

UFRRJ

**INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
ANIMAL**

DISSERTAÇÃO

**Morfologia Peniana de Três Espécies de Tuco-tucos do Brasil
(Rodentia: Ctenomyidae)**

Joice dos Santos Lima Bernardo

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**MORFOLOGIA PENIANA DE TRÈS ESPÉCIES DE TUCO-TUCOS DO
BRASIL (RODENTIA:CTENOMYIDAE).**

JOICE DOS SANTOS LIMA BERNARDO

Sob a Orientação do Professor Dr.
Oscar Rocha-Barbosa
e Co-orientação do Professor Dr.
Cláudio Juan Bidau

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós- Graduação em Biologia Animal, Área de concentração em morfologia de grupos recentes.

Seropédica, RJ
Março de 2010

599.323044

B523m

T

Bernardo, Joice dos Santos Lima.
Morfologia peniana de três
espécies de Tuco-Tucos do Brasil
(Rodentia: Ctenomyidae) / Joice dos
Santos Lima Bernardo - 2010.
63 f.: il.

Orientador: Oscar Rocha Barbosa.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Biologia Animal.
Bibliografia: f. 45-51.

1. Roedor - Teses. 2. Morfologia
(Animais) - Teses. 3. Pênis - Teses.
4. Ctenomys - Teses. I. Barbosa,
Oscar Rocha. II. Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

JOICE DOS SANTOS LIMA BERNARDO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de concentração em morfologia de grupos recentes.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____/____/____

(Orientador) Oscar Rocha-Barbosa, Dr., UERJ

Jacenir Reis dos Santos Mallet, Dra., FIOCRUZ

Thales Roberto O. de Freitas, Dr. UFRGS

(Suplente) Mariana Fiuza de Castro Loguercio, Dr. UERJ

(Suplente) Francisco Gerson Araújo, Dr. UFRRJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, meu pai querido, por ter me dado a benção de cursar o mestrado e por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, com seu carinho e proteção, sempre me conduzindo por caminhos de vitórias e me fazendo andar em lugares altos.

Ao meu querido marido **Marcio Soares Bernardo** por seu amor e companheirismo e por estar sempre ao meu lado, me apoiando e me incentivando a seguir em frente, mesmo diante das dificuldades.

A minha mãe **Neide dos Santos Lima** que apesar das dificuldades sempre batalhou, com muito zelo para me dar uma boa educação, não se deixando esmorecer com as dificuldades que surgiam. Por ter me ensinado valores preciosos que sempre levarei comigo.

Ao meu orientador, a quem tenho muito carinho e gratidão, o **Prof. Dr. Oscar Rocha-Barbosa**, por ter me dado a oportunidade de conhecer o meio científico e por sempre me incentivar a lutar pelos meus ideais.

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. Cláudio Juan Bidau**, por ter me auxiliado neste trabalho e ter compartilhado comigo seu grande conhecimento sobre os Ctenomyidae.

A **Prof. Dra. Jacenir Reis dos Santos Mallet** que com todo carinho abriu as portas de seu laboratório para me auxiliar nos estudos de microscopia eletrônica, e por ter me dado todo apoio e incentivo.

Ao **Prof. Dr. Thales Roberto O. de Freitas** e ao **Projeto Tuco-tucos** por ter me enviado as amostras para realizar este estudo e por sempre ter me atendido em tudo que precisei.

A amiga **Mariana Fiuza de Castro Loguercio**, por estar sempre disposta a me ajudar com seu carinho e docilidade me auxiliando na escrita dos trabalhos e nas estatísticas. Sempre me estendendo a mão quando precisei. A você Mari um muito obrigado.

A minha amiga **Aleciane Gorla Freire**, pelos momentos agradáveis e descontraídos que vivenciamos no laboratório e por sempre estar disposta a me ouvir nos momentos tristes e também alegres desta jornada.

Às amigas da Pós Graduação **Raquel Montesinos, Julia Luz, Érica Gaspar, Fernanda Capistrano, Luciana Reboredo**, e todos que dividiram comigo as alegrias e me ajudaram a superar as dificuldades ao longo do curso.

À amiga **Catarina Macedo** pelo auxílio com as fotografias das amostras diafanizadas.

Ao **LAZOVERTE - Laboratório de Zoologia de Vertebrados - Tetrapoda – DZ - IBRAG – UERJ** e toda sua equipe que me acolheu de forma especial.

Ao **Laboratório de Biologia e Controle da Esquistossomose – IOC- FIOCRUZ** e sua maravilhosa equipe que me permitiu realizar parte do projeto em suas instalações e sempre me recebeu muito bem.

Ao **Laboratório de Transmissores de Leishmanioses, Setor de Entomologia Médica e Forense – SEMEF** e toda sua equipe que me auxiliaram e me ensinaram muito sobre a técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura.

Ao **Laboratório de Taxonomia de Elasmobrânquios/UERJ** e em especial ao **Dr.Hugo Ricardo Secioso** pela preciosa ajuda e ensinamento sobre a técnica de diafanização

A todo **corpo docente da PPGBA**, pela dedicação e pelo trabalho realizado com as turmas do curso de Biologia Animal.

Ao coordenador do curso de Biologia Animal, **Prof. Dr. Francisco Gerson de Araújo**, que tem mostrado grande empenho em conduzir o curso e a senhora **Agra Mendonça Cardoso**, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Aspectos relevantes sobre os Tuco-tucos.....	3
1.2. Breve apresentação sobre a biologia das espécies estudadas.....	5
1.3. Objetivos gerais.....	8
1.4. Objetivos específicos.....	8
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
3. RESULTADOS	15
3.1. Morfologia do Glans pênis.....	16
3.2. Morfologia <i>Bacular</i>	18
3.2.1. <i>Ctenomys minutus</i>	19
3.2.2. <i>Ctenomys flamarioni</i>	20
3.2.3. <i>Ctenomys torquatus</i>	21
3.3. Análise alométrica do pênis.....	22
3.4. Morfologia dos espinhos do <i>glans pênis</i>	23
3.4.1. <i>Ctenomys minutus</i>	25
3.4.2. <i>Ctenomys torquatus</i>	29
3.4.3. <i>Ctenomys flamarioni</i>	33
3.5. Morfometria dos espinhos do <i>glans penes</i>	36
4. DISCUSSÃO	38
4.1 Pênis e <i>baculum</i>	39
4.2. superfície do <i>glans penes</i>	40
5. CONCLUSÃO	43
6. REFERÊNCIAS	4

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ctenomys flamarioni</i> (Travi,1981). Foto: Projeto tuco-tuco.....	5
Figura 2. <i>Ctenomys minutus</i> (Nehring,1887). Foto: Projeto tuco-tuco.....	6
Figura 3. <i>Ctenomys torquatus</i> (Lichtenstein, 1830). Foto: Projeto tuco-tuco.....	7
Figura 4. Mapa de localização dos pontos de Coleta.....	10
Figura 5. Imagens dos pênis em suportes metálicos numerados, após o processo de metalização.....	14
Figura 6. Desenhos de câmara clara dos pênis de <i>C. minutus</i> , em vistas dorsal (a) e ventral (b) e fotografia dos mesmos também em vistas dorsal (c) e ventral (d). Em todos os casos a escala representa 0,5cm.....	16
Figura 7. Desenhos de câmara clara dos pênis de <i>C. flamarioni</i> , em vistas dorsal (a) e ventral (b) e fotografia dos mesmos também em vistas dorsal (c) e ventral (d). Em todos os casos a escala representa 0,5cm.....	17
Figura 8. Desenhos de câmara clara dos pênis de <i>C. torquatus</i> , em vistas dorsal (a) e ventral (b) e fotografia dos mesmos também em vistas dorsal (c) e ventral (d). Em todos os casos a escala representa 0,5cm.....	17
Figura 9. Pênis de <i>C. minutus</i> diafanizado, nas vistas lateral (a) e dorsal (b), exibindo a posição do <i>baculum</i> , que se encontra corado de vermelho. Ambas as escala representam 0,5mm.....	18
Figura 10. <i>Baculum</i> de <i>C. minutus</i> nas posições dorsal (a) e ventral (b) respectivamente. A escala representa 0,5cm.....	19

Figura 11. <i>Baculum</i> de <i>C. flamarioni</i> nas posições dorsal (a) e ventral (b) respectivamente. A escala representa 0,5cm.....	20
Figura 12. <i>Baculum</i> de <i>C. torquatus</i> nas posições dorsal (a) e ventral (b) respectivamente. A escala representa 0,5cm.....	21
Figura 13. Gráfico de dispersão representado a relação Comprimento do pênis versus comprimento total.....	22
Figura 14. Gráfico de dispersão representado a relação Comprimento do pênis versus peso ou massa corporal.....	23
Figura 15. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans pênis</i> de <i>C. minutus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 33 X.....	24
Figura 16. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. minutus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 33 X.....	25
Figura 17. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. minutus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 80 X.....	26
Figura 18. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. minutus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 180 X.....	26
Figura 19. Fotomicrografia da superfície ventral do <i>glans penes</i> de <i>C. minutus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 30 X.....	27
Figura 20. Fotomicrografia da superfície ventral do <i>glans penes</i> de <i>C. minutus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 220 X.....	28
Figura 21. Fotomicrografia da superfície ventral do <i>glans penes</i> de <i>C. minutus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 80 X.....	28

Figura 22. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. torquatus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 30 X.....	29
Figura 23. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. torquatus</i> , mostrando os espinhos em formato convexo, em aumento de 95 X.....	30
Figura 24. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. torquatus</i> , mostrando os espinhos em formato convexo, em aumento de 190 X.....	30
Figura 25. Fotomicrografia da superfície ventral do <i>glans penes</i> de <i>C. torquatus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 30X.....	31
Figura 26. Fotomicrografia da superfície ventral do <i>glans penes</i> de <i>C. torquatus</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 230X.....	32
Figura 27. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. flamarioni</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 30X.....	33
Figura 28. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. flamarioni</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 120X.....	34
Figura 29. Fotomicrografia da superfície dorsal do <i>glans penes</i> de <i>C. flamarioni</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 120X.....	34
Figura 30. Fotomicrografia da superfície ventral do <i>glans penes</i> de <i>C. flamarioni</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 30X.....	35
Figura 31. Fotomicrografia da superfície ventral do <i>glans penes</i> de <i>C. flamarioni</i> , mostrando os espinhos, em aumento de 140X.....	35

Figura 32. Média do comprimento dos espinhos das três espécies analisadas representada em forma de gráfico.....36

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Dados gerais sobre espécimes estudados: número de coleção, nome da espécie e suas respectivas localidades de coleta, junto com suas coordenadas.....11

Tabela 2 Descrição das análises morfométricas dos espinhos do *glans penes*.....37

RESUMO

BERNARDO, Joice dos Santos Lima. Morfologia Peniana de Três Espécies de Tuco-tucos do Brasil (Rodentia: Ctenomyidae). 2010. 39p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal, Morfologia de grupos recentes). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

O gênero *Ctenomys* Blainville, 1826 possui uma sistemática complexa e apesar de já existirem estudos moleculares e morfológicos sobre o gênero, ainda é difícil identificar e classificar estes indivíduos que possuem uma alta diversificação cariotípica com números diplóides variando de $2n= 10$ a $2n= 70$. Porém, alguns autores confirmam a utilidade taxonômica de estruturas como pênis e *baculum* no estudo da sistemática de roedores. O pênis, assim como o *baculum* (osso peniano), tem sido alvo de diversos estudos devido sua grande diversidade morfológica. O presente trabalho se baseia no estudo da morfologia externa do *glans penes* e do *baculum* de *Ctenomys minutus*, *Ctenomys flamarioni* e *Ctenomys torquatus* com o objetivo de identificar possíveis variações e comparar as diferenças encontradas. O estudo foi feito a partir dos pênis fixados de indivíduos adultos das espécies listadas anteriormente. Foram feitas fotografias, disseções, desenhos com câmara clara e diafanização dos pênis. Para análises da microestrutura da superfície do *glans penes* foi utilizado a técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os resultados revelaram grandes diferenças morfológicas na estrutura do *baculum* das três espécies analisadas e revelaram estruturas semelhantes a espinhos que recobriam toda a superfície do *glans penes* com distribuição variando ao longo da glândula. Nossos resultados indicam que o *baculum* pode ser um excelente marcador taxonômico em grupos complexos como é o caso dos *Ctenomys*. Estudos morfológicos da superfície do *glans penes* e do *baculum* aliados a estudos genéticos, moleculares e biogeográficos podem fornecer informações importantes para melhor entendermos a sistemática, evolução e taxonomia do gênero.

Palavras chave: *Ctenomys*, *Glans penes*, *Baculum*, Morfologia, Anatomia, Microscopia Eletrônica de Varredura.

ABSTRACT

BERNARDO, Joice dos Santos Lima. Penile Morphology of Three Species of Tuco-tucos of Brazil (Rodentia: Ctenomyidae). 2010. 39p. Dissertation (Master in Animal Biology, Morphology of recent groups). Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

The genus *Ctenomys* Blainville, 1826 has a systematic and complex although there are morphological and molecular studies on the genus, it is still difficult to identify and classify these individuals who have a high diversity of karyotypes with diploid numbers ranging from $2n = 10$ to $2n = 70$. However, some authors confirm the usefulness of taxonomic structures such as penis and *baculum* in the systematic study of rodents. The penis, as well as the baculum (penis bone), has been the subject of several studies because of its great morphological diversity. This work is based on the study of external morphology of the *glans penes* and *baculum* of *Ctenomys minutus*, *Ctenomys flamarioni* and *Ctenomys torquatus* to identify possible variations and compare the differences. The study was done from the penis of adult set of the species listed above. Photographs were taken, dissections, drawings with a camera lucida and diaphanization the penis. For analysis of the microstructure of the surface of the *glans penes* was used the technique of scanning electron microscopy (SEM). The results showed great differences in morphological structure of the baculum of the three species analyzed and showed structures similar to thorns that covered the entire surface of the *glans penes* with varying distribution over the *glans*. Our results indicate that the *baculum* may be an excellent marker complex taxonomic groups such as the *Ctenomys*. Morphological studies of the surface of the *glans penes* and *baculum* combined with genetic studies, molecular and biogeographical can provide important information to better understand the systematic, evolution and taxonomy of the genus.

Key words: *Ctenomys*, *Glans penes*, *Baculum*, Morphology, Anatomy, Scanning Electron Microscopy.

1. INTRODUÇÃO

Estruturas como pênis e *baculum* fazem parte do aparelho reprodutor masculino de alguns mamíferos e têm sido muito utilizados por diversos autores em estudos de sistemática e taxonomia, devido sua extraordinária variabilidade morfológica (Patterson *et al.*, 1982; Bradley & Schmidly, 1987; Simson *et al.*, 1995). Estudos feitos em roedores comprovam a grande diversidade morfológica destas estruturas, o que as torna excelentes para se trabalhar com taxonomia e sistemática dentro de Rodentia (Altuna & Lessa, 1985; Balbontin *et al.*, 1996).

O *baculum* é uma estrutura óssea que se localiza no interior do pênis de algumas Ordens como Primata, Chiroptera, Carnivora e Rodentia (Hamilton, 1949). Estudos da morfologia do *baculum* foram feitos em diversos grupos assim como em roedores e, seus resultados, exibiram uma alta taxa de variação morfológica entre espécies (Patterson, 1983; Simson *et al.*, 1995; Baryshnikov *et al.*, 2003).

Há algumas conjecturas quanto à derivação deste osso que, na sua forma atual está isolado do esqueleto apendicular e axial (Ruth, 1934). No entanto, há algumas evidências que sugerem que este osso pode ter surgido a partir do esqueleto apendicular (Jellison, 1945).

Muitos autores propõem hipóteses e interpretações para tentar determinar sua função, uma vez que está presente apenas em alguns grupos (Long & Frank 1968; Patterson & Thaeler, 1982; Larivière & Ferguson, 2002; Ferguson & Larivière, 2004).

Long & Frank (1968) sugeriram que a função do *baculum* seria a de promover uma rigidez adicional durante a ereção peniana facilitando a intromissão. Outra hipótese foi proposta por Ewer, 1973, na qual sugeriu que o *baculum* pode ajudar no transporte de esperma e Dixson, 1987, estudando *bacula* de primatas, propôs que este pode promover uma rigidez adicional ao pênis no período pós-ejaculatório prolongando a intromissão.

Além das hipóteses citadas anteriormente, outra sugere que o *baculum* teria a função de promover uma rigidez adicional na ereção peniana com o intuito de estimular o trato reprodutivo

da fêmea a iniciar a ovulação (Greenwald, 1956).

Embora existam muitas hipóteses, como visto, não se sabe ao certo a função precisa desta estrutura e apesar de existirem estudos sobre o assunto (Patterson & Thaeler, 1982; Simson *et al.*, 1995), nossa compreensão sobre a função do *baculum* ainda permanece incompleta, principalmente no que diz respeito à natureza de sua variação morfológica.

Porém pênis e *baculum* são estruturas que possuem grande diversidade morfológica, por isso, requerem considerável atenção científica devido sua utilidade em estudos taxonômicos (Patterson & Thaeler, 1982; Simson *et al.*, 1995). Trabalhos feitos com roedores comprovam a importância destas estruturas (Altuna & Lessa, 1985; Bradley & Schmigly, 1987; Bradley *et al.*, 1990). Balbontin em 1996 demonstrou, através de estudos com *baculum* de espécies do gênero *Ctenomys*, que estas estruturas também podem ser muito úteis para entendermos as relações sistemáticas e filogenéticas dentro do gênero.

1. 1 Aspectos relevantes sobre os Tuco-tucos

A família Ctenomyidae (popularmente chamados de tuco-tucos) inclui um único gênero, *Ctenomys* Blainville, 1826 formada por roedores herbívoros, de hábitos fossoriais e que ocupam uma grande diversidade de habitats. Sua pelagem varia de curta a longa. A coloração varia do cinza ou creme ao preto (Nowak, 1999).

Tuco-tucos possuem uma longa história na literatura. Darwin, em 1871, menciona estes roedores em diversas ocasiões durante a viagem do Beagle. Pearson, em 1974, sugeriu que o encontro de Darwin com os tuco-tucos pode ter sido um dos fatores para o desenvolvimento das idéias de origens das espécies e seleção natural. O gênero possui alta taxa de especiação, tendo novas espécies descritas recentemente (Travi, 1981; Cook & Yates, 1994; Freitas, 2001).

Possuem uma alta variação cariotípica, incluindo espécies com números diplóides variando de $2n=10$ a $2n=70$, e esta variação cromossomal varia inter e intraespecificamente. Com isso, apesar de estudos moleculares, morfológicos e biogeográficos já terem sido realizados, o panorama sistemático e evolutivo dos tuco-tucos continua muito complexo e com relações filogenéticas conflituosas (Vitullo *et al.*, 1988; Lessa & Cook, 1998; Contreras & Bidau, 1999; Mascheretti *et al.*, 2000; Giménez *et al.*, 2002; Bidau, 2006).

O gênero *Ctenomys* data do Pleistoceno (Frailey *et al.*, 1980) e esta extrema variação cromossomal pode ter sido um fator desencadeante na diversificação do gênero o que sugere que este grupo é claramente um dos maiores exemplos de explosão cladogênica em roedores durante o Pleistoceno (Cook & Yates, 1994).

O gênero possui aproximadamente 62 espécies exclusivas da América do Sul. Os *Ctenomys* são encontrados no Peru, Bolívia, Chile, Argentina, Paraguai, Uruguai e Sul do Brasil (Bidau, 2006). Freitas (1995) lista sete espécies brasileiras. Quatro delas são encontradas no sul do território: *Ctenomys minutus* Nehring, 1887, *C. flamarioni* Travi, 1981, *C. torquatus* Lichtenstein, 1830 e *C. lami* Freitas, 2001. No presente estudo utilizamos apenas três espécies, a saber: *C. minutus*, *C. flamarioni* e *C. torquatus*.

1.2 Breve apresentação da biologia das espécies estudadas:

Tuco-tuco das dunas



Figura 1. Fotografia de *Ctenomys flamarioni* Travi, 1981. Foto: Projeto tuco-tuco.

Ctenomys flamarioni também conhecido como tuco-tuco das dunas é encontrado na primeira linha de dunas na planície costeira dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Freitas, 1995). É distinguido das demais espécies da região por sua pelagem branca que fornece uma coloração críptica com o ambiente. Seu corpo é longo com um tamanho médio de 289 mm de comprimento total. O crânio é mais robusto do que o das outras espécies de tuco-tucos do Rio Grande do Sul (Fernandez *et al.*, 2007). Seu cariótipo é $2n=48$ (Freitas, 1994).

Tuco- tuco minuto



Figura 2. Fotografia de *Ctenomys minutus* Nehring, 1887. Foto: Projeto tuco-tuco.

Ctenomys minutus ocorre no Brasil nos estados de Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul e também na Bolívia. Apresenta duas subespécies: *C. minutus minutus* e *C. minutus bicolor* Miranda Ribeiro, 1914. Possuem tamanho médio de 250 mm de comprimento total. As populações de *C. minutus* do Brasil são muito polimórficas. Freitas (1997) descreve oito cariótipos para a espécie: $2n = 42, 45, 46a, 46b, 47, 48, 49$ e 50 e de acordo com estes resultados sugere que esta espécie esteja passando por um processo de especiação, devido ao isolamento geográfico.

Tuco tuco de colar



Figura 3. Fotografia de *Ctenomys torquatus* Lichtenstein, 1830. Foto: Projeto tuco-tuco.

Ctenomys torquatus chamado de tuco-tuco de colar, apresenta pelagem original marrom com um colarinho branco ao redor do pescoço (Gonçalves & Freitas, 2009). Ocorre da região central do Uruguai ao Sul do Brasil, no estado do Rio Grande do Sul (Freitas, 1995). Ocupa as planícies denominadas campos sulinos e florestas de galeria. Freitas & Lessa (1984) estudaram os cariótipos das formas brasileiras de *C. torquatus* e descreveram dois números diplóides para a espécie: $2n= 44$ e 46 .

Objetivos Gerais:

- Verificar se há variações na morfologia do *baculum* e do *glans penes* de três espécies brasileiras de tuco-tucos: *Ctenomys minutus*, *C. flamarioni* e *C. torquatus* que possam auxiliar nos estudos de sistemática e taxonomia do gênero.

Objetivos específicos:

- Descrever a morfologia (e sua variação) do pênis e do *baculum* de três espécies brasileiras de tuco-tucos: *Ctenomys minutus*, *C. flamarioni* e *C. torquatus*.
- Analisar a possível correlação entre tamanho do pênis *versus* tamanho do animal e massa corporal.

Nossa hipótese é de que existam variações significativas na morfologia do pênis e do *baculum* entre estas três espécies que possam auxiliar na taxonomia do gênero.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram examinados os pênis de 39 espécimes adultos pertencentes a três espécies do gênero *Ctenomys* do Sul do Brasil: *Ctenomys minutus* Nehring, 1887, *C. flamarioni* Travi, 1981 e *C. torquatus* Lichtenstein, 1830. Os espécimes foram coletados nos Estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os pontos de coleta estão indicados no mapa (Fig. 4) e na tabela 1.

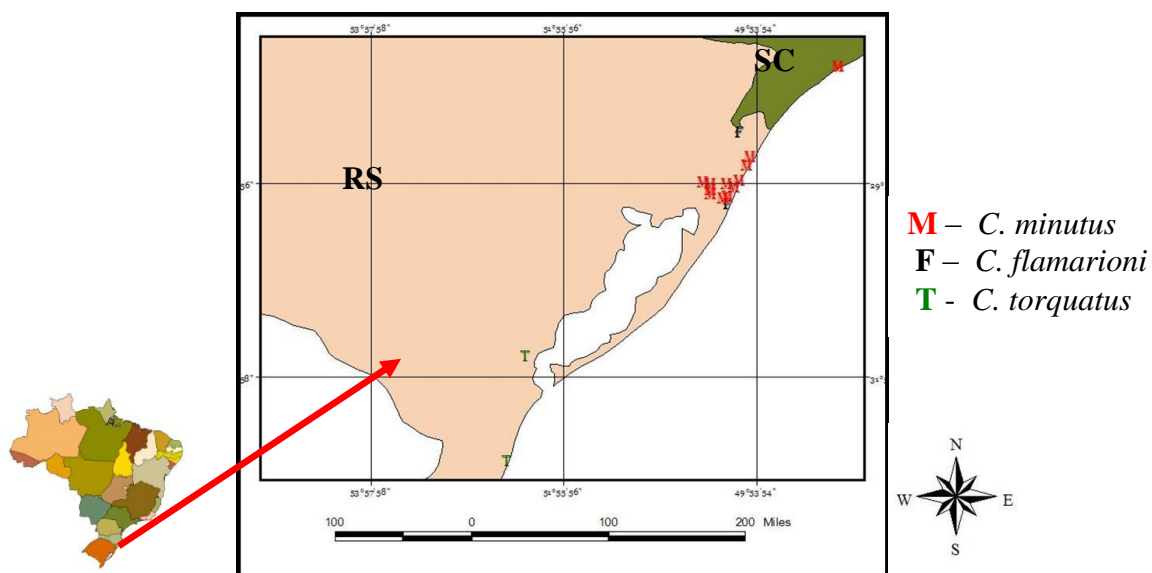


Figura 4. Mapa mostrando a localização dos pontos de Coleta.

No Coleção	Espécie	Localidade	Estado	Coordenadas
TR0002	<i>C. minutus</i>	Praia de Jaguaruna	SC	28°43'S 49°1,8'W
TR0006	<i>C. minutus</i>	Jaguaruna	SC	28°43'S 49°1,8'W
TR0021	<i>C. minutus</i>	Margem N. lagoa Emboaba	RS	29°55'S 50°4,8'W
TR0022	<i>C. minutus</i>	Margem N. lagoa Emboaba	RS	29°55'S 50°4,8'W
TR0023	<i>C. minutus</i>	Margem N. lagoa Emboaba	RS	29°55'S 50°4,8'W
TR0035	<i>C. minutus</i>	Tramandaí- Lagoa das Traíras	RS	29°59'S 50°7,8'W
TR0038	<i>C. minutus</i>	Tramandaí- Lagoa das Traíras	RS	29°59'S 50°7,8'W
TR0041	<i>C. minutus</i>	Praia do Barco	RS	29° 45' S 50° 00' W
TR0056	<i>C. minutus</i>	Praia de Capão de Novo	RS	29°40'S 49°58'W
TR0199	<i>C. minutus</i>	4 KM ao Sul de Mostardas	RS	31°6'S 50°31'W
TR0200	<i>C. minutus</i>	4 KM ao Sul de Mostardas	RS	31°6'S 50°31'W
TR0391	<i>C. minutus</i>	Estrada Osório - Capivari	RS	30° 01' S 50° 23' W
TR0410	<i>C. minutus</i>	Margem S. Lagoa dos Barros	RS	29°56'S 50°28'W
TR0412	<i>C. minutus</i>	Margem S. Lagoa dos Barros	RS	29°56'S 50°28'W
TR0416	<i>C. minutus</i>	Margem S. Lagoa dos Barros	RS	29°56'S 50°28'W
TR0418	<i>C. minutus</i>	Margem S. Lagoa dos Barros	RS	29°56'S 50°28'W
TR0435	<i>C. minutus</i>	Estância do Weber - Osório	RS	29° 57' S 50° 13' W
TR0442	<i>C. minutus</i>	Pitangueira	RS	30° 03' S 50° 23' W
TR0443	<i>C. minutus</i>	Pitangueira	RS	30° 03' S 50° 23' W
TR0444	<i>C. minutus</i>	Pitangueira	RS	30° 03' S 50° 23' W
TR0672	<i>C. minutus</i>	Rincão da Fortaleza	RS	30° 06' S 50° 15' W
TR0676	<i>C. minutus</i>	Leste da Lagoa manuel Nunes	RS	30° 05' S 50° 12' W
TR0680	<i>C. minutus</i>	Leste da Lagoa manuel Nunes	RS	30° 05' S 50° 12' W
TR0681	<i>C. minutus</i>	Leste da Lagoa manuel Nunes	RS	30° 05' S 50° 12' W
TR0005	<i>C. minutus</i>	Jaguaruna	SC	28°43'S 49°1,8'W
TR0438	<i>C. minutus</i>	Estância do Weber	RS	29° 57' S 50° 13' W
TR0029	<i>C. flamarioni</i>	Praia da Cidreira	RS	30°10'S 50°12'W
TR0031	<i>C. flamarioni</i>	Praia da Cidreira	RS	30°10'S 50°12'W
TR0049	<i>C. flamarioni</i>	Praia de Santa Terezinha	RS	29° 24' S 50° 05' W
TR0051	<i>C. flamarioni</i>	Praia de Capão de Novo	RS	29°40'S 49°58'W
TR0203	<i>C. flamarioni</i>	20Km ao Sul do Farol da solidão	RS	30° 54' S 50° 37' W
TR0211	<i>C. flamarioni</i>	20Km ao Sul do Farol da solidão	RS	30° 54' S 50° 37' W
TR0086	<i>C. torquatus</i>	Estação Ecológica do Taim	RS	32°52'S 52°32'W
TR0373	<i>C. torquatus</i>	Pelotas- Barro Duro	RS	31°46'S 52°20'W
-----	<i>C. minutus</i> (N= 3)	Sem dados	-----	-----
-----	<i>C. torquatus</i> (N= 2)	Sem dados	-----	-----

Tabela 1: Dados gerais sobre espécimes estudados: número de coleção, nome da espécie e suas respectivas localidades de coleta, junto com suas coordenadas.

Os espécimes estudados no presente trabalho foram sacrificados em eterizador de vidro e se encontram tombados na coleção de mamíferos do Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul– UFRGS (Anexo A). Os pênis foram cortados na base do corpo, preservados em formol a 10% e conservados em geladeira.

Os desenhos dos *glans penes* foram feitos sob câmara clara e as fotos dos mesmos foram feitas utilizando-se microscópio estereoscópico marca Olympus SZX9. Um pênis de cada espécie foi hidratado e depois dissecado ventralmente para a retirada do *baculum*. Os *bacula* foram fotografados com câmera digital Sony DSC S75.

A relação entre tamanho do pênis versus comprimento total e massa corporal, foi feita utilizando-se o programa Alometra (gentilmente cedido pelo Departamento de Biología Animal da Universitat de Barcelona, Espanha) e os dados foram transformados em log 10 para as análises. Os gráficos foram feitos no programa Statistica versão 0.7.

Quatro pênis de *C. minutus* foram utilizados para a técnica de diafanização. O protocolo utilizado foi o de Dingerkus & Uhler (1977) com algumas modificações. Os pênis fixados foram desidratados em Etanol a 100% e corados, posteriormente, em uma mistura de 35% de ácido acético + 65% de Etanol absoluto + Alcian Blue suficiente para obter uma solução azul-escuro. Em seguida, o material foi transferido para uma solução supersaturada de bórax por 12h. Após estes procedimentos, os pênis foram transferidos para uma solução de 20 ml H₂O₂ + 80 ml de H₂O + 2 tabletes de KOH por 20 min. Em seguida, uma neutralização foi feita em água destilada (1 h) + 30% Bórax (12 h). O tratamento enzimático consistiu na imersão do material em uma solução de Tripsina + 30% de solução de Bórax supersaturada + 70 ml de água destilada, na qual os pênis ficaram de molho até clarearem. Após este procedimento, foram lavados numa solução de Bórax a 30% e corados em uma solução de 100 ml de água destilada + 2 pastilhas de KOH +

Alizarina, por 4 a 12 horas. Finalmente, os pênis foram sequencialmente tratados em gradientes de soluções de Glicerina (30% até 100%) em solução de KOH a 1%.

Para o estudo da microestrutura dos espinhos do *glans penes*, fixamos o material em glutaraldeído 2,5%, em tampão Cacodilato de Sódio a 0.1M, pH 7.2, por 1 hora a temperatura ambiente. Logo após foi feito um corte na base do glans penes para separar a glande do corpo do pênis. A seguir foram lavados duas vezes no tampão e pós fixados em Tetróxido de ósmio 1% em tampão cacodilato de sódio 0,1M, pH 7.2, por 1 hora a temperatura ambiente e no escuro. O material foi desidratado em séries crescentes de acetona (7,5%, 15%, 30%, 50%, 70%, 90% e 100%) e submetidos ao método de secagem pelo ponto crítico com CO₂ superseco, em aparelho Balzers. Posteriormente, as amostras foram montadas em suportes metálicos (Fig. 5), utilizando fita dupla-face e recobertas com ouro por um sistema de evaporação conhecido por “sputtering”, onde o ouro é removido de um eletrodo maciço por bombardeamento de íons em alto vácuo, utilizando aparelho Balzers. A observação das amostras foi feita ao microscópio eletrônico de varredura Jeol JSM 6390LV (Akishima, Tokyo, Japan), da Plataforma de Microscopia Eletrônica do Instituto Oswaldo Cruz, a 15 Kv. As imagens obtidas foram capturadas diretamente no computador utilizando o programa SemAfore.



Figura 5. Fotografia dos pênis em suportes metálicos numerados, após o processo de metalização.

Para a obtenção das medidas de comprimento dos espinhos dorsais e ventrais do *glans penes* foi utilizado o programa SemAfore. Os dados foram analisados no programa Systat versão 11.

3. RESULTADOS

3.1 Morfologia do *Glans penes*

O *glans penes* das espécies do gênero *Ctenomys* estudadas no presente trabalho mostrou-se como uma estrutura cilíndrica, com ponta arredondada e com abertura da uretra localizada na ponta da região ventral (Figs.6, 7 e 8). A superfície da glânde é recoberta por pequenos espinhos que variam quanto à forma e densidade. Não foi encontrada diferença significativa quanto a forma macroscópica externa dos pênis entre as três espécies analisadas, todos apresentaram um mesmo padrão morfológico. (Figs. 6c, d; 7c, d; 8c, d).

Entretanto, quanto ao tamanho dos pênis, foram constatadas algumas variações. A média do comprimento dos pênis dos espécimes estudados foi de 17,72 mm (desvio padrão = 2,51 mm) para *C. minutus*; 17,05 mm (desvio padrão = 2,11mm) para *C. flamarioni* e de 15,25 mm (desvio padrão =0,35 mm) para *C. torquatus*. A morfologia dos pênis das três espécies analisadas se encontram registradas nas Figuras 6, 7 e 8.

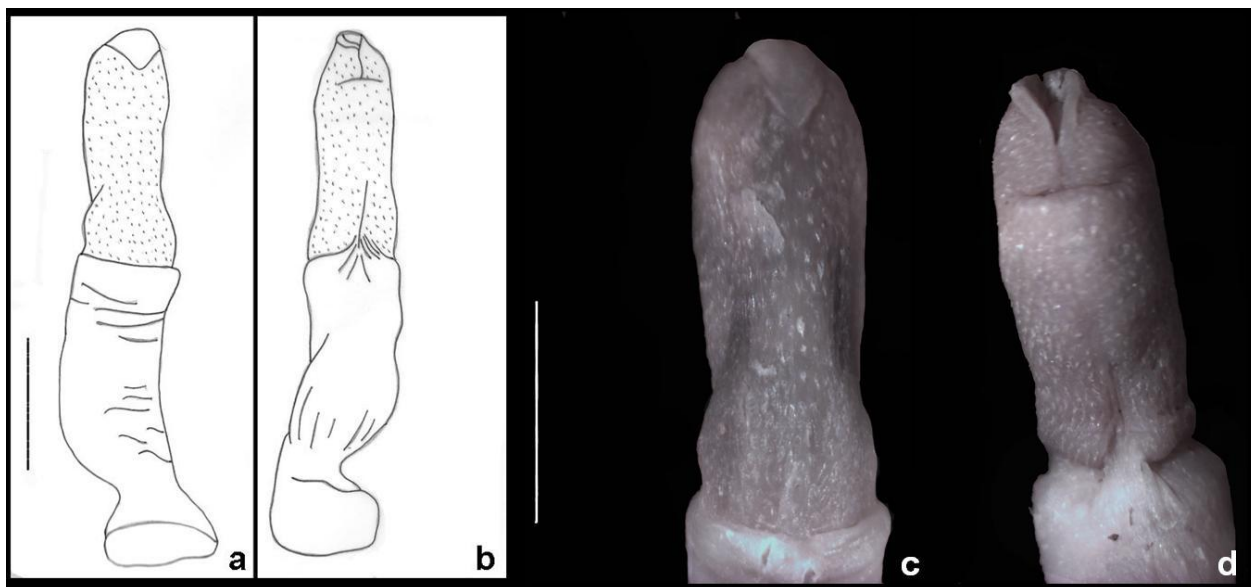


Figura 6. Desenhos sob câmara clara dos pênis de *Ctenomys minutus*, em vistas dorsal (a) e ventral (b) e fotografia dos mesmos em vistas dorsal (c) e ventral (d). Em todos os casos a escala representa 0,5 cm.

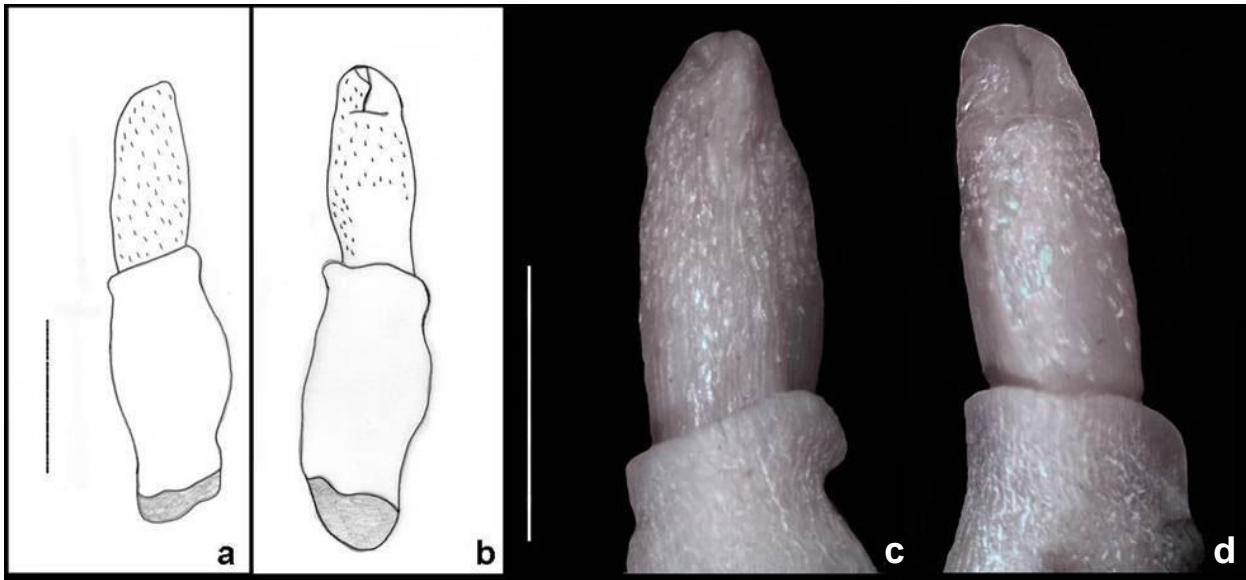


Figura 7. Desenhos sob câmara clara dos pênis de *Ctenomys flamarioni*, em vistas dorsal (a) e ventral (b) e fotografia dos mesmos em vistas dorsal (c) e ventral (d). Em todos os casos a escala representa 0,5 cm.

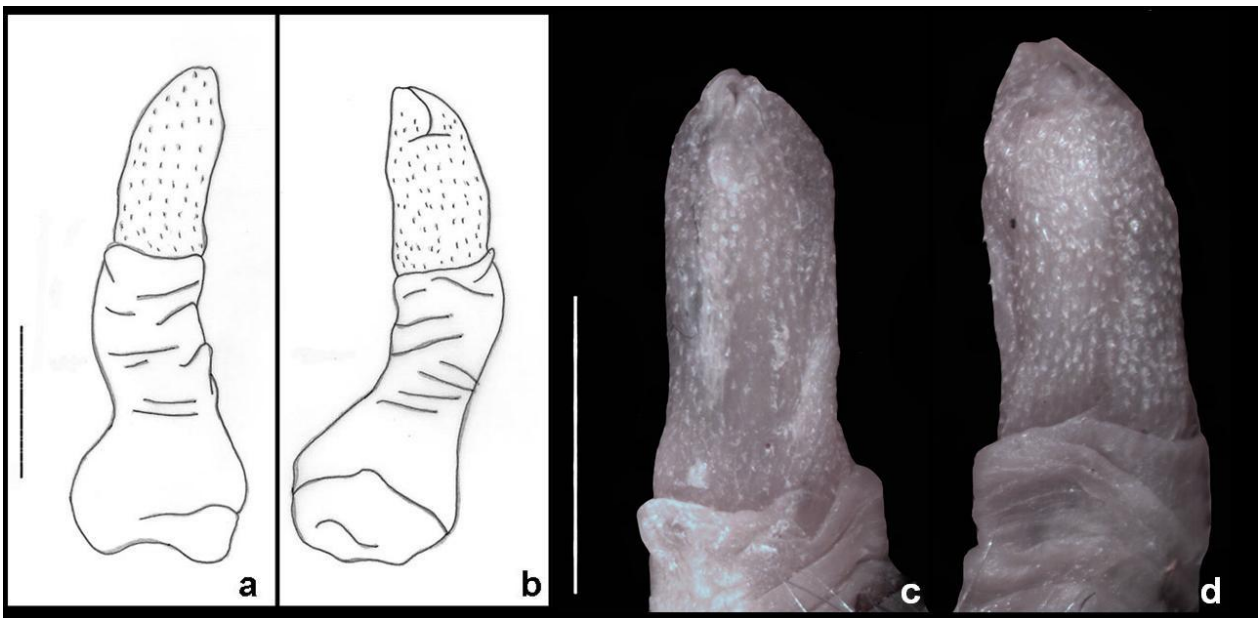


Figura 8. Desenhos sob câmara clara dos pênis de *Ctenomys torquatus*, em vistas dorsal (a) e ventral (b) e fotografia dos mesmos em vistas dorsal (c) e ventral (d). Em todos os casos a escala representa 0,5cm.

3.2 Morfologia bacular

Os *bacula* das espécies estudadas no presente trabalho exibiram morfologia única. Em todos os casos, o *baculum* apresentou uma forma fina e plana localizado na região dorsal do *glans penes* como exibido pela diafanização (Fig. 9) e pelas dissecções (Figs. 10, 11 e 12).

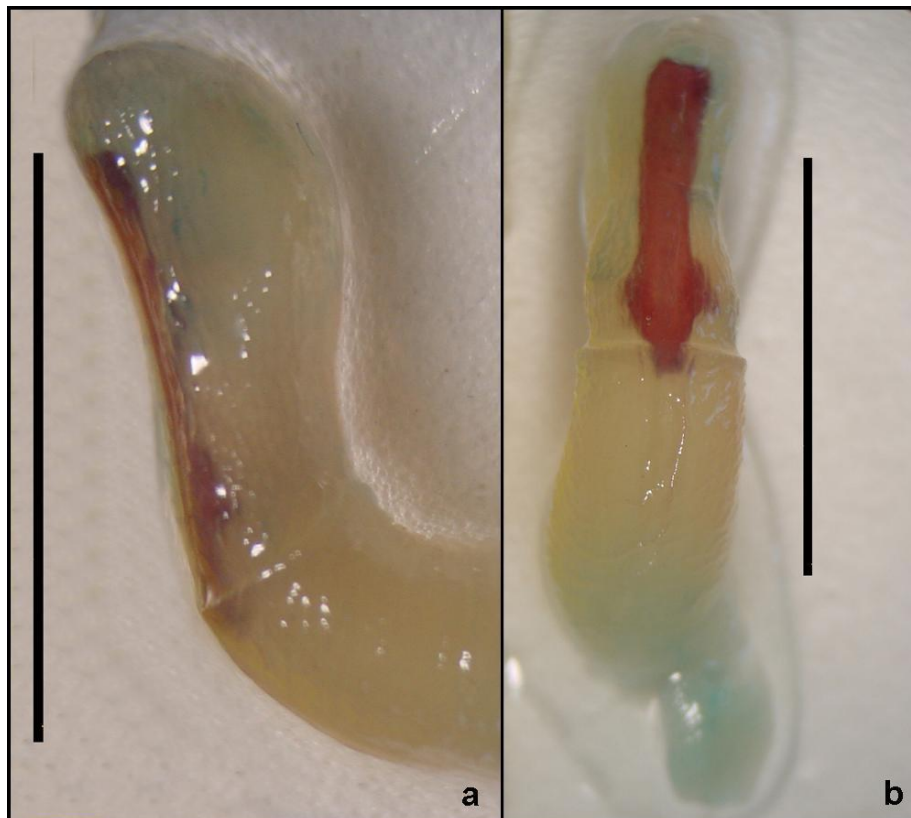


Figura 9. Fotografia do pênis diafanizado de *Ctenomys minutus*, nas vistas lateral (a) e dorsal (b), exibindo a posição do *baculum*, que se encontra corado de vermelho. Ambas as escala representam 0,5cm.

3.2.1 *Ctenomys minutus*

O *baculum* de *C. minutus* apresenta a base pontiaguda, em forma de “V”. A região mediana é um pouco mais estreita que as extremidades e a região apical é arredondada. Este *baculum* possui uma sutil concavidade na superfície ventral. A medida do comprimento do *baculum* analisado foi de 9,34 mm (Fig. 10).

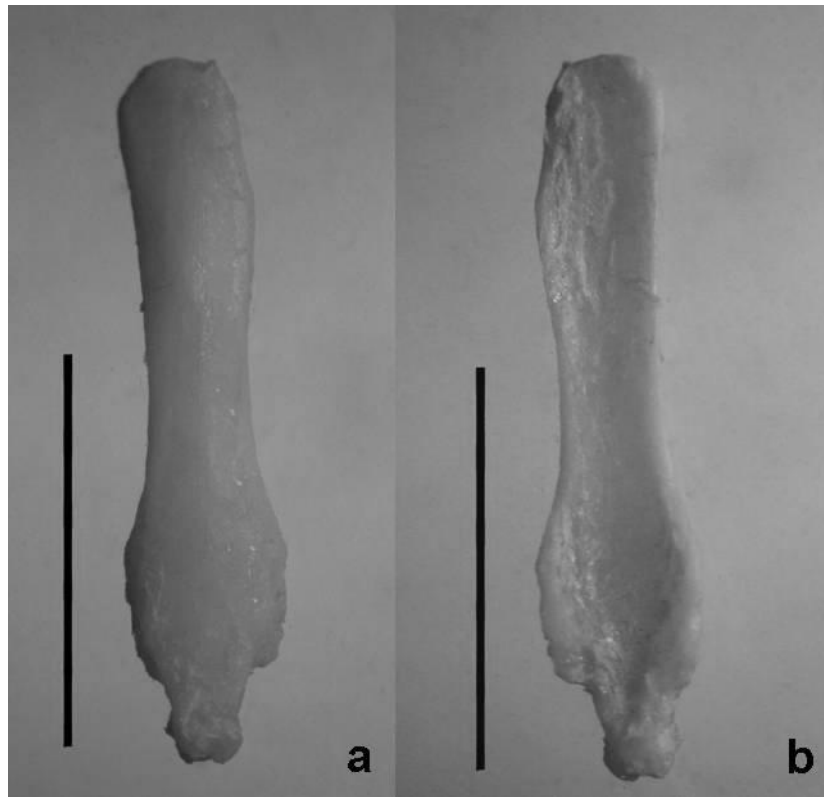


Figura 10. Fotografia do *baculum* de *Ctenomys minutus* nas posições dorsal (a) e ventral (b). A escala representa 0,5cm.

3.2.2 *Ctenomys flamarioni*

O *baculum* de *C. flamarioni* possui o corpo afilado como um bastão. Ambas as regiões, basal e apical são arredondadas e a região mediana suavemente mais estreita. Como observado em *C. minutus*, também apresenta uma superfície ventral, sutilmente côncava. A medida do comprimento da amostra analisada foi de 10,40 mm (Fig. 11).

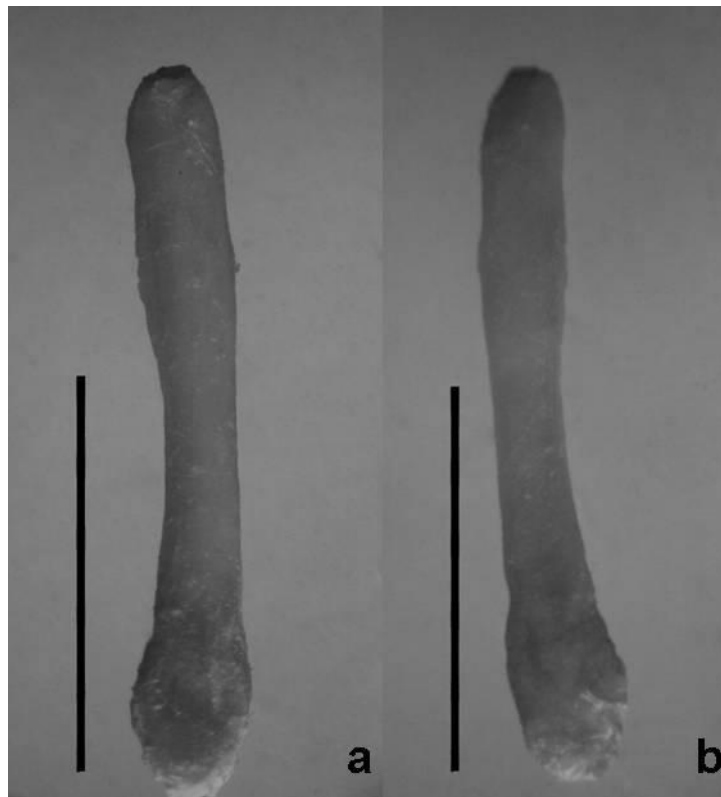


Figura 11. Fotografia do *baculum* de *Ctenomys flamarioni* nas posições dorsal (a) e ventral (b). A escala representa 0,5cm.

3.2.3 *Ctenomys torquatus*

O *baculum* de *Ctenomys torquatus* é curto e robusto. Possui a ponta arredondada e uma base irregular. A região mediana é larga e se iguala com a ponta. Não foi constatada concavidade na região ventral e observou-se, nesta espécie, que o *baculum* é bem menor, em tamanho, se comparado às outras duas espécies estudadas. A medida do seu comprimento é de 6,41 mm (Fig. 12).

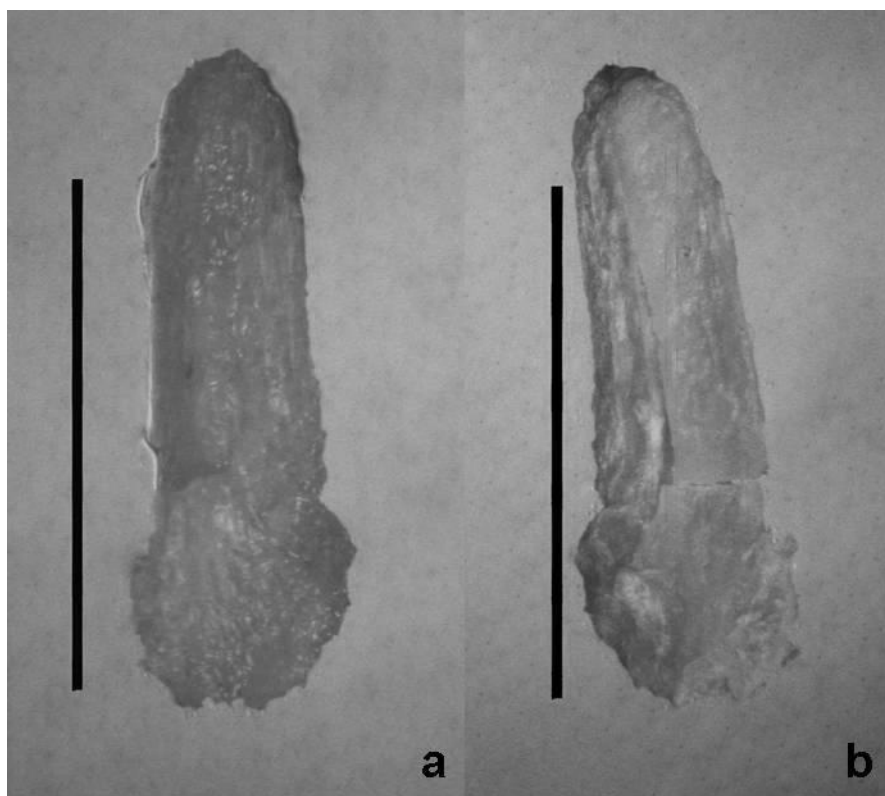


Figura 12. Fotografia do *baculum* de *Ctenomys torquatus* nas posições dorsal (a) e ventral (b). A escala representa 0,5cm.

3.3. Análise alométrica dos pênis de *Ctenomys minutus*

Os resultados das análises de alometria em *C. minutus* revelaram que não há correlação entre o tamanho do pênis e o comprimento do animal onde $p = 0,2511$ (Fig. 13) e entre o comprimento do pênis versus a massa corporal onde $p = 0,2696$ (Fig. 14).

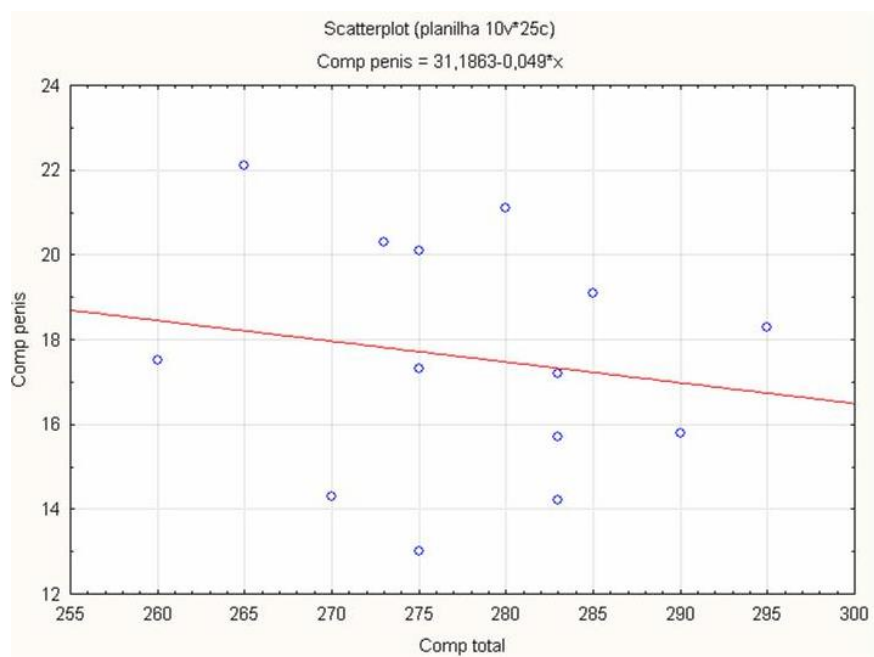


Figura 13. Gráfico de dispersão representando a relação comprimento do pênis *versus* comprimento total.

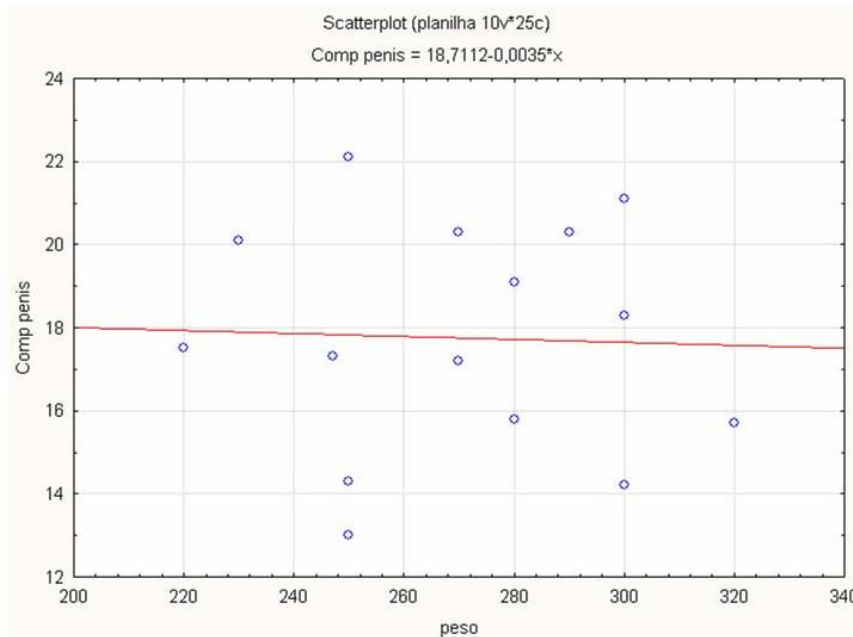


Figura 14. Gráfico de dispersão representando a relação comprimento do pênis *versus* peso ou massa corporal.

3.4 Morfologia dos espinhos do *glans penis*

As análises da microestrutura da superfície do *glans penes*, através da técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), revelaram diferenças interespecíficas. Os pequenos espinhos apresentaram variações quanto sua forma, tamanho e densidade nas três espécies analisadas bem como variações na região ventral para dorsal.

Todos os pênis apresentaram espinhos voltados para a região proximal, com a base mais larga que a ponta. A maioria apresentou espinhos pontiagudos e curvos voltados para a epiderme (Fig. 15).

Sentido base peniana

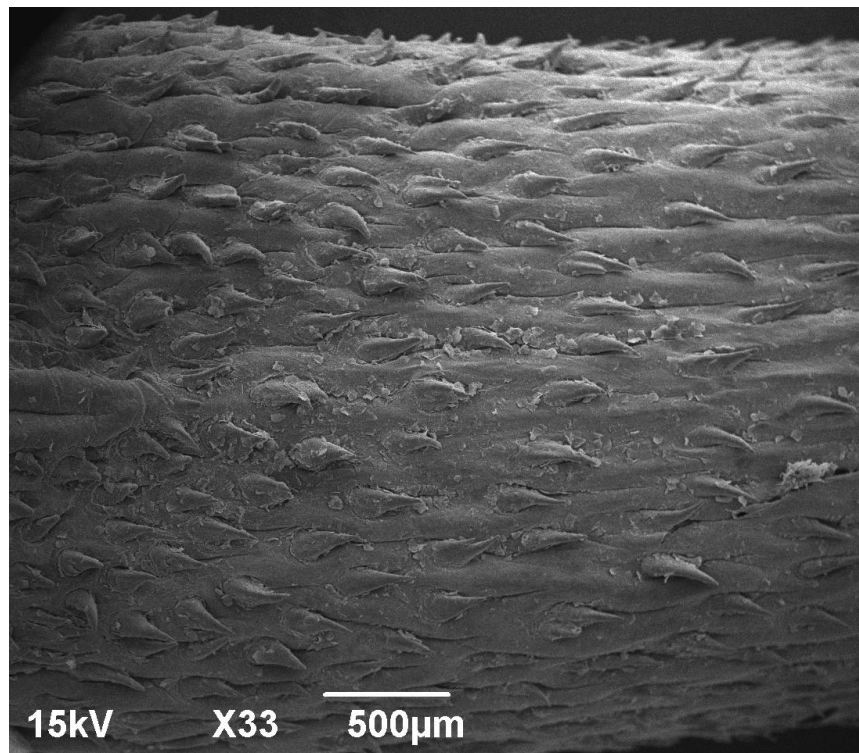


Figura 15. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans pênis* de *Ctenomys minutus*, mostrando os espinhos. Aumento de 33 X.

3.4.1 *Ctenomys minutus*

Em *C. minutus* a ponta da glânde é toda recoberta por espinhos, excluindo a margem da uretra (Fig. 16). Na região dorsal são bem pontiagudos (Fig. 17), com a maioria dos espinhos apresentando uma única ponta, mas com alguns espinhos bífidos (Fig.18). *C. minutus* apresentou densidade de ± 24 espinhos por uma área de 2mm^2 .

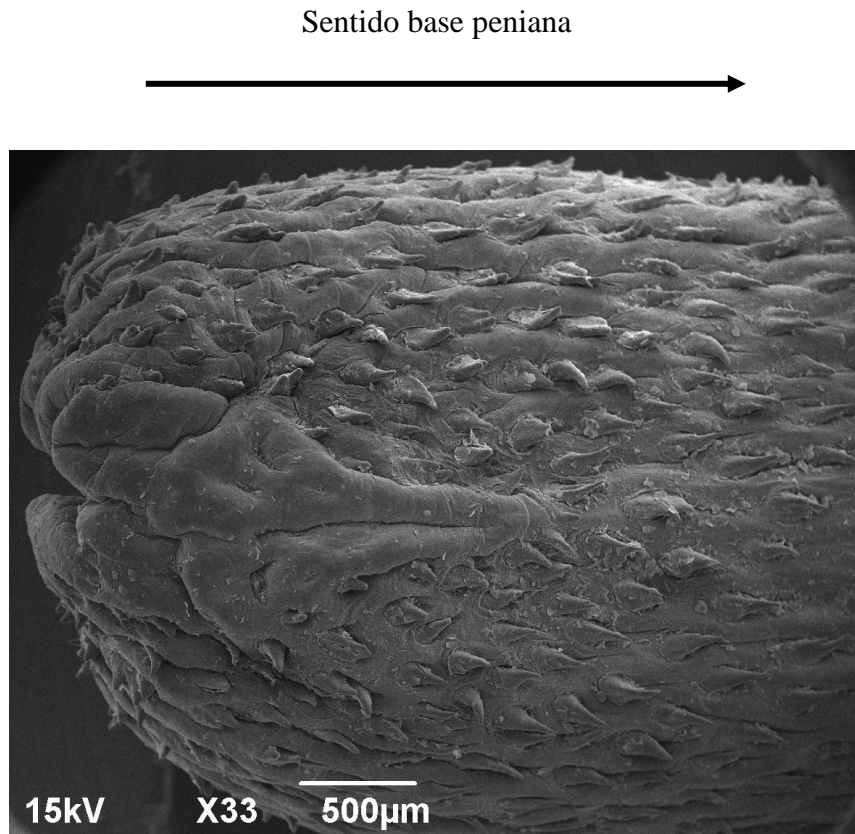


Figura 16. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys minutus*, mostrando os espinhos. Aumento de 33 X.

Sentido base peniana

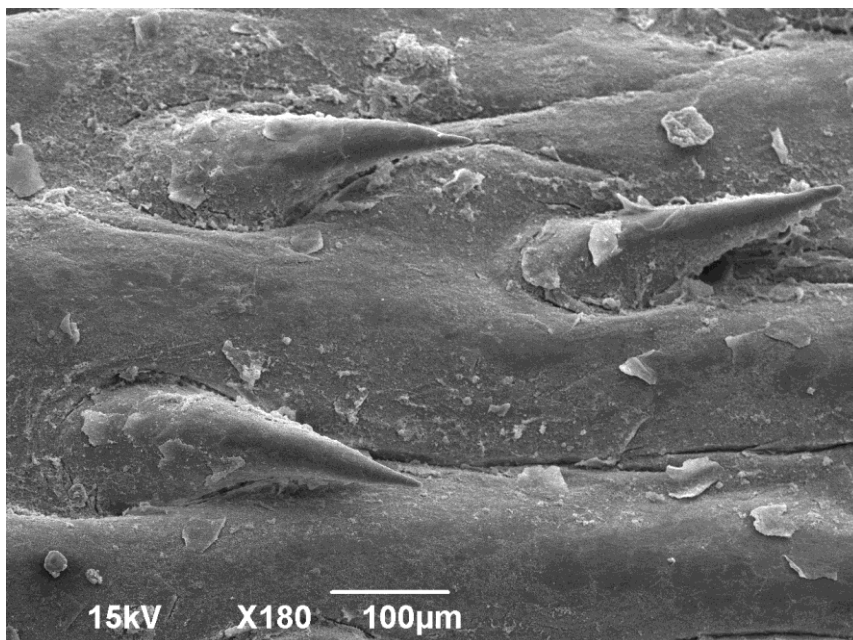


Figura 17. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys minutus*, mostrando os espinhos. Aumento de 180 X.

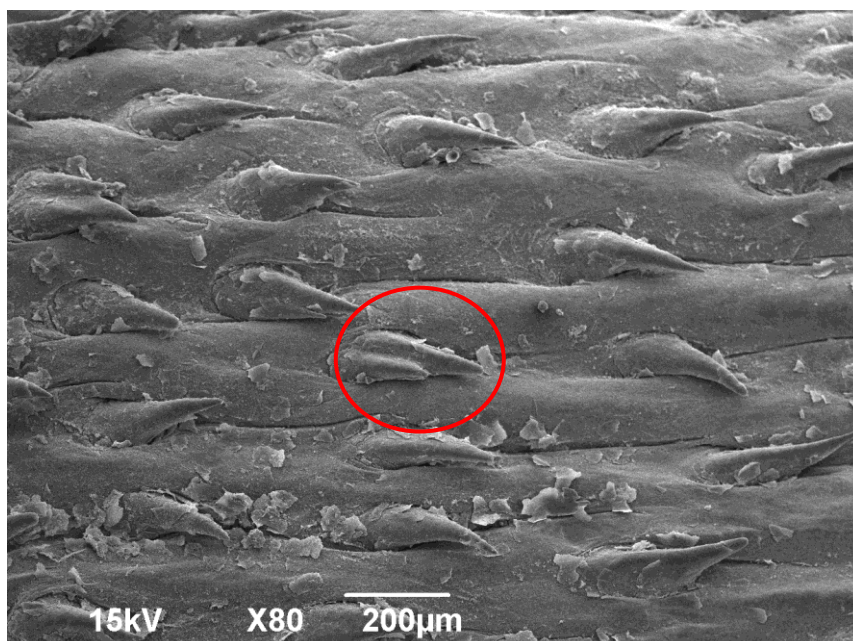


Figura 18. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys minutus*, mostrando os espinhos bífidios (centro da circunferência). Aumento de 80 X.

Na região ventral do *glans penes* de *Ctenomys minutus*, próximo a ponta da glande, os espinhos apresentaram forma achatada, bem unidos a epiderme e possuindo duas ou três pontas (Fig. 19 e 20). Na região mediana, próximo à base da glande, os espinhos apresentam forma mais pontiaguda, bem parecidos com os espinhos da região dorsal (Fig. 21).

Sentido base peniana

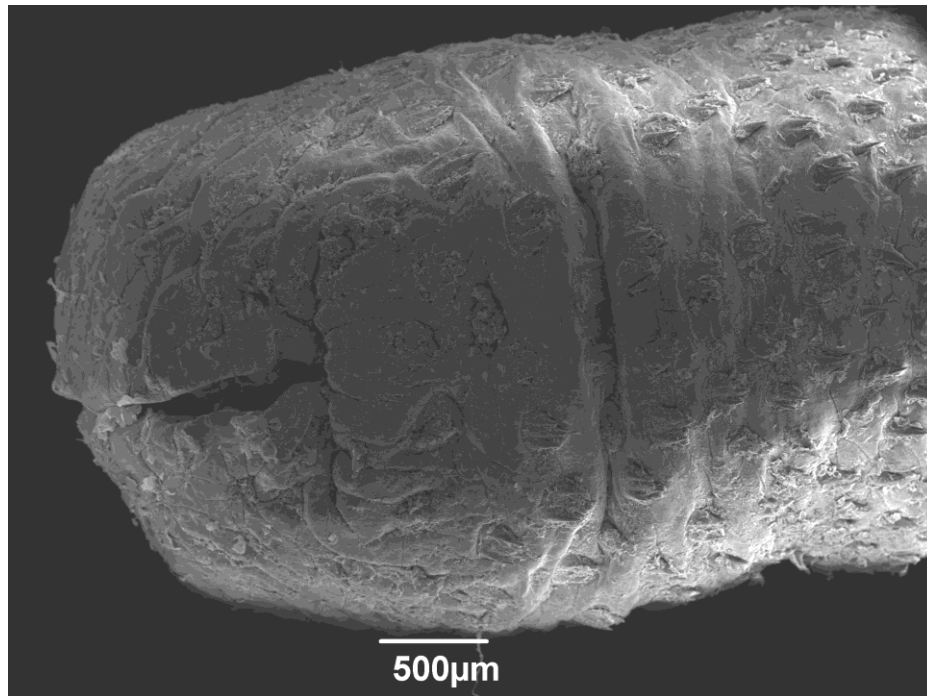


Figura 19. Fotomicrografia da superfície ventral do *glans penes* de *Ctenomys minutus*, mostrando os espinhos. Aumento de 30 X.

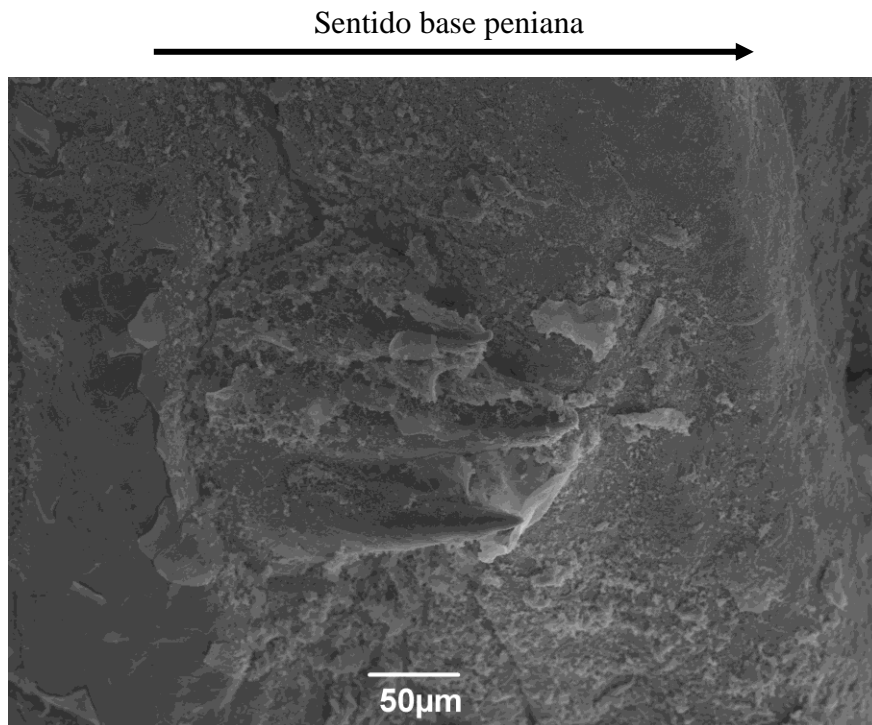


Figura 20. Fotomicrografia da superfície ventral do *glans penes* de *Ctenomys minutus*, mostrando os espinhos. Aumento de 220 X.

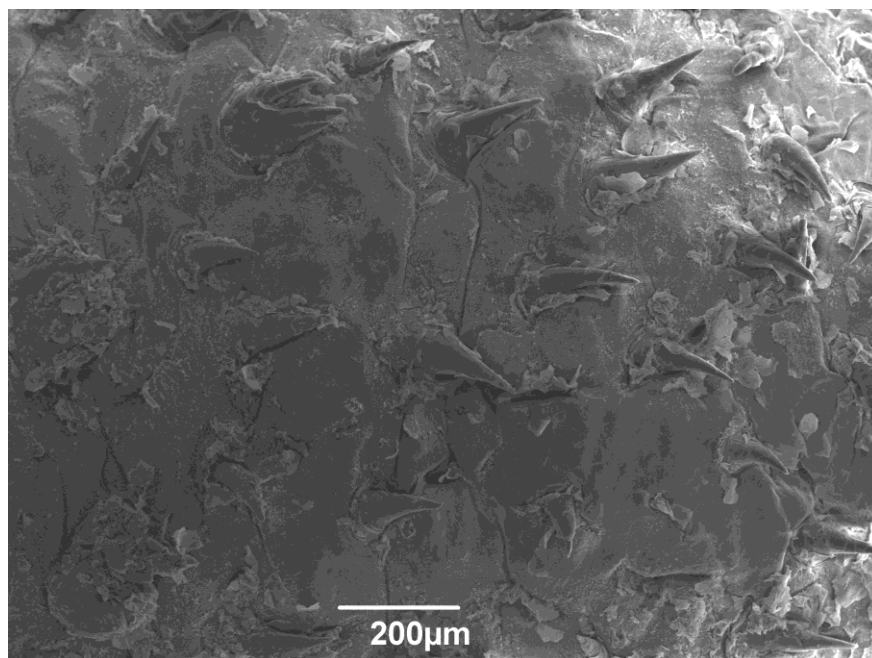


Figura 21. Fotomicrografia da superfície ventral do *glans penes* de *Ctenomys minutus*, mostrando os espinhos. Aumento de 80 X.

3.4.2 *Ctenomys. torquatus*.

Os espinhos de *C. torquatus* recobrem toda a ponta da glande, exceto na margem da entrada da uretra (Fig. 22). A região dorsal apresentou espinhos pontiagudos, com forma convexa (Fig. 23 e 24). *C. torquatus* apresentou densidade de ± 35 espinhos por uma área de 2mm^2 .

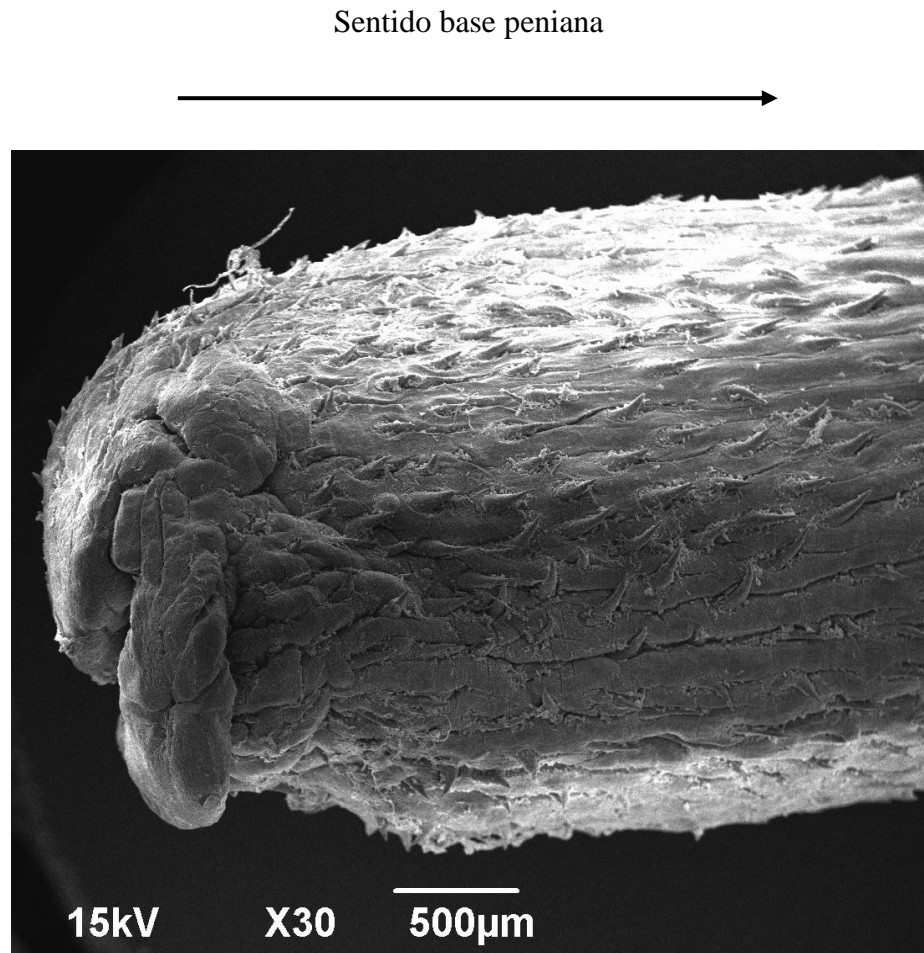


Figura 22. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys torquatus*, mostrando os espinhos. Aumento de 30 X.

Sentido base peniana

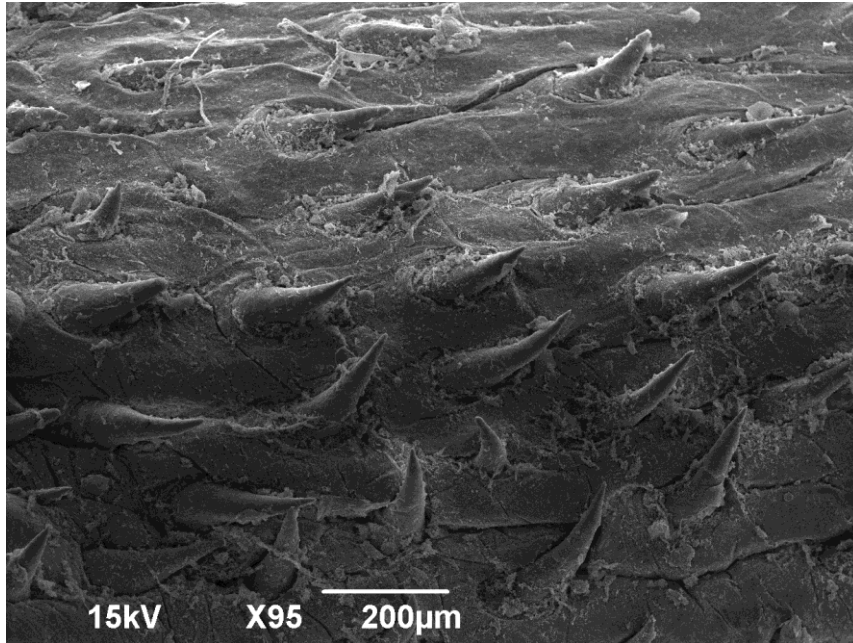


Figura 23. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys torquatus*, mostrando os espinhos em formato convexo. Aumento de 95 X.

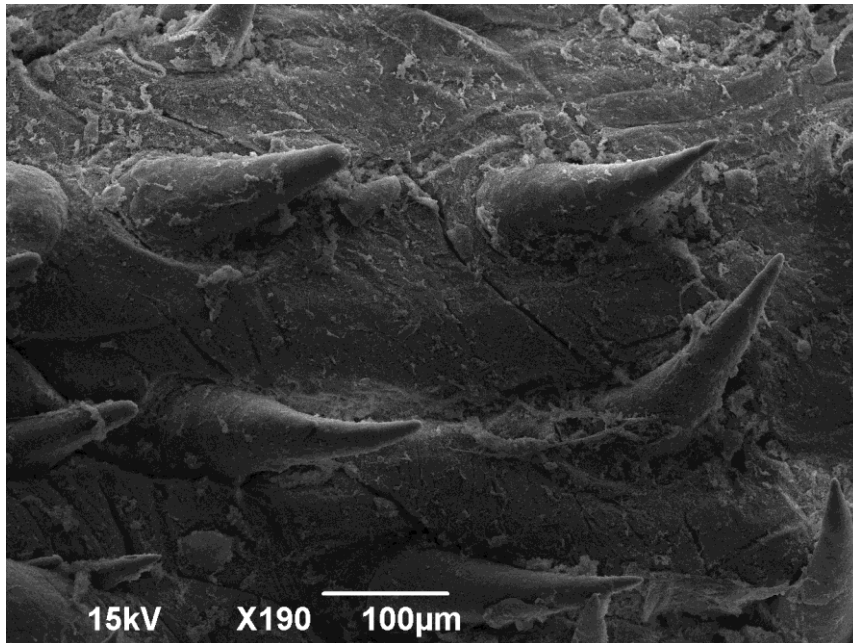


Figura 24. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys torquatus*, mostrando os espinhos em formato convexo. Aumento de 190 X.

Os espinhos encontrados na região ventral do pênis de *Ctenomys torquatus* apresentaram forma bem diferente dos espinhos dorsais (Fig. 25). Exibiram forma mais curta, arredondada e bastante côncavos (Fig. 26).

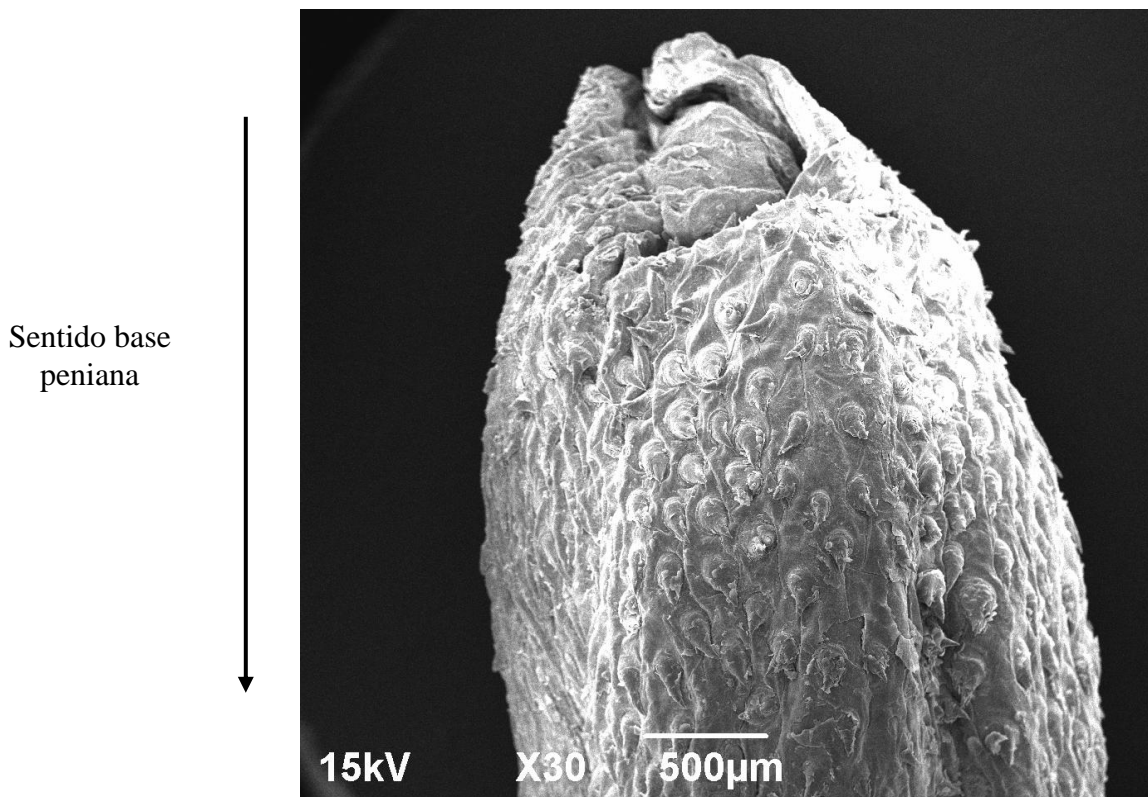


Figura 25. Fotomicrografia da superfície ventral do *glans penes* de *Ctenomys torquatus*, mostrando os espinhos. Aumento de 30X.

Sentido base
peniana

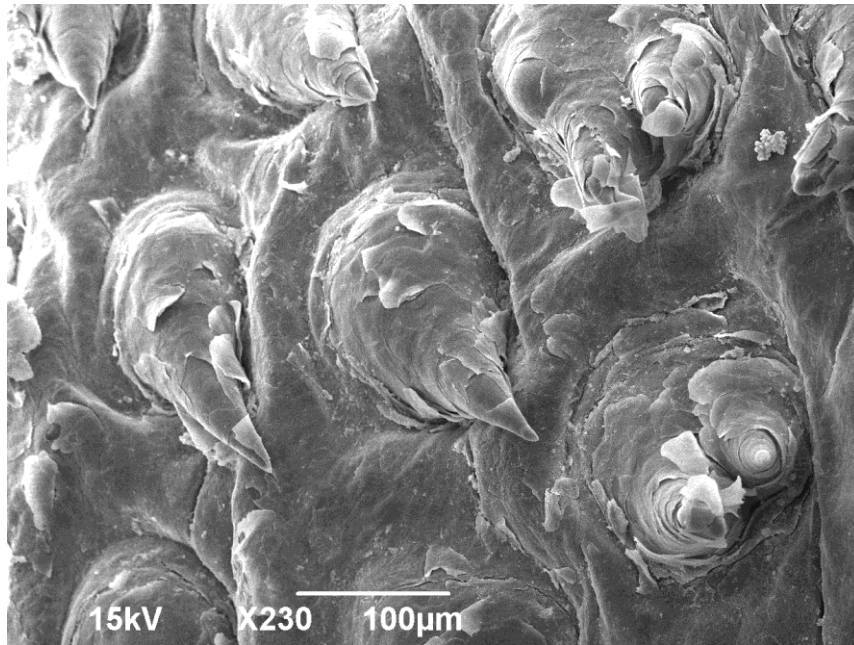


Figura 26. Fotomicrografia da superfície ventral do *glans penes* de *Ctenomys torquatus*, mostrando os espinhos. Aumento de 230X.

3.4.3 *Ctenomys flamarioni*.

Os espinhos encontrados no pênis de *C. flamarioni* possuem a forma mais distinta de todos (Fig. 27). Na região dorsal possuem forma pontiaguda, às vezes com forma de botões e baixa densidade (Fig. 28 e 29), enquanto que na região ventral os espinhos apresentaram forma arredondada, bem achatados e com duas ou três pontas (Fig. 30 e 31). *C. flamarioni* apresentou densidade de ± 19 espinhos por uma área de 2mm^2 .

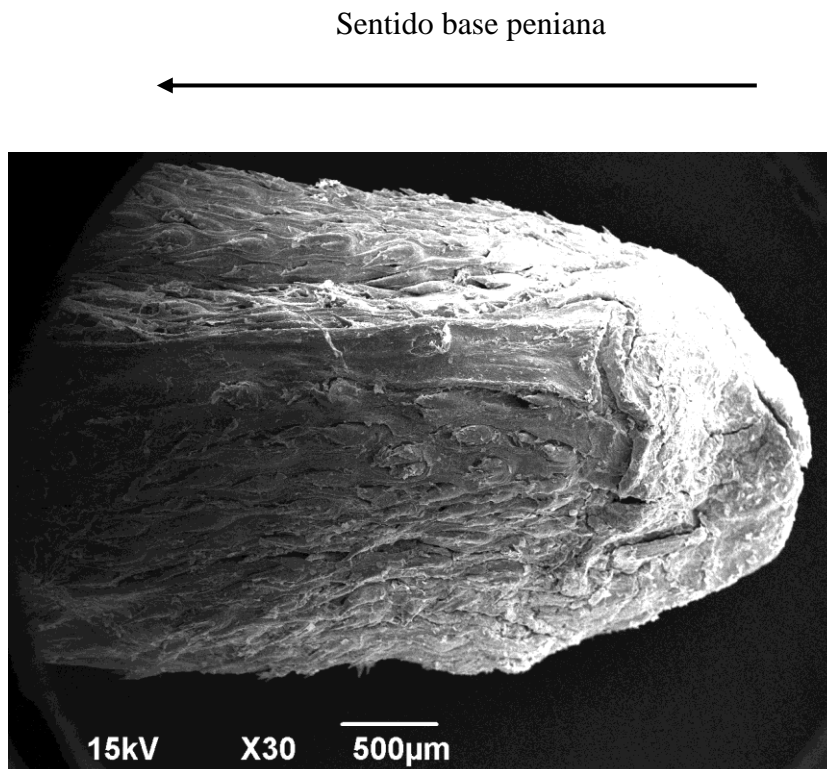


Figura 27. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys flamarioni*, mostrando os espinhos. Aumento de 30X.

Sentido base peniana

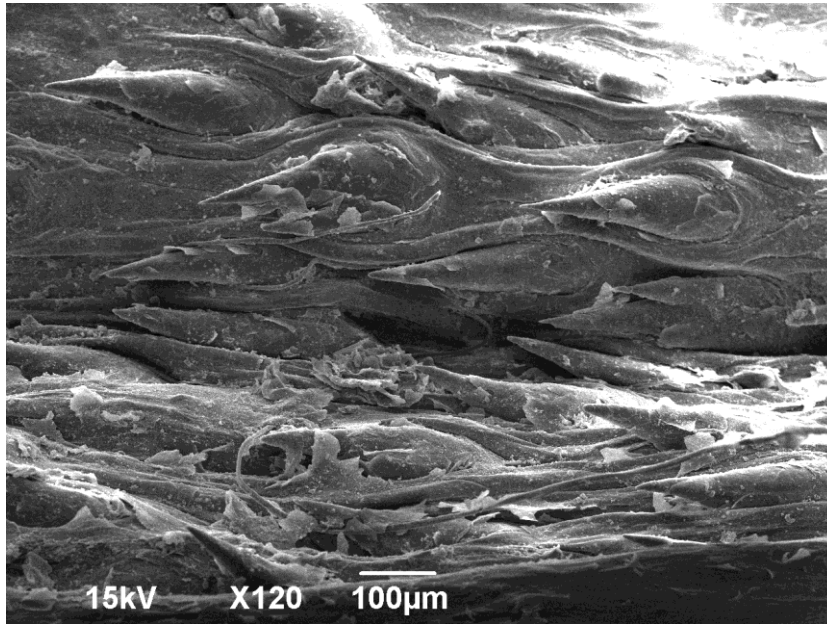


Figura 28. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys flamarioni*, mostrando os espinhos. Aumento de 120X.

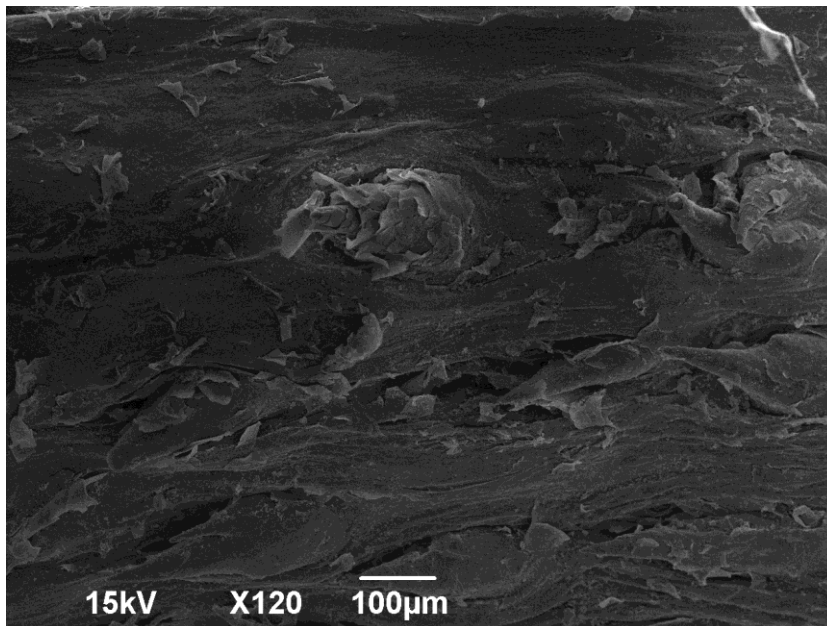


Figura 29. Fotomicrografia da superfície dorsal do *glans penes* de *Ctenomys flamarioni*, mostrando os espinhos. Aumento de 120X.

Sentido base peniana

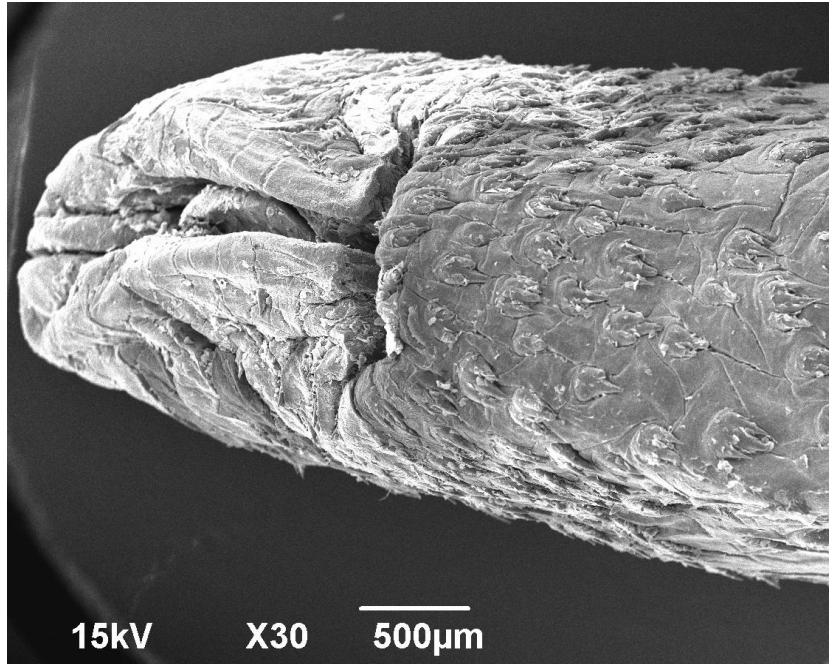


Figura 30. Fotomicrografia da superfície ventral do *glans penes* de *Ctenomys flamarioni*, mostrando os espinhos. Aumento de 30X.

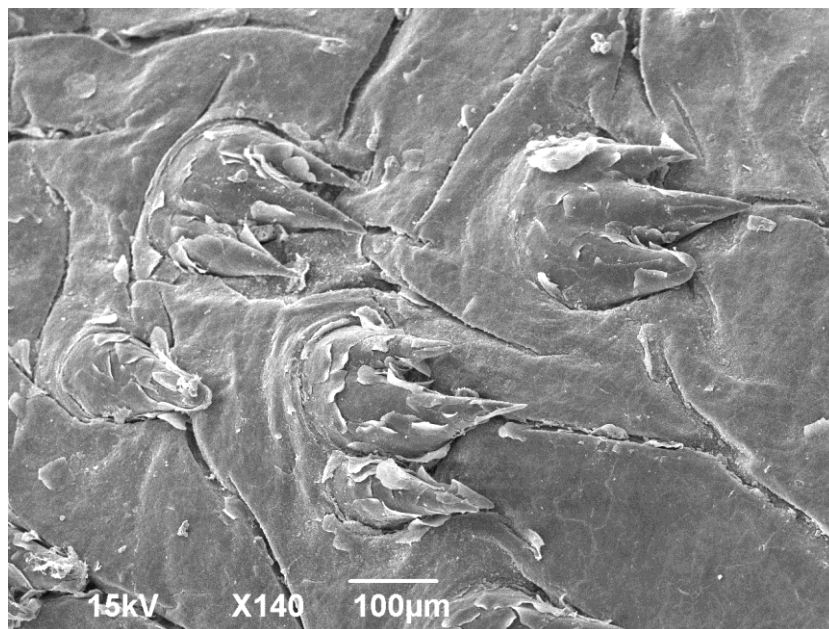


Figura 31. Fotomicrografia da superfície ventral do *glans penes* de *Ctenomys flamarioni*, mostrando os espinhos com três pontas. Aumento de 140X.

3.5 Morfometria dos espinhos do *glans penes*

De acordo com os resultados das análises morfométricas, *C. minutus* apresentou maiores espinhos, seguidos de *C. flamarioni* e *C. torquatus*. como apresentado na Fig. 32 e na Tabela 2.

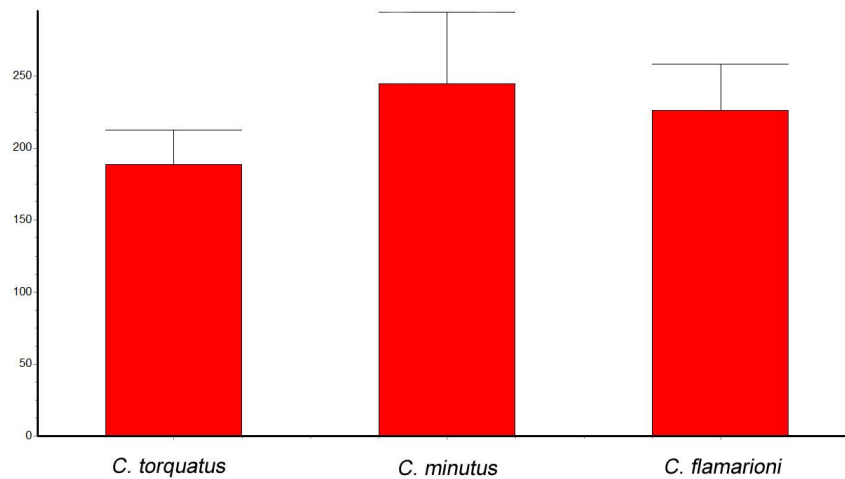


Figura 32. Média e desvio padrão do comprimento dos espinhos encontrados nos pênis das três espécies analisadas, representada em forma de gráfico.

	<i>C. torquatus</i>	<i>C. minutus</i>	<i>C. flamarioni</i>
Média	189	245.14	226.26
Desvio padrão (DP)	23.901	49.81	32.42
Tamanho da amostra	41	41	41
Erro padrão	3.733	7.780	5.064
Limit coef.inferior 95%	181.46	229.42	216.03
Limit coef. Superior95%	196.54	260.87	236.50
Mínimo	135.00	130.00	138.00
Mediana (percentil 50)	188.00	255.00	231.00
Máximo	237.00	335.00	309.00
Teste de normalidade	0.1003	0.1654	0.1075
Teste de normal. Valor p	>0.10	>0.10	>0.10

Tabela 2: Descrição das análises morfométricas dos espinhos do *glans penes*.

4. DISCUSSÃO

4.1 Pênis e *baculum*

O estudo da morfologia macroscópica da glânde dos pênis nas três espécies estudadas, não apresentou grande variação morfológica em sua porção externa. Todos apresentaram, basicamente, um mesmo padrão, com a ponta da glânde arredondada e com sua superfície coberta por espinhos, como visto em outros Ctenomyidae (Altuna & Lessa, 1985). Entretanto, exibiram variação quanto ao comprimento dos pênis. *Ctenomys minutus* foi a espécie que apresentou o maior pênis seguido de *C. flamarioni* enquanto que *C. torquatus* apresentou pênis menor. Apesar dos pênis analisados não exibirem grande variação em sua forma macroscópica externa, roedores caviomorfos são caracterizados por possuir várias especializações na porção interna do pênis tornando esta estrutura bem diferenciada e muito útil para a sistemática dos Ctenomyidae (Altuna & Lessa, 1985).

No entanto, nossos resultados confirmam a alta variabilidade da morfologia do *baculum* presente em tuco-tucos como predito em estudos anteriores, para outras espécies do gênero, como demonstrado por Lessa & Cook (1989) e Balbontín *et al.* (1996). Nas três espécies estudadas, o *baculum* está localizado na região dorsal do *glans penes* como observado em estudos com outros roedores (Simson, 1995) e, apresentou notória variação morfológica entre as três espécies. O comprimento dos *bacula*, assim como o observado nos comprimentos dos pênis, também variou entre as três espécies. *Ctenomys torquatus* apresentou *bacula* menor e *C. flamarioni* foi a espécie que apresentou maior *bacula*.

A grande variação na forma e comprimento do *bacula* foi bem reportada para muitos mamíferos incluindo roedores (Bradley & Schmidly, 1987; Simson *et al.*, 1995; Baryshnikov *et al.*, 2003). Esta variabilidade estrutural torna o *baculum* um excelente marcador taxonômico, especialmente em grupos com uma alta diferenciação morfológica, como no caso dos *Ctenomys*

(Patterson & Thaeler 1982, Simson *et al.*, 1995). Segundo Long & Frank (1968) esta variação morfológica, unida à genética, pode estar intimamente relacionada com os fenômenos de isolamento reprodutivo e de especiação.

O *baculum* de mamíferos foi objeto de inúmeros estudos especialmente dentro da ordem Rodentia. Todavia nossos estudos sobre a função e especialmente a grande variação relatada entre espécies ainda necessitam de um estudo mais aprofundado. No entanto, em alguns grupos de roedores, a variabilidade do *baculum* não é tão evidente quanto em *Ctenomys* e isto é alvo de diversas interpretações e hipóteses, muitas especulativas (Patterson & Thaeler 1982, Larivière & Ferguson, 2002, Long & Frank 1968).

Os resultados das análises alométricas revelaram que não há correlação entre o tamanho do pênis com o comprimento do animal e sua massa corporal, ou seja, os pênis crescem independente do tamanho do corpo do animal e de sua respectiva massa corroborando com os resultados de Lessa & Cook (1989) que mostraram que o comprimento dos pênis em *Ctenomys* pode variar independentemente do tamanho do corpo, evoluindo com uma grande dose de independência.

4.2 Superfície do *glans penes*

Nossos resultados revelaram que nas três espécies analisadas, a parede da epiderme da glândula do pênis está coberta de pequenos espinhos, cuja forma e densidade são específicos. Estes pequenos espinhos são muito semelhantes aos espinhos penianos encontrados em outros grupos de roedores (Bradley & Schmidly, 1987; Parag *et al.*, 2006).

Os espinhos penianos das três espécies analisadas possuem base mais larga que a ponta, sendo alguns pontiagudos e em todas as três espécies estão voltados para a base peniana assim

como visto em outros roedores das famílias: Bathyergidae, que também são subterrâneos como os *Ctenomys* e os *Peromyscus* da família Cricetidae (Parag *et al.*, 2006; Bradley & Schmidly, 1987; Bradley *et al.*, 1989).

A quantidade de espinhos por área variou em cada espécie analisada. *Ctenomys torquatus* apesar de apresentar pênis relativamente menor que os demais, foi o que apresentou maior quantidade de espinhos enquanto que *C. flamarioni* e *C. minutus* apresentaram quase a mesma quantidade de espinhos por área. Diferente dos Bathyergidae estudados por Parag *et al.* (2006), que não possuem espinhos na ponta da glândula, os *Ctenomys* apresentaram a glândula toda recoberta por espinhos com exceção de *C. flamarioni*.

Nossos resultados revelaram grande diversidade na morfologia dos espinhos penianos de *Ctenomys*. Bradley e Schmidly (1987) estudaram roedores do gênero *Peromyscus* e seus estudos demonstraram também alta variação morfológica para esta estrutura.

Segundo Parag *et al.* (2006), a complexidade da morfologia do pênis de roedores, especificamente das estruturas de superfície, está intimamente relacionado com o nível de sociabilidade. Quanto mais social for o animal menor a complexidade dos espinhos. Ou seja, animais mais solitários possuem maior nível de complexidade de estruturas penianas, como é o caso dos *Ctenomys*. Segundo Altuna & Lessa (1985), estas ornamentações teriam maior valor adaptativo justamente em animais com hábitos de vida solitários.

As interações sociais e reprodutivas entre tuco-tucos são muito mais variadas e complexas do que o esperado para uma espécie solitária e territorial (Zenuto *et al.*, 2002). Os espinhos, assim como outras ornamentações penianas, podem possuir variadas funções como por exemplo: induzir a ovulação ou agir para encorajar a aceitação do macho através da estimulação vaginal ou pode também, garantir um bloqueio genital, segurando as paredes da vagina durante a cópula (Altuna & Lessa, 1985). Em espécies com alta competição espermática estes espinhos podem

também possuir a função de remover o sêmen depositado na vagina da fêmea por acasalamentos anteriores (Parag et al, 2006).

Independente da possível função dos espinhos, sua morfologia associada com estudos morfológicos de pênis e *baculum* constituem uma ajuda útil para a taxonomia e relações sistemáticas. Estudos feitos com outros roedores confirmam a utilidade destas estruturas em análises filogenéticas e taxonômicas (Bradley & Schmidly, 1987; Bradley *et al.*, 1990).

De acordo com os resultados do presente estudo, podemos notar claramente diferenças morfológicas no *bacula* e nos espinhos penianos que podem facilmente diferenciar espécies, estas estruturas são muito úteis para resolver a complexa sistemática dos tuco-tucos.

Ctenomys é um grande gênero com um panorama sistemático complexo (Bidau, 2006). Recentemente estudos moleculares, bioquímicos e cromossômicos feitos com o gênero têm fornecido uma grande ajuda para resolver problema nas relações filogenéticas do gênero (Mascheretti *et al.*, 2000, Bidau, 2006). O estudo da estrutura e função do *baculum* associado a estudos da morfologia do *glans penes* e características de sua superfície contribuem especialmente para entendermos os sistemas de cópula e a existência de competição espermática dentro do grupo.

5. CONCLUSÃO

Não foi notada variação na morfologia externa dos pênis de *C. minutus*, *C. flamarioni* e *C. torquatus*. Todos apresentaram o mesmo padrão morfológico, apenas algumas pequenas diferenças de indivíduo para indivíduo.

Existe variação de tamanho nos pênis das três espécies estudadas. *Ctenomys minutus* apresentou pênis com comprimento maior que as demais espécies e *C. torquatus* apresentou menor comprimento.

O *baculum* das três espécies analisadas estava posicionado na região dorsal do *glans penes* como visto em outros roedores e exibiu grande e extraordinária variação o que o torna um excelente marcador taxonômico para o gênero *Ctenomys*. Podendo também ser de grande utilidade em análises de relações filogenéticas, como visto em outros gêneros.

O *baculum* também exibiu variação quanto ao tamanho, com *C. flamarioni* apresentando *baculum* maior e *C. torquatus* apresentando menores *bacula*.

Os espinhos penianos também apresentaram curiosa variação quanto sua forma e disposição na glândula. A morfologia variou de espécie para espécie e também de região ventral para dorsal, que nos leva a discutir sobre sua real função e origem. Podendo ser muito útil em estudos taxonômicos e também na investigação da seleção sexual e sistemas de cópula, dentro do grupo.

A hipótese da existência de variações significantes na morfologia do pênis e do *baculum* de *C. minutus*, *C. torquatus* e *C. flamarioni* foi comprovada. A estrutura, como observado no presente estudo, apresentou grande variação em sua morfologia.

Estudos morfológicos de estruturas como pênis e *baculum* são de grande utilidade taxonômica e sistemática para o gênero *Ctenomys*, uma vez que apresentam notória variação morfológica. E unidos a estudos moleculares genéticos e biogeográficos podem oferecer um novo panorama sobre o gênero.

6. REFERÊNCIAS

ALTUNA, CA. & LESSA, EP., 1985. Penial Morphology in Uruguayan Species of *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae). *Journal of Mammalogy*. Vol. 66 no. 3 p. 483-488.

BALBONTIN, J.; REIG S. & MORENO, S., 1996. Evolutionary relationships of *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae) from Argentina, based on penes morphology. *Acta Theriologica*. Vol. 41 p.237- 253.

BARYSHNIKOV, GF.; BININDA-EMONDS, ORP. & ABRAMOV, AV., 2003. Morphological variability and evolution of the *baculum (os penis)* in Mustelidae (Carnivora). *Journal of Mammalogy*. Vol. 84 no. 2 p.673-690.

BIDAU, CJ., 2006. Familia Ctenomyidae. In: Mamíferos de Argentina. Sistemática y distribución (ed. Bárquez, MM.; Díaz & Ojeda, RA). SAREM. Tucumán, Argentina. p. 212–231.

BRADLEY, RD. & SCHMIDLY, JD., 1987. The *glans penes* and *bacula* in latin American taxa of the *Peromyscus boylii* group. *Journal of mammalogy*. Vol. 68 p. 595-616.

BRADLEY, RD.; SCHMIDLY, JD. & OWEN, RD., 1989. Variation in the *glans penes* and *bacula* among latin american populations of the *Peromyscus boylii* species complex. *Journal of mammalogy*. Vol. 70 no. 4 p. 712-725.

BRADLEY, RD.; SCHMIDLY, JD. & OWEN, RD., 1990. Variation in the *glans penes* and *bacula* among Latin American populations of *Peromyscus aztecus*. *Occasional papers the museum Texas Tech University*, no. 135.

CONTRERAS, JR. & BIDAU, CJ., 1999. Líneas generales del panorama evolutivo de los roedores excavadores sudamericanos del género *Ctenomys* (Mammalia, Rodentia, Caviomorpha, Ctenomyidae). *Ciencia Siglo*. Vol. 21 no. 1 p.1–22.

COOK, JA. & YATES, TL. 1994. Systematic relationships of the bolivian tuco-tucos, genus *Ctenomys* (Rodentia: Ctenommyidae). *Journal of mammalogy*. Vol. 75 no. 3 p. 583-599.

DARWIN, C., 1871. *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage round The world of the H.M.S. Beagle*. D. Appleton and Company. New York. P. 519.

DINGERKUS, G. & UHLER, LD., 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technology*. Vol. 52 p.229-232.

DIXSON, AF., 1987. Observations on the evolution of the genitalia and copulatory behaviour in male primates . *Journal of Zoology*. Vol. 213 p. 423-443.

EWER, RF., 1973. *The carnivores*. Cornell University, Nova York.

FERGUSON, SH. & LARIVIÈRE, S., 2004., Are long penes bones an adaption to high latitude snowy environments? *Oikos*. Vol.105 p. 255-267.

FERNANDEZ-STOLZ, GP.; STOLZ, JFB.& FREITAS, TRO., 2007. Bottlenecks and dispersal in the tuco-tuco-das-dunas, *Ctenomys flamarioni* (Rodentia: Ctenomyidae) in southern Brazil. Journal of mammalogy. Vol. 88 no. 4 p.935- 945.

FRAYLEY, D.; CAMPBELL, KE.&WOLFF, RG., 1980. Additions to the knowledge of *Hippocamelus*, *Ctenomys*, *Myocaster* from the middle Pleistocene of the Tarija Basin, Bolívia. Papers of the Museum of Natural History . The University of Kansas. Vol. 85 p. 1-14.

FREITAS, TRO., 1994. Geographical variation of heterochromatin in *Ctenomys flamarioni* (Rodentia-Octodontidae) and its cytogenetic relationships with other species of the genus. Cytogenetics. Cells Genetics.Vol. 67 p. 193-198,

FREITAS TRO., 1995. Geographic distribution and conservation of four species of the genus *Ctenomys* in southern Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment Vol. 30 p.53-59.

FREITAS, TRO., 1997. Chromosome polymorphism in *Ctenomys minutus* (Rodentia-Octodontidae). Brazilian Journal of Genetics. Vol.20 no.1

FREITAS, TRO., 2001. Tuco-tucos (Rodentia-Octodontidae) in southern Brazil: *Ctenomys lami* spec. nov. separated from *C. minutus* Nehring 1887. Studies on Neotropical Fauna and Environment Vol. 36 p. 1-8.

FREITAS, TRO. & LESSA, EP., 1984. Cytogenetics and morphology of *Ctenomys torquatus* (Rodentia-Octodontidae). Journal of Mammalogy. Vol. 65 p. 637-642.

GIMÉNEZ, MD.; MIROL, CJ.; BIDAU, CJ. & SEARLE, JB., 2002. Molecular analysis of populations of *Ctenomys* (Caviomorpha, Rodentia) with high karyotypic variability. *Cytogenetic and Genome Research*. Vol. 96 p.130–136.

GONÇALVES, GL. & FREIRAS, TRO., 2009. Intraspecific Variation and Genetic Differentiation of the Collared Tuco-tuco (*Ctenomys Torquatus*) in Southern Brazil. *Journal of mammalogy*. Vol. 90 no. 4 p.1020-1031.

GREENWALD, GS., 1956. The reproductive cycle of the field mouse, *Microtus californicus*. *Journal of Mammalogy*. Vol. 37 p. 213-222.

HAMILTON, WJ. JR., 1949. The bacula of some North American Vespertilionid bats. *Journal of Mammalogy*. Vol. 30 p. 97-102.

JELISSON, WL., 1945. A suggest homologof the *Os penes* or *baculum* of mammals. *journal of mammalogy*. Vol. 26 no. 2 p. 146-147.

LARIVIÈRE, S. & FERGUSON, SH., 2002. On the evolution of the mammalian *baculum*: vaginal friction, prolonged intromission or induced ovulation? *Mammalogy*. Vol. 32 p. 283-294.

LESSA, EP. & COOK JA., 1989. Interspecific variation in penial characters in the genus *Ctenomys* (Rodentia: Octodontidae). *Journal of mammalogy*. Vol.70 p.856- 860.

LESSA, EP. & COOK, JA., 1998. The molecular phylogenetics of tuco-tucos (genus *Ctenomys*, Rodentia: Octodontidae) suggests an early burst of speciation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. Vol.9 p. 88-99.

LONG, CA. & FRANK, T., 1968. Morphometric variation and function in the *baculum*, with comments on correlation of parts. *Journal of Mammalogy*. Vol.49 p.32-43.

MASCHERETTI, S.; MIROL, PM.; GIMÉNEZ, MD.; BIDAU, CJ.; CONTRERAS, JR. & SEARLE, JB., 2000. Phylogenetics of the speciose and chromosomally variable genus *Ctenomys* (Ctenomyidae, Octodontoidea), based on mitochondrial cytochrome b sequences. *Biological Journal of the Linnean Society*. Vol.70 p.361-376

NOWAK, RM., 1999. Walker's mammals of the world. 6 ed. Johns Hopkins University Press. Baltimore. London. Vol. 2

PARAG, A.; BENNETT, NC.; FAULKES, CG. & BATEMAN, PW., 2006. Penile morphology of African mole rats (Bathyergidae): structural modification in relation to mode of ovulation and degree of sociality. *Journal of Zoology*. Vol.270 p. 323–329.

PATTERSON, BD., 1983. Baculum-Body Size Relationships as Evidence for a Selective Continuum on Bacular Morphology. *Journal of Mammalogy*. Vol. 64 no. 3, p. 496-499.

PATTERSON, BD., & THAELE JR, CS., 1982. The mammalian *baculum*: hypotheses on the nature of *bacular* variability. *Journal of Mammalogy*. Vol.63 p. 1-15.

PEARSON, OP., 1974. Ecology and Behaviour chairman's introduction. in: *The biology of hystricomorph rodents* (eds. Georgeand, WB.& Weir, J.) London. Vol. 34 p. 1-482.

RUTH, EB., 1934. The os priapi: a study in bone development. *The Anatomical Record* Vol. 60 p. 231-249

SIMSON, S.; FERRUCCI, L.; KURTONUR, C.; OZKAN, B. & FOLIPPUCCI, MG., 1995. Phalli and *bacula* of European dormice: description and comparisson. *Hystrix*. Vol.6 p. 231-244.

TRAVI, VH., 1981, Preliminary note on a new species of the genus *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae). *Iheringa Series Zoology*. Vol. 60 p. 123-124.

VITULLO, AD.; ROLDAN, ERS. & MERANI, MS., 1988. On the morphology of spermatozoa of tuco-tucos, *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae): new data and its implications for the evolution of the genus. *Journal of Zoology*. Vol. 215 p. 675-683.

ZENUTO, RR.; VASSALLO, AI. & BUSCH, C., 2002. Comportamiento social y reproductivo del roedor subterráneo solitario *Ctenomys talarum* (Rodentia: Ctenomyidae) en condiciones de semicautiverio. *Revista Chilena de Historia. Natural*. Vol.75 no.1