sinais de atividade recente para que as armadilhas sejam armadas em seu interior. As tocas são revisadas periodicamente, mas não é feito nenhum tipo de registro regular quanto à atividade dos animais no bloqueio das armadilhas e tocas. Além disso, assim que um indivíduo é capturado em uma toca, a armadilha correspondente é armada em uma toca diferente, para aumentar o número de indivíduos capturados. Entretanto, este procedimento tem como conseqüência a perda da informação sobre a presença de outros indivíduos ou da possibilidade de novas capturas na mesma toca.

A metodologia desenvolvida para captura dos animais neste trabalho tentou, ao mesmo tempo:

- *garantir um fator de aleatoriedade nas capturas.* No início de cada dia de trabalho foram escolhidas 60 tocas (e marcadas com bandeiras numeradas) nas quais estava evidente que a atividade de animais era recente, possivelmente naquela mesma madrugada. Estas tocas podem ser identificadas por estarem bloqueadas com areia úmida e com aparência mais rugosa que as tocas antigas. Sempre foram escolhidas aberturas distantes o suficiente umas das outras para que fossem consideradas

pertencentes a sistemas de túneis independentes, na tentativa de amostrar somente uma toca por sistema. Esta escolha foi baseada em evidências na superfície, uma vez que, visualmente, é possível distinguir os contornos aproximados de um sistema de túneis independente. Destas 60 tocas escolhidas inicialmente, 40 foram sorteadas para colocação das armadilhas. Procurou-se, neste procedimento, minimizar o efeito da escolha arbitrária da toca que aparente ter uma animal mais ativo, que seja mais fácil para cavar, que seja mais próxima de outra ou que por qualquer outro motivo possa levar um pesquisador a escolher conscientemente determinada toca. Também, uma vez que os animais habitam seu próprio sistema de túneis provavelmente por toda a sua vida adulta, o sorteio evita que o pesquisador escolha deliberadamente a toca de um animal já capturado anteriormente. Devido à baixa vagilidade dos tuco-tucos, seria possível capturar sempre o mesmo indivíduo, se esta fosse a intenção, conhecendo a localização de sua toca (o que seria útil em estudos de biologia e comportamento de indivíduos marcados). Acreditamos que o sorteio realizado garante um fator aleatório para a escolha das tocas e minimiza o fator de “escolha” dos indivíduos capturados.

- *aumentar o número de indivíduos capturados.* O número de armadilhas utilizado foi de 40 unidades, em vez do número citado acima (de 5 a 15). Desta maneira, a chance de captura foi de, no mínimo 40 animais. A intenção foi de aumentar o tamanho amostral e adquirir um conjunto de dados mais significativo e expressivo das características gerais da população. Um número maior de indivíduos capturados possibilita maior precisão nos parâmetros apurados e uma estatística mais “realista”. Aumenta também a chance de recaptura dos indivíduos para estudos de população e de acompanhamento de indivíduos ao longo do tempo.

- *verificar o grau de atividade dos animais e estimar o tamanho mínimo da população.* Durante todo o tempo em que as armadilhas permaneceram no interior das tocas, foi registrado o movimento na toca periodicamente, mesmo após a captura de um indivíduo. Com intervalos de aproximadamente 30 minutos, as armadilhas foram revisadas e a hora da observação e o tipo de movimento observado foram anotados em uma planilha previamente preparada para tal fim. Nesta planilha existia a opção de quatro tipos de comportamento: bloqueio da toca, bloqueio da armadilha, desarme de armadilha e sem atividade (conforme descrito no Capítulo 4 – Materiais e métodos). Também foram anotadas as capturas e as fugas das armadilhas. As armadilhas foram armadas e revisadas mesmo após a captura de um indivíduo. Estas revisões forneceram

também informação sobre a existência de um animal no sistema de túneis escolhido, mesmo sem a captura do mesmo. Estes dados são importantes para conhecer o número real de indivíduos existentes no universo amostral das 40 tocas mesmo sem a captura dos mesmos. Pode-se também verificar possíveis preferências de horários ou de ritmos no padrão de atividade dos animais. Também possibilita discutir a eficiência do método de captura e das armadilhas utilizadas.

- *estudar o comportamento social.* Após a captura de um indivíduo, as armadilhas foram recolocadas na mesma toca, na tentativa de capturar outro animal na mesma galeria. A recolocação de uma armadilha em uma toca onde já foi capturado um indivíduo possibilita a captura de seu possível parceiro, de seus filhotes, de seus pais ou de seus irmãos, se estes estiverem habitando o mesmo sistema de túneis. Estes dados são importantes para estudos de reprodução, classe etária, estrutura da população, organização social e espacial da colônia. Usando este método, pode-se determinar época de acasalamento, de nascimentos, de dispersão dos indivíduos jovens para fora do sistema de túneis materno e outros padrões de atividade. O registro da atividade na toca após a captura de um indivíduo, mesmo sem nova captura, possibilita ainda determinar o grau de sociabilidade dos indivíduos, se o hábito social da espécie é solitário ou gregário e se esta característica varia sazonalmente. O estudo do movimento nas tocas permite detectar evidências de sociabilidade nas colônias pela captura de mais de um indivíduos e pela observação de atividade nas tocas após a captura de um indivíduo naquele sistema de túneis.

### **6.3.2 Estrutura etária**

A estrutura etária obtida para a população estudada de *C. minutus*, determinada com base no método do Diagrama de Classificação Etária, mostra uma população constituída principalmente por indivíduos adultos (84,8 % de adultos, 9,4 % de subadultos e 5,8 % de jovens). Estudos anteriores realizados com esta espécie e utilizando o método do peso para a classificação etária apontam 65,5 % adultos e 34,5 % de jovens e subadultos para a mesma população estudada (HEUSER, 2001) e 63 % de adultos, 33 % subadultos e 4 % jovens para uma população que habita uma região próxima à área deste trabalho (GASTAL, 1991). Embora a proporção encontrada para adultos neste estudo seja mais alta do que a encontrada pelos autores citados acima,

---

ainda assim segue o padrão descrito para Ctenomyidae, família na qual a alta proporção de adultos parece ser uma característica estável evolutivamente (BUSCH *et al.*, 2000). A proporção de adultos relatada por outros autores é de 65 % para *C. maulinus* (GALLARDO & ANRIQUE, 1991), 55 % para *C. talarum* (BUSCH *et al.*, 1989), 75 % para *C. australis* (ZENUTO & BUSCH, 1998) e 71 % para *C. mendocinus* (ROSI *et al.*, 1992).

Os autores citados acima utilizaram métodos de classificação etária diferentes uns dos outros, o que pode ser uma causa possível para a variação encontrada. O método do Diagrama de Classificação Etária é o que apresenta maior valor para adultos, e isto pode ser conseqüência de uma superestimativa de número de indivíduos adultos quando este é utilizado para machos (conforme discutido no Capítulo 5 – Determinação de classes etárias em *Ctenomys minutus*). Outro fator relacionado a método, que deve ser considerado, é a possível diferença na capturabilidade entre jovens e adultos. Isto poderia ocorrer tanto pela baixa atividade de fechamento de túneis por parte dos jovens, quanto pela incapacidade da armadilha em capturar animais pequenos. Entretanto, BUSCH *et al.* (1989); GALLARDO & ANRIQUE (1991) e ZENUTO & BUSCH (1998) realizaram estudos com a remoção dos indivíduos e utilizaram métodos de classificação etária com características internas e ainda assim encontraram maiores proporções de adultos do que de jovens e subadultos somados.

O momento mais vulnerável no ciclo de vida dos tuco-tucos é aquele em que os jovens e subadultos deixam a toca materna e caminham na superfície do solo a procura de um local para estabelecer seu próprio sistema de túneis. Este modo de dispersão para Ctenomyidae foi confirmado em estudos com *C. talarum* (MALIZIA *et al.*, 1995) e *C. australis* (ZENUTO & BUSCH, 1998). Durante este tipo de dispersão, jovens e subadultos estão vulneráveis a predadores como, por exemplo, aves de rapina, tanto por seu tamanho corporal menor que o de adultos quanto pela exposição fora do sistema de túneis (GONZÁLEZ & ALTUNA, 1999). Embora a dispersão de adultos tenha sido observada para as duas espécies citadas acima (MALIZIA *et al.*, 1995; ZENUTO & BUSCH, 1998), o tamanho corporal dos adultos seria um impedimento para a maioria das aves predadoras (BUSCH *et al.*, 2000). Assim, a maior concentração de adultos na população poderia ser uma conseqüência da mortalidade de jovens e subadultos no momento da dispersão, associada à proteção oferecida pelo modo de vida subterrâneo durante a vida adulta.

A baixa presença das classes etárias jovem e subadulto pode ainda resultar de outros fatores que diminuem esta frequência aos níveis detectados neste e em outros trabalhos, tais como mortalidade de embriões e jovens, baixa fertilidade ou participação parcial das fêmeas adultas no esforço reprodutivo de cada ano em função de características comportamentais.

### 6.3.3 Razão sexual

A razão sexual encontrada para as classes etárias de jovens e subadultos não foi diferente de 1:1 e na classe etária adultos, o número de machos foi significativamente menor do que de fêmeas (0,5:1). Em estudo realizado na mesma população, HEUSER (2001) obteve a razão entre machos e fêmeas adultos de 0,45:1. Os demais estudos com a mesma espécie em áreas diferentes mostraram desvio favorecendo as fêmeas, mas sem fornecer valores em cada classe etária (GASTAL, 1994a; MARINHO, 1997). Em outras espécies de *Ctenomys*, é comum uma proporção sexual equilibrada nas fases jovem e subadulto e um desvio em adultos em favor das fêmeas, como descrito para *C. opimus* e *C. peruanus* (PEARSON, 1959), *C. talarum* (MALIZIA & BUSCH, 1991), *C. australis* (MALIZIA *et al.*, 1991; ZENUTO & BUSCH, 1998) e *C. flamarioni* (FERNÁNDEZ, 2002). São encontrados, entretanto, trabalhos que descrevem uma eqüidade na razão sexual para as três classes etárias em *C. mendocinus* (ROSI *et al.*, 1996), *C. maulinus brunneus* (GALLARDO & ANRIQUE, 1991) e *C. lami* (EL JUNDI, 2003).

Os resultados obtidos neste estudo mostram que, para *C. minutus*, jovens e subadultos nas tocas maternas apresentam proporção entre os sexos 1:1 e que durante a passagem para a fase adulta esta proporção se altera, aumentando o número de fêmeas em relação ao de machos. Possivelmente, existe algum fator que favorece a sobrevivência das fêmeas, como a maior predação de machos subadultos durante a dispersão. MALIZIA & BUSCH (1991) encontraram resultados semelhantes aos obtidos neste estudo para *C. talarum* e levantam a hipótese de que as fêmeas subadultas dispersariam antes dos machos e ocupariam territórios próximos aos túneis onde nasceram. Os machos subadultos, por sua vez, sairiam das tocas maternas mais tarde e

precisariam percorrer maiores distância sobre a superfície para encontrar territórios vagos para estabelecer seu próprio sistema de túneis. Isto aumentaria o risco de predação dos machos em relação ao das fêmeas.

Outra hipótese existente para explicar a diferença na proporção entre os sexos em adultos está relacionada à disputa territorial maior em machos (MALIZIA & BUSCH, 1991; BUSCH *et al.*, 1989). BUSCH *et al.* (1989) observaram maior número de machos machucados do que de fêmeas e sugerem que a agressão entre machos poderia ser a causa da mortalidade diferencial. Na população descrita neste estudo, entretanto, não foi comum observar cicatrizes de agressões entre indivíduos e somente um macho adulto capturado apresentava sinais claros de agressão, com cortes no rosto e ao redor da boca. Não existe evidência, entretanto, de que estes cortes tenham sido provocados por outro macho, por uma fêmea ou até mesmo por um predador.

#### **6.3.4 Estrutura de tamanhos**

A amostra obtida indica que a maior parte população é composta por indivíduos com comprimento do corpo entre 161 e 210 mm e que o número de indivíduos decai rapidamente nas maiores classes. As fêmeas prenhes concentram-se nas classes que apresentam comprimento do corpo entre 171 e 190 mm. As fêmeas mais velhas da população (idade estimada na avaliação das recapturas em aproximadamente três anos ou mais) não são as de maior tamanho corporal e, possivelmente, ainda participam do esforço reprodutivo, uma vez que foram capturadas com a vagina perfurada. Entretanto, nenhuma delas estava prenhe na última captura. Duas das três maiores fêmeas capturadas apresentaram também vagina perfurada, mas não foi detectada prenhez quando recapturadas dois meses depois. É possível que o tamanho corporal seja um fator limitante para o desenvolvimento bem sucedido da prenhez. Animais maiores precisariam de maior área de vida para obter alimentação suficiente para manutenção das atividades vitais. Isto implica em maior área de escavação dos túneis, atividade que tem um custo energético alto (BUSCH *et al.*, 2000; STEIN, 2000; BUFFENSTEIN, 2000). Associada a isto, a prenhez seria um custo a mais, de forma que, em fêmeas grandes haveria maior probabilidade de complicação no

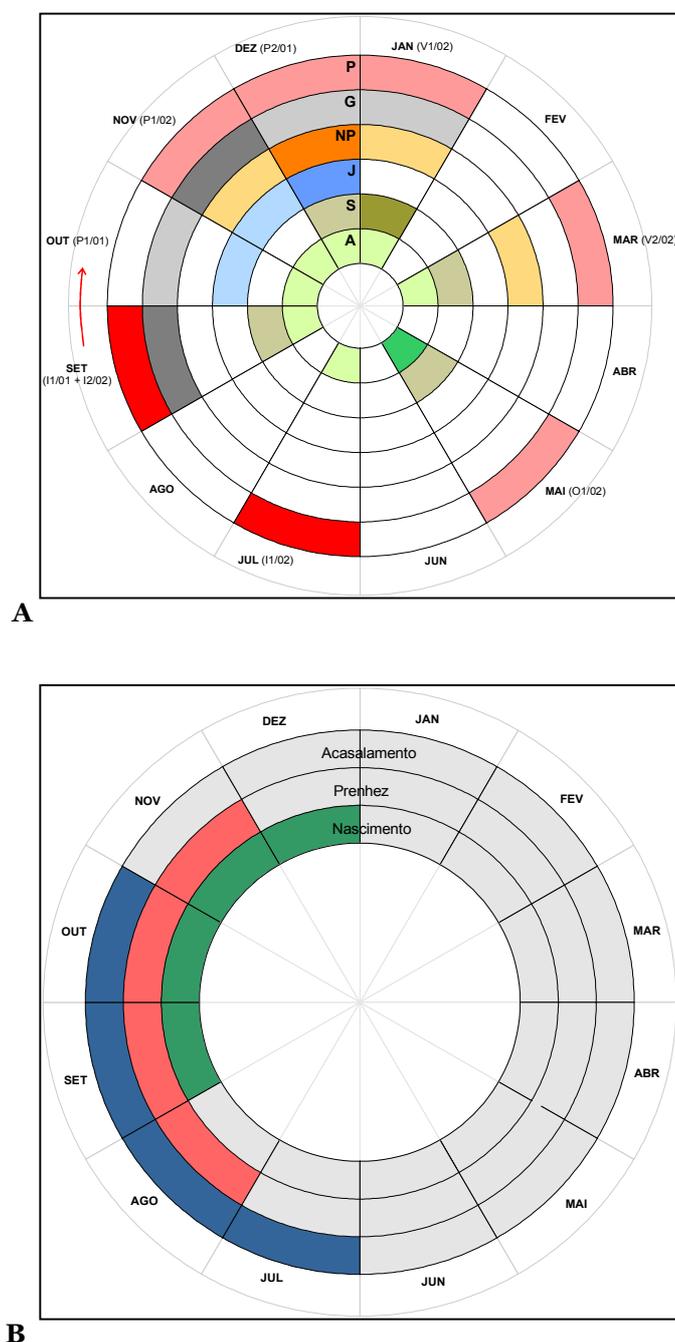
desenvolvimento dos fetos. Fêmeas de tamanho médio teriam vida mais longa e com maior prole do que fêmeas de maior tamanho corporal.

A disponibilidade alimentar também poderia ser um fator limitante no crescimento dos animais (de ambos os sexos). O desgaste energético para escavar túneis mais longos (ver Capítulo 1 - Introdução) para obter maior quantidade de alimento pode, mais uma vez, ser a causa da rápida diminuição do número de indivíduos nas classes acima de 200 mm para fêmeas e 210 mm para machos.

### 6.3.5 Reprodução

Os dados obtidos para estado reprodutivo e classificação etária, quando analisados por épocas de amostragem, indicam que há uma época preferencial de acasalamentos nos meses de inverno e de nascimentos no final do inverno e início da primavera. Entretanto pode acontecer ao longo de todo ano pois em quase todas as estações é encontrada alguma fêmea perfurada. O exposto acima é demonstrado pela maior concentração de fêmeas perfuradas (estado reprodutivo indicador de cópula recente) no inverno, de fêmeas prenhes dois meses depois (final do inverno e início da primavera), de animais jovens no final da primavera e de subadultos no início do verão. Associada a isto, a captura de macho e fêmea em uma mesma toca no inverno (I1/O2), embora tenha sido única, seria um indicativo de compartilhamento de toca para acasalamento.

Conforme a **figura 34A**, a partir do início do inverno ocorre a cópula (P) e cerca de dois meses depois, no final do inverno e início da primavera, já é detectada a prenhez (G) avançada nas fêmeas. Os nascimentos provavelmente ocorrem em meados da primavera (novembro) pois os animais jovens (J) foram mais freqüentes no final da primavera. O intervalo de tempo transcorrido entre o nascimento e a captura dos jovens corresponderia a um período de crescimento necessário para que os mesmos atinjam tamanhos passíveis de captura pelas armadilhas. Também, a passagem para a classe etária adulta parece ocorrer de forma gradual nos meses de outono, sendo aproximadamente cinco meses após a captura do maior número de jovens. Este recrutamento pode explicar a diminuição do número de subadultos nos meses de inverno e evidencia a existência do acasalamento da maior parte da população nos meses mais frios do ano.



**Figura 34.** Diagramas de ciclo de vida de *Ctenomys minutus* (Osório, RS, set/2001 a nov/2002). **A:** Estados reprodutivos (P = fêmeas perfuradas, G = fêmeas prenhes; NP = fêmeas não-perfuradas) e classes etárias (J = jovens; S = subadultos; A = adultos) em cada época de amostragem. Cores fortes indicam época de maior concentração de animais em cada categoria. **B:** Diagrama hipotético representando a época principal de acasalamento, prenhez e nascimentos em *C. minutus*. A cor cinza indica o período no qual os diferentes eventos ocorrem, mas com baixa frequência.

Os períodos descritos acima são aqueles em que as fases de história de vida são mais evidentes, o que demonstra que a espécie apresenta um ciclo de vida com etapas relativamente bem definidas, sendo a seqüência de fases, representada na **figura 34A**, cronologicamente organizada e coerente. Entretanto, deve ser ressaltado que praticamente em todas épocas do ano foram encontradas fêmeas perfuradas e subadultos. Isto indica a existência de variabilidade intrapopulacional, com alguns indivíduos iniciando a atividade reprodutiva antes da maioria da população e outros depois. A presença de pelo menos alguns subadultos ao longo de todo o ano parece ser consequência das cópulas menos freqüentes que acontecem nos demais meses, enquanto que a ausência de jovens pode ser devida à baixa abundância aliada à baixa capturabilidade dos mesmos nas armadilhas (conforme discutido anteriormente).

Diferente do proposto acima, GASTAL (1991) sugere para *C. minutus* um padrão reprodutivo com dois períodos reprodutivos, registrando como período de acasalamento os bimestres de julho-agosto e dezembro-janeiro, e como período de nascimentos os bimestres de outubro-novembro e abril-maio. Entretanto, a construção desta hipótese foi baseada em quatro amostragens sazonais (outubro, janeiro, maio e agosto), com um número amostral de 51 animais (dos quais somente 12 fêmeas adultas foram examinadas quanto aos sinais reprodutivos) e sem uma análise quantitativa da freqüência por época das características reprodutivas utilizadas. Os dados do presente estudo, que correspondem a uma amostra de 230 observações (capturas e recapturas, das quais 131 corresponderam a fêmeas adultas), obtidas em nove amostragens, e com avaliação quantitativa das características reprodutivas e de classes etárias nas épocas de amostragem, acrescentam mais informações às já fornecidas por GASTAL (1991) e permitem definir um panorama mais preciso do ciclo de vida de *C. minutus*. A avaliação quantitativa, realizada neste trabalho, suporta a modificação da hipótese de Gastal (1991), e indica que existe uma concentração de acasalamentos no inverno e de nascimentos no final do inverno e primavera, mas que estas podem também ocorrer esporadicamente ao longo de todo o ano (**figura 34B**). Para *C. lami*, espécie próxima a *C. minutus*, foi descrito um padrão de reprodução semelhante ao aqui proposto (EL JUNDI, 2003). Em outros Ctenomyidae existem evidências deste mesmo padrão. *Ctenomys flamarioni* apresenta fêmeas perfuradas durante as quatro estações do ano, mas a maior proporção aparece no inverno (FERNÁNDEZ, 2002). Em *C. talarum* são encontradas fêmeas prenhes durante nove meses (inverno, primavera e verão), com a

maioria dos nascimentos em outubro e novembro (BUSCH *et al.*, 1989; MALIZIA & BUSCH, 1991; 1997). *Ctenomys pearsoni* é descrita como uma espécie com um estro anual e época de acasalamento durante o inverno (maio, junho e julho), podendo existir um estro complementar na primavera (ALTUNA *et al.*, 1999). *Ctenomys mendocinus* apresenta estação reprodutiva de oito meses, com a atividade sexual das fêmeas marcadamente sazonal e podendo ocorrer dois estros, com prenhez pós-parto (ROSI *et al.*, 1996). Em *C. australis* a reprodução se dá durante todo o ano, também com prenhez pós-parto (ZENUTO & BUSCH, 1998). Em *C. minutus*, uma fêmea de três anos pode reproduzir pelo menos duas vezes, talvez mais, sendo possível que a mesma fêmea reproduza-se duas vezes no mesmo ano, como mostram os dados de recaptura para a fêmea V8, obtidos neste trabalho (ver item 6.1 – Resultados, deste Capítulo). A duração da estação reprodutiva determina se indivíduos jovens podem acasalar durante o ano de seu nascimento (BUSCH *et al.*, 2000). Em populações de *C. talarum* de regiões temperadas, algumas fêmeas acasalam na mesma estação reprodutiva na qual nasceram (MALIZIA & BUSCH, 1991; 1997). Em contraste, em populações de *C. mendocinus* que habitam desertos andinos altos, a estação de reprodução é muito curta, e ambos os sexos atingem a maturidade sexual na estação de reprodução seguinte ao ano de nascimento (ROSI *et al.*, 1996). Em *C. minutus*, foram capturadas em janeiro e em setembro (V1/02 e I1/01) fêmeas cicatrizadas com comprimento do corpo pequeno, menor que 155 mm (tamanho médio de primeira maturação), indicando que o acasalamento pode ocorrer já no primeiro ano de vida. Fêmeas nascidas no início do período de nascimentos (final do inverno) seriam capazes de acasalar no verão seguinte ao seu nascimento. As fêmeas pequenas que acasalam em setembro são, provavelmente, nascidas tardiamente no final do verão. As fêmeas adultas (perfuradas, cicatrizadas ou prenhes) que tem o comprimento do corpo entre 156 e 170 mm (faixa de comprimento onde ocorre recrutamento da fase subadulta para adulta) concentram-se nos meses de maio (O1/02) e setembro (I1/01 e I2/02), mas foram também capturadas nos meses de primavera e verão, coincidindo com a presença de subadultos na população. Assim, possivelmente, o maior número de acasalamentos no inverno seria devido a atividade reprodutiva de fêmeas adultas mais velhas, e a existência de evidências de acasalamento durante o resto do ano, embora em pequeno número, parece ser devido às fêmeas adultas mais jovens da população no início de sua atividade sexual.

A seqüência de fases do ciclo de vida representada na **figura 34A** sugere um tempo de gestação de aproximadamente três meses, não mais que isto. O maior número de fêmeas perfuradas a partir do início do inverno e de jovens em dezembro indica que fêmeas que acasalaram em julho, por exemplo, dariam cria em outubro ou início de novembro, e os filhotes, com um mês de idade em dezembro, já teriam tamanho e atividade suficiente para serem capturados. Esta suposição encontra suporte na descrição feita para a espécie *C. pearsoni*, onde as crias nascem cobertas de pelo e com os olhos abertos no primeiro dia de vida e que a convivência materno-filial é de dois meses e meio, após o que os jovens constroem seus sistemas de túneis individuais (ALTUNA *et al.*, 1999). O período de gestação calculado para *C. pearsoni* é de 105 a 110 dias (ALTUNA *et al.*, 1999), para *C. talarum* é de 93-120 dias (WEIR, 1974), quatro meses para *C. opimus* (PEARSON, 1959) e de 95 dias em *C. mendocinus* (CAMÍN & MADOERY, 1994). Entretanto, existe ainda pouca informação sobre o período de gestação em tuco-tucos na literatura (BENNETT *et al.*, 2000).

A época de nascimentos no final do inverno e início da primavera, a maior concentração de subadultos no verão e a ausência de subadultos no inverno sugerem que *C. minutus* leva aproximadamente de seis a sete meses para atingir a maturidade sexual. Os dados de recaptura confirmam esta suposição uma vez que animais jovens (com um ou dois meses de idade estimada) foram recapturados e classificados como adultos cinco meses depois. Fêmeas com esta idade já fazem parte do esforço reprodutivo pois já apresentam a vagina cicatrizada. Entre Ctenomyidae, ambos os sexos podem alcançar a maturidade sexual antes de completar um ano de vida, embora as fêmeas tipicamente atinjam a puberdade antes dos machos (PEARSON, 1959; MALIZIA & BUSCH, 1991; ZENUTO & BUSCH, 1998). Em *C. pearsoni*, as fêmeas são capazes de gestar no primeiro ano de vida, mas os machos subadultos ainda não estão capacitados para reprodução (ALTUNA *et al.*, 1999). Possivelmente vários fatores contribuam para que estes não se reproduzam, entre os quais a forte agressividade que as fêmeas em estro demonstram contra eles, inibindo o cortejo e levando os subadultos a adotar uma postura de submissão (TASSINO, 1992), seu tamanho menor, que não lhes permite cortejar eficientemente, e o fato das estruturas penianas ainda não estarem suficientemente desenvolvidas (ALTUNA & LESSA, 1985).

A ausência de indivíduos subadultos no inverno indica que a época principal de recrutamento de subadultos para adultos é entre o outono e o inverno. O tamanho de primeira maturação calculado para fêmeas (155 mm de comprimento do corpo) reforça esta hipótese. O maior número de indivíduos na classe de comprimento do corpo de 151-160 mm apareceu no verão e foi diminuindo até desaparecer no inverno.

O número de fetos percebido por apalpação do abdômen nas fêmeas prenhes capturadas foi sempre um ou dois. Não houve registro de três ou mais fetos, embora já tenha sido observado este número de embriões para *C. minutus* em trabalhos realizados com autópsia (T. R. O. de Freitas, comunicação pessoal, junho/2003). Em nenhum momento, foram capturados mais que dois jovens em um mesmo sistema de túneis, nem foi detectado movimento nas tocas após a captura de três indivíduos (mãe e dois filhotes). Fêmeas de *C. pearsoni* podem apresentar até oito embriões no início da gestação, mas nunca chegam a parir mais do que três crias, existindo uma alta taxa de reabsorção, como já foi indicado para outras espécies do gênero (MALIZIA & BUSCH, 1991). Embora o tamanho da ninhada em roedores subterrâneos tenda a ser pequeno, variações no número de crias ocorrem tanto inter como intra especificamente. Dada uma espécie com larga distribuição geográfica, a variação no número de crias pode refletir diferenças no clima local ou na produtividade do habitat (BUSCH *et al.*, 2000). O suporte potencial para esta hipótese vem dos estudos com Ctenomyidae. O tamanho da ninhada é maior em *C. talarum* de habitats com alta produtividade (MALIZIA & BUSCH, 1991; 1997) do que em *C. opimus* e *C. mendocinus* de habitats de baixa produtividade (PEARSON, 1959; ROSI *et al.*, 1992). Entretanto, esta hipótese poderia ser melhor testada pela comparação entre diferentes populações de uma mesma espécie em ambientes diferentes.

Os dados de recaptura mostraram que a idade média estimada nos indivíduos mais velhos recapturados foi de dois anos e seis meses, mas que pelo menos alguns indivíduos de *C. minutus* podem sobreviver aproximadamente três anos. A fêmea V8, por exemplo, foi capturada com idade mínima estimada de 34 meses (2 anos e 10 meses) e com a vagina perfurada. Entre Ctenomyidae, *C. mendocinus* e *C. talarum* adultos sobrevivem tipicamente a duas estações de reprodução, representando um tempo de vida máximo de aproximadamente dois anos (BUSCH *et al.*, 2000). Dados mais precisos para *C. talarum* indicam que a faixa de longevidade de 20 a 22 meses

---

(BUSCH *et al.*, 1989; MALIZIA & BUSCH, 1997). Aparentemente, *C. minutus* pode sobreviver um tempo maior que as espécies descritas acima.

### 6.3.6 Número de indivíduos e densidade

O número mínimo de indivíduos na população e a densidade absoluta, obtidos para cada local e em época de amostragem, não apresentaram qualquer padrão aparente que tenha relação com a sazonalidade ou com os eventos de ciclo de vida estudados, pois variaram pouco ao longo do ano.

O número mínimo de indivíduos na população, estimado pelo somatório de capturas e de registros de atividade, dá uma idéia do número de animais existentes na área, e pode, quando as tocas ativas são georreferenciadas, ser utilizado para ao cálculo da densidade relativa em cada época de amostragem pelo método utilizado neste estudo. O número de animais nos locais de amostragem era visivelmente maior do que o detectado pelo movimento nas tocas abertas, uma vez que existiam várias tocas recentes onde não foram colocadas armadilhas. Entretanto a obtenção do número mínimo de indivíduos na população está restrita ao número de tocas utilizadas para a colocação das armadilhas. Os valores obtidos para este parâmetro podem também servir para avaliar a eficiência do método de captura, tanto em relação à escolha das tocas recentes quanto em relação à eficiência das armadilhas utilizadas. No primeiro caso, foi constatado que a eficiência de escolha (razão entre o número total de armadilhas com movimento ou captura e o número total de armadilhas) variou entre 50 e 97 %, com uma eficiência média de 81 %. Portanto, a escolha visual das tocas recentes é um método eficiente para que sejam detectados indivíduos na população. No segundo caso citado, a eficiência de captura das armadilhas (30,5 %) foi baixa. Isto não significa, necessariamente, que as armadilhas utilizadas (Oneida Victor nº 0) não sejam eficientes para a captura de *C. minutus*. Dentre as armadilhas já testadas para a captura de tuco-tucos vivos, esta é a que mostrou maior eficiência (TRAVI, 1983; BRETSCHEIDER, 1987). Existem vários outros fatores que podem influenciar a captura dos animais, tais como o tamanho dos indivíduos, a largura dos túneis ou a existência de túneis bifurcados que possibilitem o bloqueio da armadilha sem que o animal passe por ela, a percepção da armadilha pelo animal e o bloqueio da mesma de

---

uma porção mais anterior do túnel ou até mesmo erros dos coletores no momento de armar a armadilha.

Os métodos estabelecidos para o cálculo de tamanho populacional em estudos de captura-marcação-recaptura como Lincoln-Petersen ou Jolly-Seber não parecem ser adequados às populações animais subterrâneos de hábito solitário como *C. minutus*. A estrutura física das populações formadas por estes animais e a forma como foi estabelecido o método de amostragem violam alguns pressupostos dos dois métodos, o que torna a sua utilização inadequada (FERNANEZ, 1995; GREENWOOD, 1996; WILSON *et al.*, 1996).

No método Lincoln-Petersen os pressupostos quebrados seriam os seguintes:

- *a população deve ser uma população fechada, isto é, não devem ocorrer adições (nascimentos e imigração) ou subtrações (morte e emigração) entre dois períodos de amostragem.* No método de amostragem utilizado neste estudo, o espaço entre as sessões de captura foi de aproximadamente oito semanas. Este período é muito longo para que se possa considerar que não existem adições ou subtrações na população, e o nascimentos de novas coortes foi comprovado durante o estudo pela captura de animais jovens mais concentradas em uma determinada época do ano (primavera).

- *todos os animais possuem a mesma chance de serem capturados em cada amostragem.* Uma vez que os animais vivem em galerias individuais, pode-se considerar que sua capacidade de locomoção no espaço é limitada. Uma vez escolhido o seu sistema de túneis para a colocação de uma armadilha, a chance deste animal cair na armadilha é obviamente diferente da de um animal cujo sistema não foi escolhido. Também, o pesquisador pode escolher arbitrariamente sua toca para colocação da armadilha. Se o objetivo for capturar seguidamente um animal marcado, basta escolher sempre o mesmo sistema de túneis. Deste modo, não é o animal que cai involuntariamente na armadilha e sim o pesquisador é que tem a responsabilidade pela captura do animal. O sorteio das tocas pode diminuir este fator determinante na captura, mas ainda assim ele existe.

No método Jolly-Seber, além da quebra do segundo pressuposto acima mencionado, que existe também para este método, os valores populacionais estimados são muito imprecisos quando o número de animais marcados em cada amostragem é menor que dez. Isto ocorreu em várias das amostragens durante o estudo.

Outro fator que atrapalha a utilização de qualquer dos dois métodos citados é o fato de que *C. minutus* vive em galerias individuais com espaço limitado e com

extremidades fechadas. Assim, indivíduos marcados em cada sessão de captura não tem a mesma possibilidade de mistura com o restante da população não marcada, como existe para animais que vivem sobre a superfície.

Deste modo, o cálculo da densidade relativa parece ser uma forma alternativa para estudar fatores demográficos, pelo menos até o estabelecimento de um método adequado ao modo de vida subterrâneo e solitário.

### 6.3.7 Estrutura social

Roedores subterrâneos são tipicamente solitários e defendem agressivamente seus sistemas de túneis contra indivíduos de mesma espécie (BENNETT *et al.*, 2000). A maioria das espécies de *Ctenomys* possui hábitos solitários, sendo descrita até o momento somente uma com compartilhamento de túneis na fase adulta (*C. sociabilis*, PEARSON & CHRISTIE, 1985; LACEY *et al.*, 1997). LACEY *et al.* (1997) mostraram, em seus estudos de campo, que os sistemas de túneis de *C. sociabilis* são regularmente habitados por múltiplas fêmeas e um único macho. Estudos com *C. peruanus* sugerem ocupação “plural” dos túneis, mas usualmente por haréns de fêmeas sexualmente ativas em ausência de machos. Os machos são altamente territoriais e mantêm uma existência estritamente solitária (PEARSON, 1959; PEARSON & CHRISTIE, 1985). No presente trabalho foi constatado que *C. minutus* é uma espécie solitária. A avaliação da atividade nas tocas onde existiu captura de indivíduos mostrou que em 84,7 % delas não houve movimento após a retirada do primeiro animal e somente em 15,3 % das tocas foram obtidas evidências da existência de um segundo indivíduo no mesmo sistema de túneis. É possível que o compartilhamento de tocas se dê apenas temporariamente para a cópula, e em seguida os animais passem a ocupar novamente suas galerias de forma individual. Aparentemente, os machos não participam do cuidado das crias, uma vez que nunca foi capturado um jovem na mesma toca de um macho adulto. Sempre que houve captura de jovens na mesma toca de um adulto, a toca pertencia a uma fêmea.

Os resultados para o Índice de Atividade da População (IA<sub>p</sub>) indicaram que não existe um padrão de atividade que possa ser diretamente relacionado com sazonalidade. Entretanto, a tendência observada pode estar relacionada à presença de maior número de animais jovens e subadultos nos meses de primavera e verão. Uma

vez que animais jovens ainda estão no mesmo sistema de túneis da mãe nesta época, o número de vezes que a toca é fechada (indicativo utilizado para medir atividade) tende a aumentar. No inverno, quando os indivíduos da população são na maioria adultos (e solitários) a atividade nas tocas tenderia a diminuir, diminuindo também o  $IA_p$ .

## 7. CONCLUSÕES

O método do Diagrama de Classificação Etária desenvolvido neste trabalho mostrou ser uma ferramenta útil para classificação etária de fêmeas de *Ctenomys minutus* nas classes jovem, subadulto e adulto em estudos sem a morte dos animais. Tem respaldo em informações biológicas (estado reprodutivo) de fácil obtenção em campo e independente da observação sobre permanência dos jovens e subadultos nos mesmos sistemas de túneis da mãe. O diagrama pode ser construído com duas variáveis morfométricas quaisquer e permite que seja aperfeiçoado à medida que sejam obtidas mais informações sobre a espécie estudada. Entretanto, a classificação etária para machos ainda precisa ser desenvolvida, provavelmente com estudos que exijam a dissecação dos animais capturados. O Diagrama de Classificação Etária proposto para *C. minutus* pode ser utilizado para as demais espécies do gênero e até mesmo de outras classes de animais.

O método de amostragem desenvolvido foi eficiente para captura de um número maior de animais em cada sessão de amostragem, para minimizar o efeito da escolha arbitrária das tocas para a colocação das armadilhas e, principalmente, para responder à questão relacionada com o hábito social de *Ctenomys minutus*.

A população estudada de *C. minutus* está composta em sua maioria de indivíduos adultos (84,8 %), com a participação de subadultos e jovens de 9,4 e 5,8 %, respectivamente. A razão sexual encontrada nas classes jovem e subadulto não é diferente de 1:1 e na classe adulto, a razão entre machos e fêmeas é de 1:2. A maior parte dos indivíduos capturados da população apresenta comprimento do corpo na faixa de 161 a 210 mm, com machos chegando a tamanhos maiores que as fêmeas.

*Ctenomys minutus* apresenta reprodução com época preferencial de acasalamentos nos meses de inverno e de nascimentos a partir do final do inverno e início da primavera, podendo, entretanto acontecer eventualmente ao longo de todo ano. A época de recrutamento para a fase adulta ocorre durante os meses de outono, e no inverno a população está composta principalmente por adultos.

A seqüência obtida para o ciclo de vida de *C. minutus* sugere um tempo de gestação de aproximadamente três meses, e de seis a sete meses para atingir a maturidade sexual, com cerca de 155 mm de comprimento do corpo, idade a partir da qual as fêmeas já apresentam evidências de atividade reprodutiva, podendo reproduzir mais de uma vez por ano. O número de fetos percebido por apalpação do abdômen e de jovens capturados em uma mesma toca indica um tamanho da ninhada, geralmente, de uma ou duas crias por nascimento. A idade estimada dos indivíduos mais velhos é de dois anos e seis meses, com alguns podendo chegar até pelo menos três anos.

A espécie *C. minutus* possui hábito social tipicamente solitário, compartilhando os sistemas de galerias somente para a cópula e o cuidado das crias, que é realizado somente pelas fêmeas.

O Índice de Atividade da População, desenvolvido neste trabalho, mostrou que não existe um padrão de atividade que possa ser diretamente relacionado com sazonalidade ou com os eventos de ciclo de vida estudados.

## 8. PERSPECTIVAS

Este trabalho, além de responder a algumas questões existentes sobre as características da biologia populacional de animais subterrâneos, em especial o tuco-tuco *Ctenomys minutus*, levantou várias indagações sobre as populações existentes no estado e suas relações com o ambiente. Seguem abaixo, algumas considerações que surgiram ao longo do desenvolvimento desta dissertação que apontam possibilidades de novos estudos a serem desenvolvidos.

Informações sobre estruturas internas de crescimento constante, obtidas em animais disponíveis em coleções ou em estudos com a remoção dos animais das populações, permitiriam a calibração e aperfeiçoamento do Diagrama de Classificação Etária, assim como sua utilização mais segura para a classificação de machos.

A obtenção de um maior número de informações morfométricas e de estado reprodutivo em campo melhorariam a precisão do Diagrama de Classificação Etária. O método pode também ser desenvolvido para a inclusão de parâmetros fisiológicos, tais como taxas hormonais que identifiquem estado reprodutivo, como variável na construção do diagrama.

A utilização do Diagrama de Classificação Etária para outras espécies e sua comparação com métodos de classificação etária já estabelecidos com bases biológicas sólidas podem servir para aperfeiçoar ou refutar o método proposto.

O estudo detalhado e mais profundo da localização espacial georreferenciada dos indivíduos nas colônias pode fornecer informações importantes sobre a estrutura social no espaço e relações individuais entre os animais. Pode também avaliar padrões de deslocamento ao longo do tempo e suas relações com as classes etárias, diferenças entre machos e fêmeas, época de acasalamento, nascimentos ou dispersão, etc.

O estudo da vegetação associada à presença de tuco-tucos em pequena e grande escala forneceria informações sobre sua atuação como determinante da distribuição espacial dos indivíduos e das populações. Por outro lado, a presença de tuco-tucos pode modificar a composição florística da vegetação associada à colônia.

---

O papel dos tuco-tucos como engenheiros de ecossistemas não é conhecido. Estudos comparativos em áreas com e sem tuco-tucos sobre características físicas e químicas do solo, assim como composição, demografia e produtividade da vegetação podem fornecer importantes informações sobre a influencia destes animais em escala de ecossistema.

A observação de diversos tipos de predadores próximos às colônias de tuco-tucos mostra que seu papel como recurso alimentar para outras espécies merece ser investigado. As tuqueiras, que apresentam uma alta concentração de indivíduos em pequeno espaço geográfico, podem funcionar como importante fonte de recursos para alguns predadores, especialmente no período em que jovens e subadultos deixam as tocas maternas para formar seu próprio sistema de galerias. Estudo nesta área permitiriam, também, verificar se a predação é um fator de mortalidade importante para tuco-tucos e se está, de fato, mais associada a alguma etapa de vida.

A composição do solo e o histórico da formação geológica parecem ter influência direta nos padrões de distribuição espacial das colônias em micro e em macro-escala. Estudos nestas áreas poderiam indicar o padrão de distribuição e evolução das diferentes espécies de tuco-tucos existentes no Estado. Além disso, um estudo em macro-escala geográfica sobre a distribuição das colônias de tuco-tucos e sua associação com características topográficas, solo e tipo de vegetação pode ajudar a determinar a disponibilidade de habitats para a espécie em relação ao processo de ocupação do solo pelo homem. Isto possibilitaria avaliar medidas de conservação adequadas para a espécie.

Assim, o estudo dos tuco-tucos nas mais diferentes áreas está ainda no início, sendo as questões levantadas acima apenas uma amostra da ampla gama de possibilidades que estes interessantes animais fornecem para o desenvolvimento do conhecimento biológico.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMCZEWSKA-ANDRZEJEWSKA, K.A. The lens as indicator of age in the wild *Microtus arvalis* population. **Bull. Acad. pol. Sci.**, **21**:31-336, 1972.
- ALTUNA, C.A. & LESSA, E.P. Penial morphology in uruguayan species of *Ctenomys* (Rodentia, Octodontidae). **Journal of Mammalogy**, **66**:383-389, 1985.
- ALTUNA, C.A.; FRANCESCOLO, G.; TASSINO, B.; IZQUIERDO, G. Ecoetología y conservación de mamíferos subterráneos de distribución restringida: el caso de *Ctenomys pearsoni* (Rodentia, Octodontidae) en el Uruguay. **Etología**, **7**:47-54, 1999.
- BENNETT, N.C.; FAULKES, C.G.; MOLTENO, A.J. Reproduction in subterranean reodents. *In*: Lacey, E.A.; Patton, J.L.; Cameron, G.N. (ed.) **Life underground: the biology of subterranean rodents**. The University of Chicago Press, Chicago, 2000, 449 pp.
- BRETSCHNEIDER, D.S. **Alguns aspectos da biologia e ecologia de *Ctenomys flamarioni* Travi, 1981 (Rodentia, Ctenomyidae)**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.
- BROWN, E.B., III. Changes in patterns of seasonal growth of *Microtus pennsylvanicus*. **Ecology**, **54**:1103-1110, 1973.
- BUFFENSTEIN, R. Ecophysiological responses of subterranean rodents to underground habitats. *In*: Lacey, E.A.; Patton, J.L.; Cameron, G.N. (ed.) **Life underground: the biology of subterranean rodents**. The University of Chicago Press, Chicago, 2000, 449 pp.
- BUSCH, C.; ANTINUCCI, C.D.; VALLE, J.C.; KITTLEIN, N.J.; MALIZIA, A.I.; VASSALO, A.I.; ZENUTO, R.R. Population ecology of subterranean rodents. *In*: Lacey, E.A.; Patton, J.L.; Cameron, G.N. (ed.) **Life underground: the biology of subterranean rodents**. The University of Chicago Press, Chicago, 2000, 449 pp.
- BUSCH, C.; MALIZIA, A.I.; SCAGLIA, O.A.; REIG, O.A. Spatial distribution and attributes of a population of *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae). **Journal of Mammalogy**, **70**(1):204-208, 1989.
- CAMÍN, S.R. & MADOERY, L.A. Feeding behavior of the tuco-tuco (*Ctenomys mendocinus*): Its modifications according to food availability and the changes in the harvest pattern and consumption. **Revista Chilena de Historia Natural**, **67**:257-263, 1994.
- CHOU, C-W.; LEE, P-F.; LU, K-H.; YU, H-T. A population study of house mice (*Mus musculus castaneus*) inhabiting rice granaries in Taiwan. **Zoological Studies**, **37**(3):201-212, 1998.

- COMPARATORE, V.M.; CID, M.S.; BUSCH, C. Dietary preferences of two sympatric subterranean rodent populations in Argentina. **Revista Chilena Historia Natural**, **68**:197-206, 1995.
- CORRÊA, I.C.S.; BAITELLI, R.; KETZER, J.M.; MARTINS, R. Tanslação horizontal e vertical do nível do mar sobre a plataforma continental do Rio Grande do Sul nos últimos 17.500 anos BP. **Anais III Congresso ABEQUA – Belo Horizonte** :225-240, 1992.
- DeBLASE, A.F. & MARTIN, R.E. **A manual of mammalogy with keys to the families of the world**. Dubuque, IA: Wm. C. Brown Company Publishers, 1981, 436 pp.
- DETLING, J.K. Mammalian herbivores: ecosystem-level effects in two grassland national parks. **Wildlife Society Bulletin**, **26**:138-448, 1998.
- EL JUNDI, T.A.R.J. **Estudo da variabilidade cromossômica em *Ctenomys lami* (Rodentia – Ctenomyidae) ao longo de sua distribuição geográfica através de marcadores moleculares**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- FERNANDEZ, F.A.S. Métodos para estimativas de parâmetros populacional por captura, marcação e recaptura. **Oecologia Brasiliensis**, **2**:01-26, 1995.
- FERNÁNDEZ, G.P. **Análise da estrutura populacional e da variabilidade genética em três populações de *Ctenomys flamarioni* (Rodentia – Ctenomyidae) através de loci de microssatélites**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- FONSECA, O.J. **Aspectos limnológicos da lagoa Emboaba, planície costeira setentrional do Rio Grande do Sul: morfometria, hidroquímica e vegetação de *Scirpus californicus* (C.A. Meyer) Steud.** Tese de Doutorado, Curso de Ecologia e Recursos Naturais, Universidade de São Carlos, 1991.
- FREITAS, T.R.O. Geographic distribution and conservation of four species of the genus *Ctenomys* in southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, **30**(1):53-59, 1995.
- FREYGANG, C.C. **Variação cromossômica em *Ctenomys minutus* ao longo de sua distribuição geográfica**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- GALLARDO, M.H. & ANRIQUE, J.A. Populational parameters and burrow system in *Ctenomys maulinus brunneus* (Rodentia, Ctenomyidae). **Medio Ambiente**, **11**(2):48-53, 1991.
- GASTAL, M.L. Densidade, razão sexual e dados biométricos de uma população de *Ctenomys minutus* Nehring, 1887 (Rodentia, Cavimorpha, Ctenomyidae). **Iheringia, Sér. Zool.**, **75**:25-33, 1994a.
- GASTAL, M.L. Sistemas de túneis e área de vida de *Ctenomys minutus* Nehring, 1887 (Rodentia, Cavimorpha, Ctenomyidae). **Iheringia, Sér. Zool.**, **77**:35-44, 1994b.

- GASTAL, M.L.A. **Aspectos da ecologia e biologia de uma população de *Ctenomys minutus minutus* Nehring, 1887, em Tramandaí, RS (Rodentia, Ctenomyidae)**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1991.
- GONZÁLEZ, E.M. & ALTUNA, C.A. Mammíferos presa de Strigiformes en el Uruguay. **Actas V Jornadas de Zoología del Uruguay :20**, 1999.
- GREENWOOD, J.J.D. Basic techniques. *In*: Sutherland, W.J. (ed.) **Ecological sensus techniques: a handbook**. Cambridge university Press, Cambridge, 1996, 336 pp.
- HASENACK, H.; FERRARO, L.W. Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. **Pesquisas**, **22**:53-70, 1989.
- HEUSER, V.D. **Avaliação da genotoxicidade induzida por emissões de veículos automotores – *Ctenomys minutus* como organismo bioindicador**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- HEUSER, V.D.; SILVA, J.; MORISKE, H.-J.; DIAS, J.F.; YONEAMA, M.L.; FREITAS, T.R.O. Genotoxicity biomonitoring in regions exposed to vehicle emissions using the Comet Assay and the Micronucleous Test in native rodent *Ctenomys minutus*. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, **40**:227-235, 2002.
- HUNTLY, N. & INOUE, R. Pocket gophers in ecosystems: patterns and mechanisms. **BioScience**, **38**:786-793, 1988.
- HUNTLY, N. & REICHMAN, O.J. Effects of subterranean mammalian herbivores on vegetation. **Journal of Mammalogy**, **75**:852-859, 1994.
- INOUE, R.S.; HUNTLY, N.; WASLEY, G.A. Effects of pocket gophers (*Geomys bursarius*) on microtopographic variation. **Journal of Mammalogy**, **78**:1144-1148, 1997.
- JONES. C.G.; LAWTON, J.H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **OIKOS**, **69**:373-386, 1994.
- KLEIN, R.M. Aspectos predominantes da vegetação sul-brasileira. *In*: **Congresso da Sociedade Botânica do Brasil**, 15. Porto Alegre, 1964. anais... p. 255-76. SBB, 1967.
- KRAVETZ, F.O.; BUSCH, M.; PERCICH, R.E.; MANJÓN, M.C.; MARCONI, P.N. Ecología de *Calomys laucha* (Rodentia, Cricetidae) en el Departamento de Río Cuarto (Córdoba). II. Criterios para la determinación de edades y crecimiento. **Ecología**, **6**:35-44, 1981.
- KREBS, C.J. **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance**. 5<sup>th</sup> Ed. Benjamin Cummings, San Francisco, 2001, 695 pp.
- LACEY, E.A.; BRAUDE, S.H.; WIECZOREK, J.R. Burrow sharing by colonial tuco-tucos (*Ctenomys sociabilis*). **Journal of Mammalogy**, **78**(2):556-562, 1997.
- LACEY, E.A.; BRAUDE, S.H.; WIECZOREK, J.R. Solitary burrow use by adult patagonian tuco-tucos (*Ctenomys haigi*). **Journal of Mammalogy**, **79**(3):986-991, 1998.

- LACEY, E.A.; PATTON, J.L.; CAMERON, G.N. (ed.) **Life underground: the biology of subterranean rodents**. The University of Chicago Press, Chicago, 2000, 449 pp.
- LORD, R.D. The lens as an indicator of age in cottontail rabbits. **Journal of Wildlife Management**, **23**:358-360, 1959.
- MALIZIA, A.I. & BUSCH, C. Reproductive parameters and growth in the fossorial rodent *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae). **Mammalia**, **55**(2):293-305, 1991.
- MALIZIA, A. & BUSCH, C. Breeding biology of the fossorial rodent *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae). **Journal of Zoology London**, **242**:463-471, 1997.
- MALIZIA, A.I.; VASSALLO, A.I.; BUSCH, C. Population and habitat characteristics of two sympatric species of *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae). **Acta Theriologica**, **36**(1-2):87-94, 1991.
- MALIZIA, A.I.; ZENUTO, R.R.; BUSCH, C. Demographic and reproductive attributes of dispersers in two populations of the subterranean rodent *Ctenomys talarum* (tuco-tuco). **Canadian Journal of Zoology**, **73**:732-738, 1995.
- MARINHO, J.R. **Estrutura populacional e variação craniométrica intraespecífica em uma zona de hibridação de *Ctenomys minutus* Nhering, 1887**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- MENEGAT, R.; PORTO, M.L.; CARRARO, C.C.; FERNANDES, L.A.D. (ed) **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998.
- MORRIS, P. A review of mammalian age determination methods. **Mammal Review**, **2**(3):69-104, 1972.
- MYERS, K. & GILBERT, N. Determination of age of wild rabbits in Australia. **Journal of Wildlife Management**, **32**:841-849, 1968.
- NEGUS, N.C & BERGER, P.J. Cohort analysis: environmental cues and diapause in microtine rodents. *In*: Boyce, M. (ed) **Evolution of life histories of mammals: teory and pattern**. Yale University, 1988, 373 pp.
- OLSSON, G.E.; WHITE, N.; AHLM, C.; ELGH, F.; VERLEMYR, A-C.; JUTO, P.; PALO, R.T. Demographic factors associated with hantavirus infection in bank voles (*Clethrionomys glareolus*). **Emerging Infectious Diseases**, **8**(9):924-929, 2002.
- PEARSON, O.; BINSZTEIN, N.; BOIRY, L.; BUSCH, C.; DI PACE, M.; GALLOPIN, G.; PENCHASZADEH, P.; PIANTANIDA, M. Estructura social, distribución espacial y composición por edades de una población de tuco-tucos (*Ctenomys talarum*). **Investigaciones Zoológicas Chilenas**, **13**:47-80, 1968.
- PEARSON, O.P. & CHRISTIE, M.I. Los tuco-tucos (Genero *Ctenomys*) de los parques nacionales Lanin Y Nahuel Hualpi, Argentina. **Historia Natural**, **5**(37):337-343, 1985.
- PEARSON, O.P. Biology of the subterranean rodents, *Ctenomys*, in Peru. **Memórias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"**, **9**:3-56, 1959.
- REICHMAN, O.J. & SEABLOOM, E.W. The role of pocket gophers as subterranean ecosystem engineers. **Trends in Ecology and Evolution**, **17**:44-49, 2002.

- REICHMAN, O.J. & SMITH, S.C. Impact of pocket gopher burrows on overlying vegetation. **Journal of Mammalogy**, **66**:720-725, 1985.
- REIG, O.A. Ecological notes on the fossorial octodont rodent *Spalacopus cyanus* (Molina). **Journal of Mammalogy**, **51**:592-601, 1970.
- RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza: um livro-texto em ecologia básica**. 3<sup>o</sup> ed. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 470 p., 1996.
- ROSI, M.I.; PUIG, S.; VIDELA, F.; CONA, M.I.; ROIG, V.G. Ciclo reproductivo y estructura etaria de *Ctenomys mendocinus* (Rodentia, Ctenomyidae) del Piedemonte de Mendoza, Argentina. **Ecología Austral**, **6**:87-93, 1996.
- ROSI, M.I.; PUIG, S.; VIDELA, F.; MADOERY, L.; ROIG, V.G. Estudio ecológico del roedor subterráneo *Ctenomys mendocinus* en la precordilhera de Mendoza, Argentina: ciclo reproductivo y estructura etaria. **Revista Chilena de História Natural**, **65**:221-223, 1992.
- SAUER, J.R. & SLADE, N.A. Field-determined growth rates of prairie voles (*Microtus ochrogaster*): observed patterns and environmental influences. **Journal of Mammalogy**, **67**(1):61-68, 1986.
- SCHWARZBOLD, A. & SCHÄFER, A. Gênese e morfologia das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul – Brasil. **Amazoniana**, **9**(1):87-104, 1984.
- SILVA, J.; FREITAS, T.R.O.; HEUSER, V.; MARINHO, J.R.; BITTENCOURT, F.; CERSKI, C.T.S.; KLIEMANN, L.M.; ERDTMANN, B. Effects of chronic exposure to coal in wild rodents (*Ctenomys torquatus*) evaluated by multiple methods and tissues. **Mutation Research**, **470**:39-51, 2000.
- SILVA, J. **Biomonitoramento de regiões mineradoras de carvão do Rio Grande do Sul – avaliação da genotoxicidade através de roedores nativos**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.
- SILVEIRA, J.D. **Avaliação das atividades mutagênica e genotóxica de extratos de solos provenientes das proximidades da rodovia RS-030 – Tramandaí – Osório pelos testes *Salmonella/microsossoma* e Ensaio Cometa**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.
- SLADE, N.A.; SAUER, J.R.; GLASS, G.E. Seasonal variation in field-determined growth rates of the hispid cotton rat (*Sigmodon hispidus*). **Journal of Mammalogy**, **65**:263-270, 1984.
- STEIN, B.R. Morphology of subterranean rodents. In: Lacey, E.A.; Patton, J.L.; Cameron, G.N. (ed.) **Life underground: the biology of subterranean rodents**. The University of Chicago Press, Chicago, 2000, 449 pp.
- TASSINO, B. **Organización y análisis cuantitativo del cortejo en una población del grupo *Ctenomys pearsoni* (Rodentia: Octodontidae)**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay, 1992.
- TCHAICKA, L. **Análise de duas barreiras ao fluxo gênico entre populações de *Ctenomys minutus* (Rodentia-Ctenomyidae) da Planície Costeira do**

- sul do Brasil.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- TEIXEIRA, M.B. Vegetação. *In: Levantamento de recursos naturais.* Rio de Janeiro: IBGE 33:541-632, 1986.
- TRAVI, V.H. **Etologia de *Ctenomys torquatus* Lichtenstein, 1830 (Rodentia, Ctenomyidae) na Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.
- UHLIG, H.G. The determination of age of nestling and sub-adult gray squirrels in West Virginia. **Journal of Wildlife Management**, **10**(2):171-174, 1955.
- VILLA, L.J.; CAREY, A.B.; WILSON, T.M.; GLOS, K.E. **Maturation and reproduction of northern flying squirrels in pacific northwest forests**, General Technical Report, PNW-GTR-444. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 59p., 1999.
- VILLWOCK, J.A. A summary of the geology of the coastal province of Rio Grande do Sul. **Proc. SIUEC** (1982: Nov. 21-27: Rio Grande, RS, Brazil) **2**: 471-484, 1989.
- VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; HORN Fº, N.O.; BACHI, F.A.; DEHNHARDT, B.A. **Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula.** *In: Rabassa, J.; Balkenma, A.A. (ed.).* Rotterdam, 1986.
- WAECHTER, J.L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre: **Comunicações do Museu de Ciências da PUC RS, sér. bot** **33**:49-68, 1985.
- WAECHTER, J.L. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. *In: Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira*, **2**. Águas de Lindóia, 1990. Estrutura, função e manejo. São Paulo: ACIESP. **3**:228-248 (Publicação ACIESP n. 71-3), 1990.
- WEIR, B.J. Reproductive characteristics of hystricomorph rodents. *In: Rowland, I.W. & Weir, b.j. (ed) The biology of hystricomorph rodents.* Symposium of the Zoological Society of London, London, 1974.
- WELTZIN, J.F.; DOWHOWER, S.L.; HEITSCHMIDT, R.K. Prairie dog effects on plant community structure in southern mixed-grass prairie. **The Southwestern Naturalist**, **42**:251-258, 1997.
- WHICKER, A.D. & DETLING, J.K. Ecological consequences of prairie dog disturbances. **BioScience**, **38**:778-184, 1988.
- WILKS, B.J. Some aspects of ecology and population dynamics of the pocket gopher (*Geomys bursarius*) in southern Texas. **Texas Journal Scientific**, **15**:241-283, 1963.
- WILSON, D.E.; COLE, F.R.; NICHOLS, J.K.; RUDRAN, R.; FOSTER, M.S. (ed.) **Mesuring and monitoring biological diversity: standard methods for mammals.** Smithsonian Press, Washington, D.C., 1996, 409 pp.
- YU, H-T. & LIN, Y-S. Age, reproduction, and demography of the spiny rat (*Muridae: Niviventer coxingi*) in Subtropical Central Taiwan. **Zoological Studies**, **38**(2):153-163, 1999.

- ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. 4<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall, Inc, New Jersey, 1999, 663 pp.
- ZENUTO, R. & BUSCH, C. Influence of the subterranean rodent *Ctenomys australis* (Tuco-tuco) in a sand-dune grassland. **Zeitschrift fuer Saeugetierkunde**, **60**:285, 1995.
- ZENUTO, R. & BUSCH, C. Population biology of the subterranean rodent *Ctenomys australis* (Tuco-tuco) in a coastal dunefield in Argentina. **International Journal of Mammalian Biology**, **63**:357-367, 1998.