



**BRUNO BUSNELLO KUBIAK**

RELAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CARACTERÍSTICAS  
AMBIENTAIS DE DUAS ESPÉCIES DE TUCO-TUCO (RODENTIA: *CTENOMYS*) EM  
UMA NOVA ÁREA DE SIMPATRIA PARA O GÊNERO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO  
SUL DO BRASIL.

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

Área de Concentração: Biologia e Comportamento animal

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Thales Renato O. de Freitas

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2013

RELAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CARACTERÍSTICAS  
AMBIENTAIS DE DUAS ESPÉCIES DE TUCO-TUCO (RODENTIA: *CTENOMYS*) EM  
UMA NOVA ÁREA DE SIMPATRIA PARA O GÊNERO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO  
SUL DO BRASIL.

BRUNO BUSNELLO KUBIAK

Dissertação aprovada em: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Banca examinadora:

---

Dr. Fabiano Araújo Fernandes (FIOCRUZ)

---

Dr. Gabriela Paula Fernández (Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires)

---

Dr. Gislene Lopes Gonçalves (UFRGS)

## **AGRADECIMENTOS**

Thales Renato Ochotorena de Freitas, por aceitar me orientar neste trabalho proporcionando todas as condições necessárias para o desenvolvimento do mesmo e principalmente por dividir comigo sua grande experiência com os tuco-tucos.

Ao Daniel Galiano, por toda a ajuda durante toda a realização do trabalho, desde o planejamento até o trabalho de campo. Valeu pela parceria!

Aos botânicos, Dr. Gerhard E. Overbeck, Dr. Jean Carlos Budke e ao Msc. Marcelo Malysz, que muito me ajudaram no momento de planejar o projeto, ajudando principalmente na escolha da metodologia mais adequada para a coleta da parte vegetacional do trabalho.

Ao Felipe Peters e Patrícia Longone pelos pontos de captura de animais em São José do Norte fornecidos e inseridos neste trabalho.

Luiz Hepp, que mais uma vez muito me ajudou na organização das ideias, metodologias e análises estatísticas, sempre auxiliando com conversas muito valiosas.

Jorge Reppold Marinho, por me apresentar ao Thales e pela grande ajuda que sempre me deu desde os tempos de iniciação científica.

Cassiano Estevan, que novamente muito me auxiliou em trabalhos de campo e Tatiane Noviski, que além de me ajudar em trabalhos de campo trabalha muito bem com figuras. Obrigado pela amizade.

Todos os colegas do Laboratório de Citogenética e evolução (Departamento de genética da UFRGS), que me acolheram tão bem ao longo destes 2 anos, vindo a criar diversas novas amizades.

A minha família, que sempre me apoiou de todas as formas possíveis ao longo de mais esta etapa.

A Capes pela concessão da bolsa tornando possível a minha dedicação exclusiva as atividades relativas ao mestrado.

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho diversas pessoas se fizeram importantes, sendo muito difícil citar aqui todas que participaram direta ou indiretamente para chegar a este resultado, desta forma agradeço a todas as pessoas que estiveram ao meu lado durante mais esta etapa.

Muito obrigado a todos!

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
1.1 Roedores Subterrâneos.....	6
1.2. Gênero <i>Ctenomys</i> .....	7
1.3. <i>Ctenomys flamarioni</i> .....	9
1.4. <i>Ctenomys minutus</i> .....	11
1.5. Áreas de simpatria.....	14
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1. Objetivo geral.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
<b>3. CAPÍTULO 1 - RELAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DE DUAS ESPÉCIES DE TUCO-TUCO (RODENTIA: <i>CTENOMYS</i>) EM UMA NOVA ÁREA DE SIMPATRIA PARA O GÊNERO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO SUL DO BRASIL.....</b>	<b>16</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>38</b>

## RESUMO

A família Ctenomyidae é o grupo mais diverso em número de espécies de mamíferos subterrâneos, compreendendo apenas um gênero (*Ctenomys*) e mais de 60 espécies viventes. Os roedores do gênero *Ctenomys*, comumente chamados de tuco-tucos, apresentam uma distribuição endêmica na América do Sul, ocorrendo desde o sul da Bolívia e Peru até a Terra do Fogo, na Argentina. Ao longo dessa distribuição podem ser encontrados desde o nível do mar até mais de 3700 metros de altitude. Caracterizam-se por passar a maior parte de suas vidas abaixo da superfície da terra, desempenhando suas principais funções vitais em sistemas de tuneis. No Brasil, são descritos oito espécies de tuco-tucos. Três deles distribuem-se no estado de Mato Grosso e as outras cinco espécies apresentam distribuição para o estado do Rio Grande do Sul (RS). Dentre estas, duas foram especialmente estudadas neste trabalho: *Ctenomys flamarioni*, popularmente conhecido como tuco-tuco-das-dunas, possui uma distribuição restrita a primeira faixa de dunas de areias móveis da Planície Costeira do RS, desde Arroio Teixeira, ao norte, até Santa Vitória do Palmar, ao sul, e *Ctenomys minutus* sendo registrada desde Laguna em Santa Catarina, até a cidade de São José do Norte no RS. De forma geral, as espécies de *Ctenomys* apresentam distribuição alopátrica. Até recentemente, somente um caso de simpatria era conhecido para o gênero, entre as espécies *C. australis* e *C. talarum*, que exibem segregação na seleção dos microhabitats, diferindo em relação às características do solo e da vegetação. Nosso estudo fornece informações inéditas sobre o registro de duas novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys*, bem como a relação das características do habitat selecionado pelas duas espécies, em uma destas áreas de simpatria e em locais onde ocorrem alopatricamente, com o objetivo de compreender a coexistência destas táxons. Neste estudo testamos a hipótese de que as espécies utilizam locais com características ambientais distintas, selecionando o habitat de acordo com a dureza do solo, cobertura e biomassa vegetal na área de simpatria. Assim, buscamos investigar se este padrão de seleção difere do encontrado quando as espécies distribuem-se de forma alopátrica. Para a captura dos indivíduos de *C. flamarioni* e *C. minutus* foram selecionadas nove áreas ao longo da Planície Costeira do Estado do RS. Três áreas para cada uma das espécies com distribuição alopátrica e três áreas onde as espécies ocorrem em simpatria. As amostragens foram realizadas durante o período de um ano (2011-2012) e em cada área amostrada foi capturados um total de 10 indivíduos, sendo que na área de simpatria foram coletados cinco indivíduos de cada espécie. Nas mesmas áreas onde foram efetuadas as coletas dos animais também foram realizadas amostragens para estimar a dureza do solo, biomassa e cobertura vegetal. Durante o desenvolvimento deste trabalho registramos duas novas áreas de simpatria para *C. flamarioni* e *C. minutus*. Além disso, foram feitos registros que ampliam a distribuição geográfica da espécie *C. flamarioni*. A primeira área de simpatria encontra-se localizada na porção norte da Planície Costeira do estado do RS, e as espécies encontram-se em simpatria na região da primeira faixa de dunas costeiras. A segunda área fica localizada na porção sul do Estado, diferentemente da área na porção norte, esta área de simpatria não ocorre no ambiente de dunas, as espécies entram em contato nos campos arenosos. Nossos resultados demonstram que as espécies utilizam diferentes ambientes quando em simpatria, diferindo quanto às características do habitat. Comparando os ambientes utilizados por *C. flamarioni* quando ocorre em alopatria com os ambientes utilizados em simpatria, percebe-se que existe uma diferença significativa na maior parte das características ambientais mensuradas, como dureza do solo e composição vegetal. Por outro lado, quando comparamos as características ambientais utilizadas por *C. minutus*, em simpatria e alopatria não é encontrada nenhuma diferença significativamente nas características do habitat selecionado pelos indivíduos. O registro destas duas áreas de simpatria traz importantes informações para o gênero, contudo, são necessários mais estudos, principalmente na região localizada na porção sul, para a delimitação da área de simpatria, caracterização do ambiente e principalmente interações interespecíficas.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Roedores subterrâneos

A ordem Rodentia, com 33 famílias, 481 gêneros e 2277 espécies, apresenta a maior diversidade dentre as linhagens de mamíferos (Wilson e Reeder 2005). Ocorre em praticamente todos os continentes, ocupando uma grande variedade de habitats. Apresentam uma vasta classe de adaptações que permite explorarem uma ampla variedade de formas de vida, como terrestre, arborícola e semi-aquática (Nowak 1999). Dentre os roedores terrestres, aqueles em que algum momento de sua vida utilizam túneis ou escavações abaixo da superfície do solo para realizar alguma atividade vital são denominados fossoriais exibindo 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 (Lacey et al. 2000).

A ordem Rodentia apresenta um grande número de espécies subterrâneas, distribuídas em todos os continentes com exceção de Austrália e Antártica (Nevo 1979; Lacey et al. 2000). As famílias que apresentam espécies com este hábito de vida são: Bathyergidae (África), Geomyidae (Ámerica do Norte), Muridae (Ásia, Europa e África), Octodontidae e Ctenomyidae (Ámerica do Sul) (Nowak 1999; Lacey et al. 2000). Habitam, na sua maioria, campos, estepes, savanas ou desertos. Algumas espécies podem ocorrer em florestas ou mata arbustiva densa, porém não habitam solos saturados de água ou permanentemente congelados (Lacey et al. 2000).

Os mamíferos subterrâneos herbívoros de diferentes famílias e gêneros de todo o mundo são marcadamente semelhantes em sua estrutura e tamanho, e apesar de possuírem métodos diferentes de escavação, constroem sistemas de túneis similares. As semelhanças entre características corporais e hábitos de vida indicam uma evolução convergente na adaptação a este modo de vida. Estes animais possuem, de maneira geral, uma variação de

peso corporal de 50 a 1000 gramas, não importando qual a sua dieta ou origem evolutiva. Isto indica que para animais menores ou maiores, a construção de túneis é uma atividade muito dispendiosa do ponto de vista energético (Lacey et al. 2000).

Na América do Sul os roedores subterrâneos estão representados pelas famílias Octodontidae, denominados popularmente de coruros, representados por uma única espécie (*Octodon degus*), que ocorre na parte central do Chile, e Ctenomyidae (Gênero *Ctenomys*), sendo os representantes desta família conhecidos popularmente como tuco-tucos.

## **1.2. Gênero *Ctenomys***

A família Ctenomyidae é considerada a principal dentre os roedores subterrâneos em relação ao número de espécies, compreendendo mais de 60 espécies descritas (Reig et al. 1990; Cook e Lessa 1998; Lacey et al. 2000). Considerando a sua origem extremamente recente, datada no Plioceno (Verzi et al. 2010), com aproximadamente 3 milhões de anos, o gênero apresenta uma das maiores taxas de especiação e evolução cromossômica entre os mamíferos. Apresenta uma ampla distribuição na região Neotropical, sub-região Patagônica (Reig et al. 1990) sendo registrada desde o sul da Bolívia e Peru até a Terra do Fogo, na Argentina. Ao longo dessa distribuição podem ser encontrados desde o nível do mar até mais de 3700 metros de altitude, nos Andes peruanos (Pearson 1959). Normalmente são encontrados em ambientes abertos como desertos, campos naturais, dunas costeiras, montanhas, embora, algumas espécies sejam registradas em ambientes florestais (Lacey et al. 2000). Esta diversidade de habitat em que ocorrem é reflexo da estabilidade conferida pelo tipo de vida subterrânea (Contreras 1973). Contudo, estudos mais detalhados de sua distribuição demonstram que os tuco-tucos tendem a viver em solos arenosos ou, no mínimo, bem arejados (Contreras 1973). Esta limitação além de estar diretamente relacionada com restrições imposta as atividades escavatórias que realizam também se deve a aspectos metabólicos, como a manutenção do calor e o intercâmbio de gases com o meio externo

(McNab 1966, 1979; Contreras e McNab 1990).

Para o gênero *Ctenomys*, os túneis ou sistema de galerias que habitam podem ser construídos por um ou mais indivíduos e podem apresentar hábito solitário, semi-sociável ou sociável (Lacey et al 1998; Lacey 2000). Estes túneis são mantidos fechados pelos indivíduos ocupantes, o que proporciona não só proteção contra os predadores, mas também condições mais estáveis do que as do meio externo: menores flutuações de temperatura, alto grau de umidade relativa, concentrações de O<sub>2</sub> menos elevadas e de CO<sub>2</sub> mais elevadas (McNab 1966).

Devido ao seu hábito subterrâneo os tuco-tucos apresentam adaptações morfológicas, como redução da cauda e pavilhões auditivos, corpo robusto e cilíndrico, um maior desenvolvimento da musculatura (principalmente dos membros anteriores) e das unhas, e uma abertura bucal atrás dos incisivos que ficam expostos para fora da boca (Nevo 1979; Reig et al. 1990; Nowak 1999). São herbívoros e apresentam uma alimentação preferencial por gramíneas, sendo generalistas na maioria dos casos e influenciam diretamente na comunidade de plantas da região e na modificação das condições do solo, por meio do revolvimento e aeração do mesmo (Zenuto e Busch 1995; Rosi et al. 2000; Del Valle et al. 2001). Os indivíduos do gênero se caracterizam por distribuir-se em manchas, pela sua alta territorialidade e apresentarem uma baixa dispersão (Busch et al. 2000).

No Brasil, são descritos oito espécies de tuco-tucos. Três deles distribuem-se no estado de Mato Grosso, *C. rondoni* Miranda Ribeiro, 1914, *C. bicolor* Miranda Ribeiro, 1914 e *C. nattereri* Wagner, de 1848. Todas as outras cinco espécies apresentam distribuição para o estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), sendo três endêmicas do estado: *C. flamarioni* Travi, 1981; *C. lami* Freitas, 2001 e *C. ibicuiensi* Freitas et al. 2012, as outras duas espécies (*C. minutus* Nehring, 1887 e *C. torquatus* Lichtenstein, 1830) apresentam parte de sua

distribuição no Estado de Santa Catarina e no Uruguai, respectivamente (Freitas e Lessa 1984; Freitas 1995, 1997).

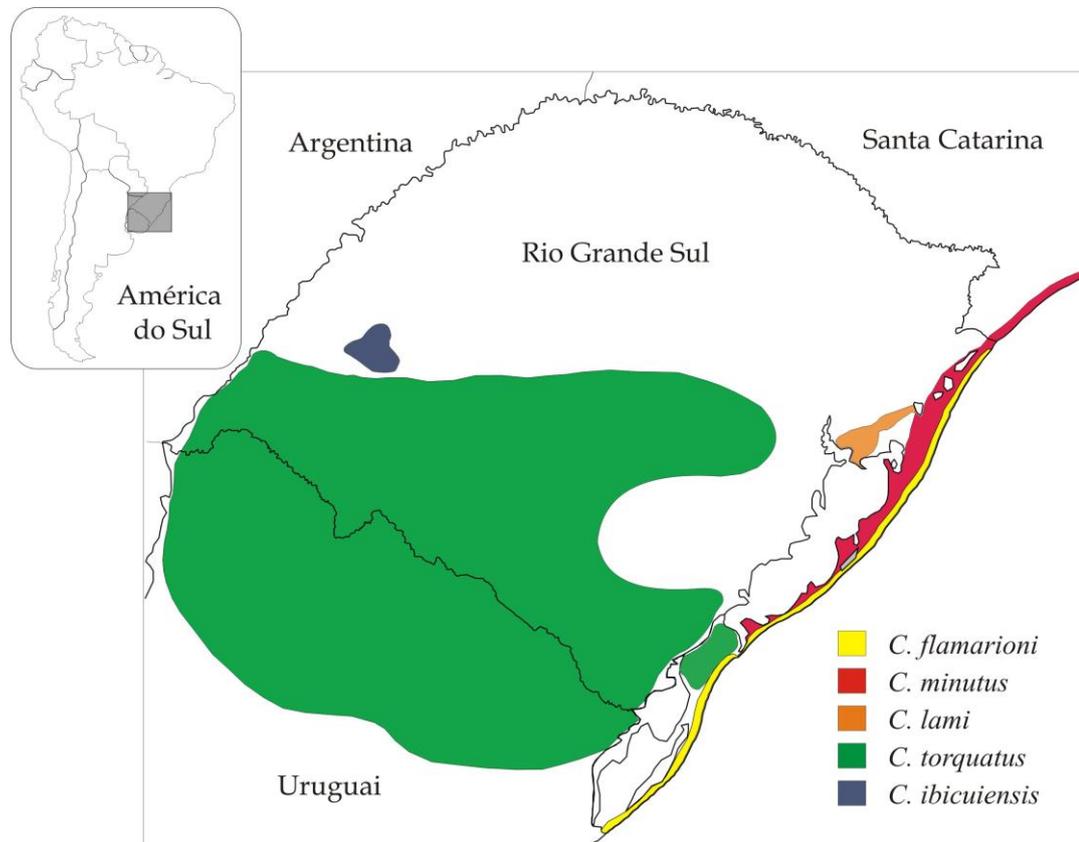


Figura1. Distribuição das espécies do gênero *Ctenomys* no estado do Rio Grande do Sul, evidenciando a distribuição de *Ctenomys flamarioni* e *Ctenomys minutus*.

### 1.3. *Ctenomys flamarioni*

Esta espécie foi descrita recentemente (Travi 1981) e é popularmente conhecida como tuco-tuco-das-dunas. Sua distribuição é restrita à primeira linha de dunas de areias móveis da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (Villwock et al. 1986), desde Arroio Teixeira, ao norte, até Santa Vitória do Palmar, ao sul, (Freitas 1995). O ambiente em que vive apresenta um alto grau de salinidade e baixa riqueza e biomassa de espécies vegetais (Bretschneider 1987). A espécie se enquadra dentro do grupo de espécies denominado “mendocinus” que é formada por *Ctenomys australis* Rusconi, 1934, *Ctenomys azarae* Thomas, 1903, *Ctenomys mendocinus* Philippi, 1869, *Ctenomys porteousi* Thomas, 1916 e *Ctenomys rionegrensis*

Langguth e Abella, 1970. As espécies deste grupo são caracterizadas por apresentarem associação entre características cariotípicas, mesmo número diploide ( $2n=48$ ) e espermatozóides assimétricos, bem como a morfologia do crânio similar (Massarini et al. 1991; Freitas 1994). A espécie se diferenciou das demais do grupo por meio da migração e posterior isolamento (Freitas 1994). A migração de *C. flamarioni* poderia ter ocorrido quando a Planície Costeira era 100 km mais ampla do que é no presente, onde o *Rio de La Plata* não se apresentava como uma barreira geográfica importante (Correa et al. 1992; Massarini e Freitas 2005). Revisão feita pela gabi

Os tuco-tucos-das-dunas possuem uma coloração clara e são morfologicamente mais robustos que as demais espécies de tuco-tucos do sul do Brasil. Este tamanho relativamente maior, também é encontrado na espécie argentina *C. australis*. Isto está relacionado diretamente com a área de ocorrência destas espécies, tendo em vista que ambas habitam área de dunas costeiras, onde o solo é frouxo e arejado (Contreras e MacNab 1990). Os indivíduos de *C. flamarioni* apresentam hábitos solitários, sendo que o compartilhamento de túneis entre indivíduos fica limitado a fêmeas e seus filhotes (Bretschneider 1987; Fernández 2002). A espécie apresenta um único período de acasalamento (Fernández 2002) com aproximadamente seis meses de duração, entre maio e setembro, com os nascimentos entre setembro e fevereiro (Bretschneider 1987).

A espécie está classificada como em perigo, segundo a IUCN *Red List of Threatened Species*, como vulnerável na Lista Nacional das espécies Ameaçadas de Extinção (IBAMA 2007) e em perigo na Lista da fauna Ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul (Fontana et al. 2003). Fernández-Stolz et al. (2007) sugerem que o desenvolvimento urbano em ambientes costeiros é o principal fator na profunda redução no tamanho populacional e na perda na variabilidade genética da espécie.



Figura 2. Exemplar jovem de *Ctenomys flamarioni* em seu habitat natural, a primeira linha de dunas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

#### 1.4. *Ctenomys minutus*

A espécie *C. minutus* tem sua distribuição restrita a Planície Costeira da região sul do Brasil, sendo registrada desde o sul de Santa Catarina, nas proximidades da praia de Laguna até a cidade de São José do Norte no RS (Freygang et al. 2004) totalizando um distribuição linear da aproximadamente 500 km.

Entre todas as espécies de tuco-tucos encontradas no Rio Grande do Sul, *C. minutus* é a espécie com maior distribuição, sendo que ao norte de sua ocorrência habita a primeira (dunas propriamente ditas) e segunda linhas (campos arenosos) de dunas e a partir da Lagoa dos Barros em direção sul, a sua distribuição é restrita apenas aos campos arenosos, interiorizando-se cerca de 2 km da costa (Freitas 1995). Ou seja, esta espécie tem capacidade de utilizar tanto o ambiente de dunas costeiras como ambientes de campos arenosos.

*Ctenomys minutus* apresenta uma coloração predominantemente castanho-médio/escuro, sendo que apenas a parte inferior de seu corpo apresenta uma coloração

castanha claro com tons da cor areia. Os indivíduos jovens com dois ou três meses de idade apresentam coloração mais clara que a maioria dos adultos (Marinho 1997; Fonseca 2003). Em geral, as colônias são localizadas em campos arenosos e secos, ocupando preferencialmente as partes mais elevadas do campo, tais como taipas e taludes de estrada. Entretanto, as regiões onde as colônias se localizam estão frequentemente associadas a corpos d'água. Gastal (1994) descreveu uma densidade absoluta de 14 indivíduos por hectare com uma biomassa total de 2.972,7g e uma densidade ecológica de 41,67 indivíduos por hectare para uma população de *C. minutus* (n=30), no município de Tramandaí, RS.

A população de *C. minutus* é composta em sua maioria de indivíduos adultos, com uma pequena participação de sub-adultos e jovens (Gastal 1994; Fonseca 2003), o que sugere uma alta territorialidade dos adultos que pode forçar os jovens à dispersão. Segundo os mesmos autores, a razão sexual encontrada entre as diferentes classes etárias sofre variação, sendo que essa alteração pode ser atribuída a algum fator que favorece as fêmeas, como a maior predação de machos sub-adultos durante a dispersão.

Fonseca (2003) relatou que os machos desta espécie tendem a alcançar maiores tamanhos do que as fêmeas. Sendo que, através da análise da relação peso e comprimento do corpo de machos e fêmeas, identificou-se uma tendência dos machos serem mais pesados que as fêmeas do mesmo tamanho, principalmente a partir de 150 mm de comprimento de corpo, que também é o tamanho aproximado da primeira maturação para os machos, e para as fêmeas é de 155 mm.

A espécie possui hábito social tipicamente solitário, compartilhando os sistemas de galerias somente para a cópula e o cuidado das crias, que é realizado pelas fêmeas (Gastal 1994; Fonseca 2003). Suas tocas são constituídas por um túnel principal e túneis secundários laterais, sendo as aberturas igualmente distribuídas em todas as direções. Apresenta reprodução em época preferencial de acasalamentos nos meses de inverno (início) e de

nascimentos a partir do final do inverno e início da primavera, podendo, eventualmente acontecer ao longo de todo o ano. Possui um tamanho de ninhada de um ou dois filhotes, sendo que a idade estimada dos indivíduos mais velhos é de dois anos e seis meses, com alguns podendo chegar até três anos (Fonseca 2003).

Essa espécie é classificada segundo a ‘IUCN Red List of Threatened Species’ com status de deficiência de dados, mas sabe-se que sofre forte influência da urbanização, do uso de terras para agricultura e pecuária, e da drenagem de solos para cultivo de arroz (Marinho e Freitas 2006).



Figura 3. Exemplar jovem de *Ctenomys minutus* coletado na primeira linha de dunas da Planície Costeira do Rio Grande do Sul

### 1.5. Áreas de simpatria

Aspectos como organização e distribuição espacial dos organismos desempenham importantes funções na estabilidade das populações, influenciando diretamente na coexistência das espécies (Tilman e Kareive 1997). Fatores biológicos como interações interespecíficas podem desempenhar um papel fundamental na distribuição de roedores subterrâneos (Comparatore et al. 1992). Existem poucos casos registrados de simpatria em roedores subterrâneos, talvez devido as suas semelhanças morfológicas dificultando assim a partilha de recursos e subdivisão de nichos (Cameron 2000). Isto também sugere primeiramente que em diferentes locais exista somente um nicho passível de exploração por mamíferos herbívoros subterrâneos (Pearson 1959). Os roedores subterrâneos são caracterizados por uma mobilidade individual limitada e uma distribuição populacional em manchas. Devido as suas características, são modelos interessantes para testar hipóteses sobre os fatores que delimitam os padrões de uso de espaço e compreender interações interespecíficas em pequenos mamíferos (Cutrera et al. 2010).

No hemisfério sul, normalmente as espécies de *Ctenomys* apresentam uma distribuição alopátrica. Na Argentina, dois casos de parapatría são registrados (Pearson 1984; Reig et al. 1990) e somente um caso de simpatria é conhecido, entre as espécies *C. australis* e *C. talarum* em Buenos Aires (Contreras e Reig 1965; Comparatore et al. 1992;). No Brasil, é conhecido um caso de simpatria entre as espécies *C. flamarioni* e *C. minutus*, ocorrendo na região da planície costeira do estado do RS (Freitas, 1995), entretanto, esta informação não é amplamente conhecida, sendo que trabalhos mais recentes reconhecem somente uma área de simpatria para o gênero (Cutrera et al, 2010). Além disso, não existem informações sobre o tamanho real da área de simpatria entre estas duas espécies ou interações interespecíficas entre a mesma.

Comparatore et al. (1992) realizou um trabalho na área de simpatria de espécies

cogenéricas na Argentina e encontrou uma diferença na ocupação do espaço. *Ctenomys australis* ocupa áreas com solos menos duros e com menor densidade vegetacional em relação às áreas ocupadas por *Ctenomys talarum* Thomas, 1898. Baseado nisso, o presente estudo apresenta como hipótese a ser testada que *C. flamarioni* e *C. minutus* ocupam diferentes habitats na área de simpatria, selecionando o uso da área de acordo com a dureza do solo e vegetação disponível no local.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Principal**

- Investigar a distribuição espacial de *C. flamarioni* e *C. minutus* em uma área de simpatria, bem como estabelecer limites geográficos da área onde estas espécies ocorrem em simpatria no litoral do Estado do RS.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Descrever novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys*, determinando os limites geográficos correspondentes ao longo do litoral do estado do RS;
- Comparar características ambientais (dureza do solo, biomassa e cobertura vegetal) do habitat selecionado por *C. flamarioni* e *C. minutus* na área de simpatria;
- Verificar se existe diferença nas características ambientais do habitat selecionado pelas espécies quando distribuídas em simpatria e quando distribuídas de forma alopátrica;

### 3. CAPÍTULO I

**Relação entre a distribuição espacial e características ambientais de duas espécies de tuco-tuco (rodentia: *ctenomys*) em uma nova área de simpatria para o gênero na planície costeira do sul do brasil.**

Bruno B. Kubiak\*, Daniel Galiano, and Thales R. O. de Freitas

*Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15007, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brazil (BBK, DG and TROF).*

*Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15007, 91501-970 Porto Alegre, RS, Brazil (TROF).*

\*Correspondent: busnelo@hotmail.com

A ser submetido:

**Journal of Mammalogy** (in press)

Published by: American of Mammalogists

**Print ISSN:** 0022-2372

**Frequency:** Bimonthly

**Current Volume:** Dec 2012: vol. 93 Issue 6

**Impact Factor 2011:** 1.614

**2011 ISI Journal Citation Reports® Rankings:** 37/146 - Zoology

## Resumo

Este estudo investiga a relação das características do habitat selecionado para duas espécies de roedores do gênero *Ctenomys* (*C. flamarioni* e *C. minutus*) que habitam regiões simpátricas e alopátricas. Além disso, fornece registros que ampliam a distribuição da espécie *C. flamarioni*. Foram realizadas capturas ao longo de nove áreas ao longo da Planície Costeira do estado do Rio Grande do Sul. Destas, definiu-se três áreas para cada uma das espécies com distribuição alopátrica e três áreas onde as espécies ocorrem em simpatria. Capturou-se 10 indivíduos em cada área, sendo que na região de simpatria foram coletados cinco indivíduos de cada espécie. Nas mesmas áreas onde foram efetuadas as coletas dos animais também foram realizadas amostragens para estimar a dureza do solo, biomassa e cobertura vegetal. Durante o desenvolvimento deste trabalho registramos duas novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys*. Os resultados em uma das áreas de simpatria demonstram que as espécies utilizam diferentes ambientes, diferindo quanto às características do habitat. Comparando os ambientes utilizados por *C. flamarioni* quando ocorre em alopatria com os ambientes utilizados em simpatria, percebe-se que existe uma diferença significativa na maior parte das características ambientais mensuradas. Por outro lado, *C. minutus*, não apresentou nenhuma diferença significativamente nas características do habitat selecionado pelos indivíduos quando distribuídos em simpatria e alopatria.

Palavras-chave: Biomassa vegetal, Cobertura vegetal, *Ctenomys flamarioni*, *Ctenomys minutus*, dureza do solo.

## Introdução

Os roedores subterrâneos do gênero *Ctenomys*, são amplamente distribuídos ao longo da América do Sul (Reig et al. 1990; Lacey et al. 2000), apresentando, de forma geral distribuição alopátrica. Até recentemente, somente um caso de simpatria era conhecido no sul da província de Buenos Aires, Argentina, entre as espécies *Ctenomys australis* Rusconi, 1934 e *Ctenomys talarum* Thomas, 1989 (Contreras e Reig 1965; Comparatore et al. 1992;) ocorrendo na faixa de dunas costeiras. Estas espécies exibem segregação na seleção dos microhabitats, diferindo em relação às características do solo e da vegetação (Malizia et al. 1991; Comparatore et al. 1992). Na Planície Costeira do extremo sul do Brasil ocorrem a espécie *Ctenomys flamarioni* Travi 1981, que se distribui restritamente na primeira faixa de dunas de areias móveis desde a localidade de Arroio Teixeira, ao norte, até a localidade de Santa Vitória do Palmar, ao sul, (Freitas 1995) e *Ctenomys minutus* Nehring, 1887 sendo registrada desde a localidade de Laguna em Santa Catarina, até a cidade de São José do Norte no Rio Grande do Sul (Freygang et al. 2004). *Ctenomys minutus* ao sul de sua

distribuição é encontrado restritamente nos Campos Arenosos, cerca de 2 km da costa e passa a ocorrer também na faixa de dunas costeiras, próximo a localidade de Capão da Canoa, entrando em contato com *C.flamarioni* ocupando os dois ambientes até o limite norte de sua distribuição (Freitas 1995).

A organização e distribuição espacial dos organismos desempenham importantes funções na estabilidade das populações, influenciando diretamente na coexistência das espécies (Tilman e Kareive 1997). Fatores biológicos como interações interespecíficas podem desempenhar um papel fundamental na distribuição de roedores subterrâneos (Comparatore et al. 1992). Estes são caracterizados por uma mobilidade individual limitada e uma distribuição populacional em manchas. Devido as suas características, são modelos conspícuos para testar hipóteses sobre os fatores que delimitam os padrões de uso de espaço e compreender interações interespecíficas em pequenos mamíferos (Cutrera et al. 2010).

Estudos sobre a biologia populacional (Fonseca 2003; Marinho e Freitas 2006; Stolz 2006) e aspectos genéticos (Freitas 1997; Fernández-Stolz et al. 2007; Lopes 2007) destas duas espécies vem sendo realizados extensivamente, contudo, as informações geradas até o presente momento são para as espécies quando distribuídas alopatriamente. Além disso, ainda são inexistentes informações sobre interações interespecíficas relacionadas com as características ambientais dos habitats selecionados por estas espécies. Nosso estudo fornece informações inéditas sobre o registro de duas novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys*, bem como a relação das características do habitat selecionado pelas duas espécies, em uma destas áreas de simpatria e em locais onde ocorrem alopatriamente, com o objetivo de gerar informações para compreender a coexistência destas espécies. Neste estudo testamos a hipótese de que as espécies utilizam locais com características ambientais distintas, selecionando o habitat de acordo com a dureza do solo, cobertura e biomassa vegetal na área

de simpatria. Assim, buscamos investigar se este padrão de seleção difere do encontrado quando as espécies distribuem-se de forma alopátrica.

## **Materiais e métodos**

### **Captura dos animais**

Para a captura dos indivíduos de *C. flamarioni* e *C. minutus* foram selecionadas nove áreas ao longo da Planície Costeira do estado do Rio Grande do Sul. Três áreas para cada uma das espécies com distribuição alopátrica, assim para *C. flamarioni* os locais amostrados foram Estação Ecológica do Taim - 32°43'54|S, 52°27'18|W; Rainha do Mar - 29°48'56|S, 50°02'31|W e Xangri-lá - 29°47'39|S, 50°01'44|W, Para *C. minutus* as áreas foram Arroio do Sal - 29°34'12|S, 49°53'54|W; Rondinha - 29°29'21|S, 49°50'20|W e Torres - 29°23'44|S, 49°46'02|W. As três áreas selecionadas em que as espécies ocorrem em simpatria foram: Praia do Barco 1 -29°43'05|S, 49°59'22|W; Praia do Barco 2 - 29°42'20|S, 49°58'58|W e Praia do Barco 3 -29°41'30|S, 49°58'32|W (Figura 1). Para a delimitação das áreas foi utilizado o total da largura das dunas e no máximo 200 metros de extensão para cada área; as áreas foram selecionadas de maneira que houvesse uma distância de no mínimo 1 Km entre elas. O ambiente onde se encontram as áreas de coleta apresenta um alto grau de salinidade, baixa riqueza e biomassa de espécies vegetais (Bretschneider 1987) e solo frouxo e arejado (Contreras e MacNab 1990).

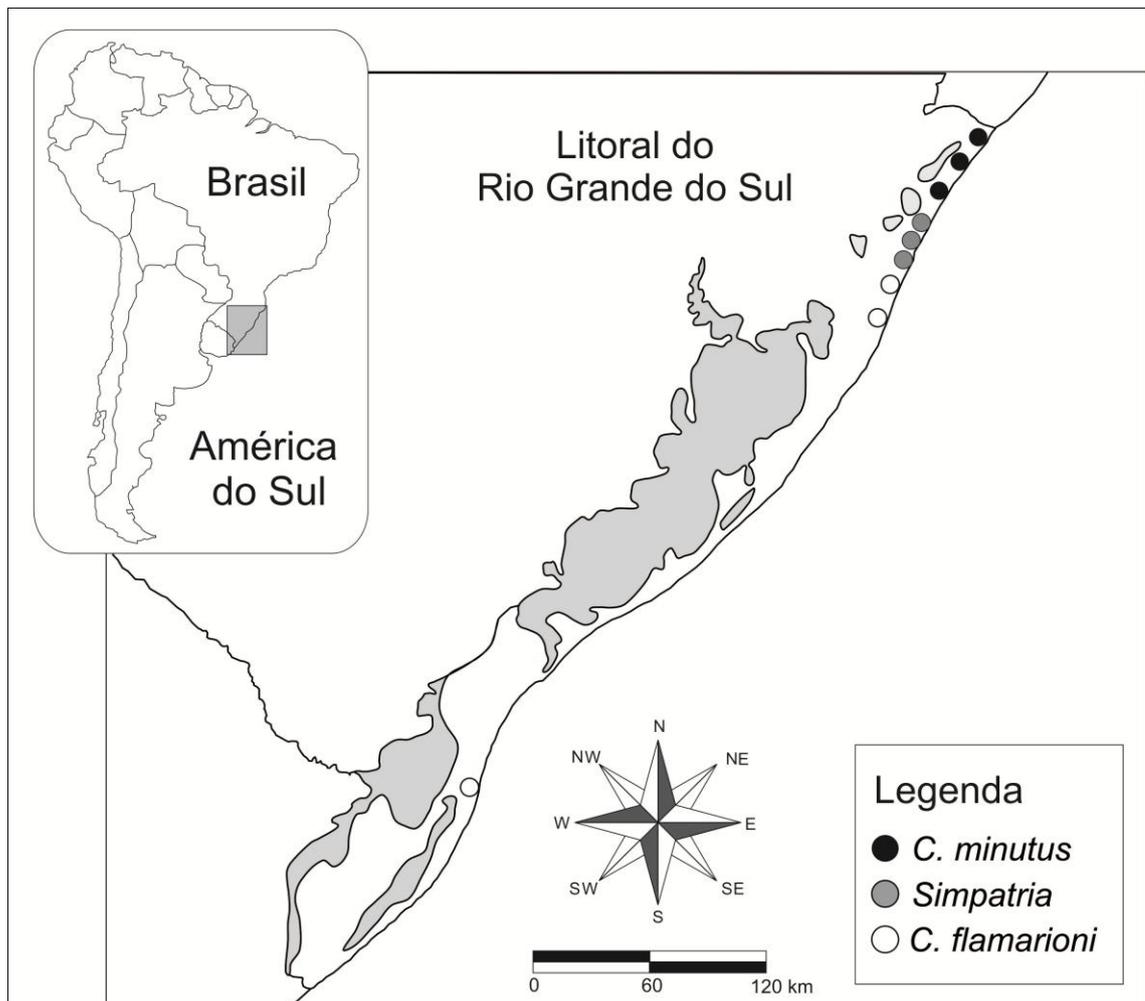


Figura 1. Mapa da localização das nove áreas de coletas ao longo da Planície Costeira do Rio Grande do Sul/Brasil.

As amostragens foram realizadas durante o período de um ano (2011-2012) e em cada área amostrada foram capturados um total de 10 indivíduos, sendo que na área de *simpatría* foram coletados cinco indivíduos de cada espécie, totalizando assim 45 indivíduos de *C. flamarioni* (30 distribuídos alopatriicamente e 15 *simpatricamente*) e 45 *C. minutus* (30 distribuídos alopatriicamente e 15 *simpatricamente*). Para a captura dos indivíduos foram utilizadas armadilhas tipo trampa, marca Oneida-Victor, número zero. Todos os animais capturados tiveram a posição de suas tocas registrada com o uso de um GPS (Garmin Vista®). Anotou-se o seu peso e sexo, e após os animais foram devolvidos as tocas.

## Características do hábitat

Nas mesmas áreas onde foram efetuadas as coletas dos animais também foram realizadas amostragens para estimar a dureza do solo, biomassa e cobertura vegetal. Para isso, a entrada da toca de cada indivíduo coletado foi considerada como o ponto central. A partir deste, foram demarcados quatro pontos a uma distância de 2 metros (norte, sul, leste e oeste) (Figura 2). Em cada ponto foi delimitado uma área de 1 m<sup>2</sup> onde foram estimada a cobertura vegetal utilizando o método de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1932) que consiste em classificar a cobertura vegetal em uma escala de 0 a 100% diferenciando-a em gramíneas e herbáceas. Para analisar a biomassa foi coletada toda a vegetação presente em uma área de 0,24 m<sup>2</sup> x 0,3 m de profundidade. Após isso as amostras foram secas por 24 horas a 80° C e posteriormente pesadas (Antinuchi e Bush 1992). Analisou-se a dureza do solo com a utilização de um penetrômetro de impacto. Estes dados foram empregados para a caracterização do hábitat utilizado por cada indivíduo.

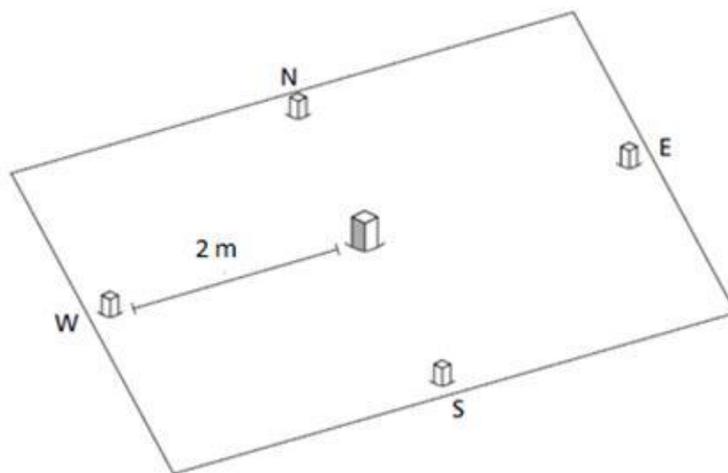


Figura 2. Esquema da metodologia empregada na mensuração das características ambientais. Sendo o ponto central a toca onde foi capturado o indivíduo do gênero *Ctenomys* e os demais pontos são as áreas demarcadas para a mensuração das características do habitat.

Para avaliar a hipótese que as espécies diferem na ocupação da área quanto às características do habitat (dureza do solo, cobertura e biomassa vegetal) foi utilizado o método não-paramétrico Mann-Whitney *U*-teste. A mesma análise foi utilizada para verificar se existe diferença significativa nas características do habitat utilizadas pelas espécies quando

em simpatria e alopatria. As relações das características do habitat utilizadas por cada espécie foi inferida através de uma análise de componentes principais (PCA), utilizando os dados das características ambientais dos animais capturados nas áreas de simpatria. Todos os testes foram realizados no programa *Past* - 2.17 (Hammer et al. 2001).

## **Resultados**

### **Novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys***

Durante o desenvolvimento deste trabalho registramos duas novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys*, sendo que as duas espécies que ocorrem nestas áreas são *C. flamarioni* e *C. minutus*.

A primeira área de simpatria encontra-se localizada na porção norte da Planície Costeira do estado do RS. A área apresenta uma extensão linear de aproximadamente 15 Km e as espécies entram em contato apenas na primeira faixa de dunas, ocorrendo desde o Município de Capão da Canoa (29°46'04.41'S, 50°00'59.1'W), ao sul, até o município de Arroio Teixeira, ao norte (29°38'23.83'S, 49°56'36.77'W) (Figura 3). Esta área caracteriza-se pela transição de habitat da espécie *C. minutus*, antes localizada somente nos campos arenosos mais ao interior do continente, passando também a ocupar o ambiente de dunas e assim entrando em contato com o *C. flamarioni*.

A segunda área de simpatria também ocorre na Planície Costeira do estado do RS, porém localiza-se na região sul do estado. Esta área foi encontrada durante a realização do trabalho e poucos registros de indivíduos foram identificados, todos localizados no município de São José do Norte (32°03'18.15'S, 51°59'43.94' W) (Figura 3). Diferentemente da área na porção norte, esta área de simpatria não ocorre no ambiente de dunas, as espécies entram em contato nos campos arenosos, sendo que é a espécie *C. flamarioni* que adentra no continente onde é encontrada as margens da Laguna dos Patos, ocupando o ambiente originalmente de *C. minutus*.

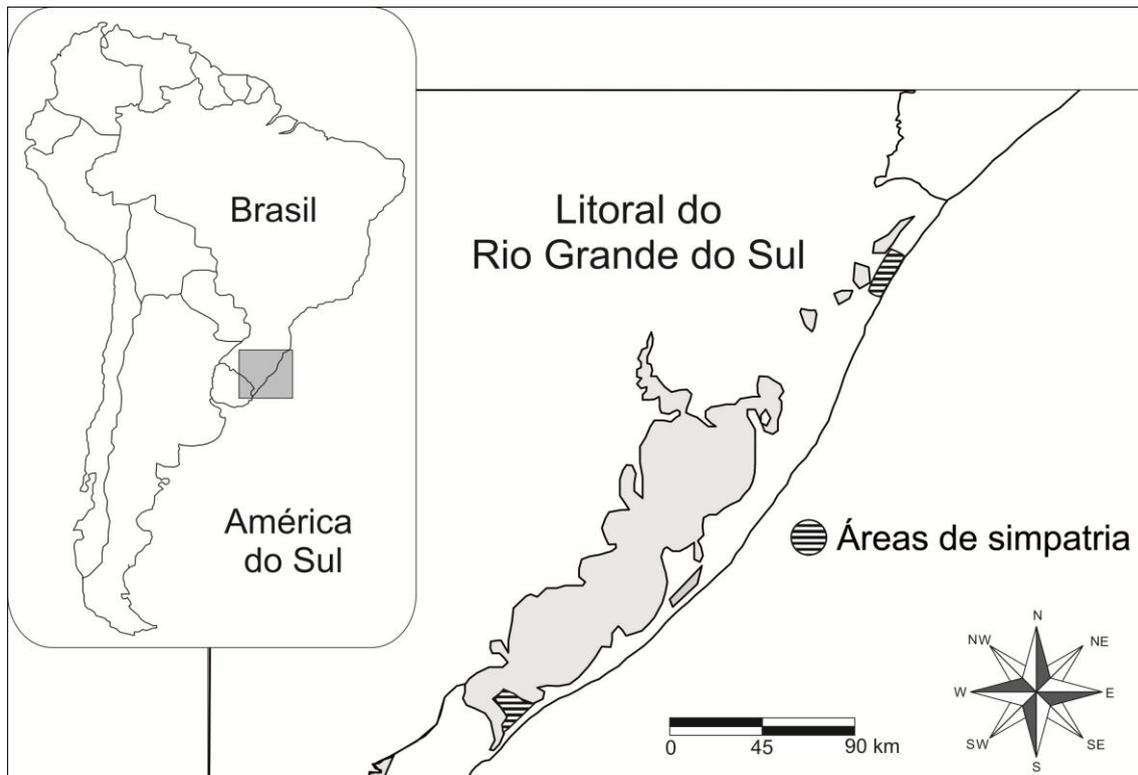


Figura 3. Mapa da localização das duas novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys* encontradas na Planície Costeira do Rio Grande do Sul/Brasil.

### Características do habitat e distribuição espacial das espécies

As duas espécies utilizam diferentes ambientes quando em simpatria, diferindo quanto às características do habitat. *C. minutus* seleciona áreas que apresentam significativamente maiores quantidades de biomassa vegetal, cobertura vegetal total, de herbáceas, e gramíneas em relação às áreas ocupadas por *C. flamarioni*. Adicionalmente, *C. flamarioni* utiliza áreas com solos significativamente mais duros em comparação com *C. minutus* (Tabela 1).

Tabela 1. Médias ( $\pm$ SD) de biomassa vegetal, cobertura vegetal e dureza do solo mensuradas para *C. flamarioni* e *C. minutus* em uma área de simpatria.

	<i>C. flamarioni</i>	<i>C. minutus</i>	Mann-Whitney		
			<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
Biomassa vegetal (g/m <sup>2</sup> )	14,69 $\pm$ 14,36	36,09 $\pm$ 29,3	59	2,22	<b>0,0132</b>
Cobertura vegetal (%)					
Herbáceas	4,31 $\pm$ 7,25	6,82 $\pm$ 6,74	68	1,85	<b>0,0325</b>
Gramíneas	7,58 $\pm$ 5,81	16,16 $\pm$ 9,19	45,5	2,78	<b>0,0027</b>
Total	11,00 $\pm$ 7,74	23,76 $\pm$ 13,52	48	2,67	<b>0,0037</b>
Dureza do solo (kg/cm <sup>2</sup> )	3,84 $\pm$ 0,89	3,35 $\pm$ 1,22	72	1,68	<b>0,0465</b>

Comparando os ambientes utilizados por *C. flamarioni* quando ocorre em alopatria com os ambientes utilizados quando registrado em simpatria com *C. minutus*, percebe-se que existe uma diferença significativa na maior parte das características ambientais mensuradas. Sendo que, em regiões onde ocorre somente a espécie *C. flamarioni* os indivíduos utilizam áreas que apresentam maiores valores de biomassa vegetal, cobertura vegetal total e de gramíneas e distribuem-se em solos menos duros (Tabela 2). Isto indica que *C. flamarioni* modifica o padrão de seleção de habitats em áreas onde ocorre simpatricamente. Por outro lado, quando comparamos as mesmas características ambientais utilizadas por *C. minutus*, em simpatria e alopatria não é encontrada nenhuma diferença significativamente nas características do habitat selecionado pelos indivíduos, demonstrando que eles selecionam habitats semelhantes em simpatria e alopatria (Tabela 3).

Tabela 2. Médias ( $\pm$ SD) de biomassa vegetal, cobertura vegetal e dureza do solo mensuradas para *C. flamarioni* em área de simpatria e alopatría.

	<i>C. flamarioni</i> (simpatria)	<i>C. flamarioni</i> (alopatria)	Mann-Whitney		
			<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
Biomassa vegetal (g/m <sup>2</sup> )	14,69 $\pm$ 14,36	28,69 $\pm$ 26,80	149	1,83	<b>0,0336</b>
Cobertura vegetal (%)					
Herbáceas	4,31 $\pm$ 7,25	4,88 $\pm$ 5,22	164,5	1,45	0,0726
Gramíneas	7,58 $\pm$ 5,81	13,76 $\pm$ 8,99	115,5	2,63	<b>0,0042</b>
Total	11,00 $\pm$ 7,74	18,77 $\pm$ 11,65	127	2,36	<b>0,0091</b>
Dureza do solo (kg/cm <sup>2</sup> )	3,84 $\pm$ 0,89	3,05 $\pm$ 0,92	135	2,17	<b>0,0152</b>

Tabela3. Médias ( $\pm$ SD) de biomassa vegetal, cobertura vegetal e dureza do solo mensuradas para *C. minutus* em área de simpatria e alopatría.

	<i>C. minutus</i> (simpatria)	<i>C. minutus</i> (alopatria)	Mann-Whitney		
			<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
Biomassa vegetal (g/m <sup>2</sup> )	36,09 $\pm$ 29,3	46,30 $\pm$ 51,59	215	0,24	0,40
Cobertura vegetal (%)					
Herbáceas	6,82 $\pm$ 6,74	9,03 $\pm$ 10,42	188,5	0,87	0,189
Gramíneas	16,16 $\pm$ 9,19	13,9 $\pm$ 10,53	183,5	0,99	0,158
Total	23,76 $\pm$ 13,52	22,9 $\pm$ 15,19	203	0,53	0,298
Dureza do solo (kg/cm <sup>2</sup> )	3,35 $\pm$ 1,22	3,37 $\pm$ 0,78	202	0,55	0,289

A análise de componentes principais (PCA) mostrou que a biomassa e a cobertura vegetal estão correlacionadas positivamente com o eixo PC1, sendo que a primeira variável apresenta o maior valor de correlação com este eixo (0,9579 e 0,2864, respectivamente), ao contrário da dureza do solo que apresentou uma correlação negativa. O eixo PC1 explica um total de 85,64% do total da variação. Já o eixo PC2, explica um total de 14,29% (99,93% cumulativo), apresenta correlação altamente positiva com a cobertura vegetal (0,9562), e negativa com as demais variáveis (-0,05752 com a dureza do solo e -0,2871 com a biomassa vegetal). O terceiro eixo PC3, explica apenas 0,063% do total (99,99% cumulativo). No

entanto, apresenta uma forte relação positiva com a dureza do solo (0,9981) as outras variáveis apresentam valores baixos de correlação com este eixo (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e os dois principais eixos da análises de componentes principais (PCA).

<b>Variável</b>	<b>PC 1</b>	<b>PC 2</b>	<b>PC3</b>
Dureza do solo	- 0,0206	- 0,0575	0,9981
Biomassa vegetal	0,9579	- 0,2871	0,0032
Cobertura vegetal	0,2864	0,9562	0,0610

A diferença na distribuição espacial em relação às variáveis ambientais para as duas espécies fica evidente na Figura 4, onde apresenta graficamente os dois principais eixos da PCA. É possível identificar dois grupos distintos: o primeiro grupo é formado pelos indivíduos de *C. minutus* e caracteriza-se por se distribuir em locais com maior cobertura e biomassa vegetal. O segundo, formado por *C. flamarioni*, esta relacionado com os locais onde é encontramos menos cobertura e biomassa vegetal. A dureza do solo não é uma característica ambiental que separa os grupos nesta figura, tendo em vista que a maior relação desta característica esta vinculada com a PC3, a qual não é apresentada aqui devido ao seu baixo valor de explicação.

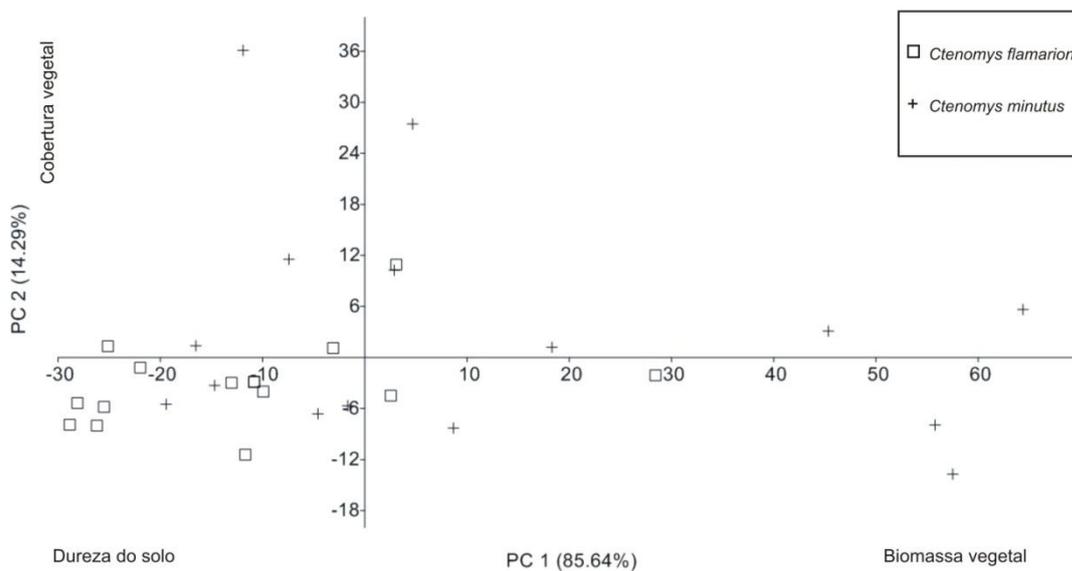


Figura 4. Análise de componentes principais (PCA) para as características do hábitat selecionado pelas espécies *Ctenomys flamarioni* e *Ctenomys minutus* em uma área de simpatria na Planície Costeira do sul do Brasil.

## Discussão

Os resultados gerados neste estudo demonstram que existe contato entre as espécies *C. flamarioni* e *C. minutus* em duas áreas na Planície Costeira do Estado do RS. Contudo, possuímos apenas dados sobre as características do habitat para a área encontrada na região norte. Estes dados corroboram com resultados descritos para espécies cogenéricas em outra área de simpatria (Malizia et al. 1991; Comparatore et al. 1992; Cutrera et al. 2010). As espécies apresentam um padrão na distribuição espacial correspondendo às diferenças na dureza do solo e vegetação na escolha de seus microhabitats. Entretanto, os trabalhos acima citados encontram um padrão onde *C. talarum*, espécie que passa a ocupar o ambiente de dunas costeiras (assim como *C. minutus*), distribui-se em áreas de solos mais duros e maiores quantidades de biomassa e cobertura vegetal em relação à espécie originária deste ambiente (*Ctenomys australis*). Encontramos um padrão similar para as características vegetais, entretanto, existe uma diferença em relação ao solo. Sendo que, a espécie *C. minutus* ocupa áreas de solo menos duro em relação aos solos das áreas ocupadas por *C. flamarioni*. A

diferença encontrada entre os trabalhos, em relação à dureza do solo nos locais ocupado por cada espécie, deve estar relacionada ao fato de *C. australis* e *C. talarum* distribuem-se em áreas de dunas e inter-dunas, respectivamente, gerando uma diferença maior nos valores médios de dureza do solo das espécies (Malizia et al. 1991), ao contrário de *C. flamarioni* e *C. minutus* que não apresentam esta ocupação diferenciada de regiões de dunas e inter-dunas.

Malizia et al. (1991) sugerem que esta separação espacial de *C. australis* e *C. talarum* pode ser causada pela diferença no tamanho corporal, tendo em vista que espécies maiores possuem restrições metabólicas, como dificuldades de termorregulação, para escavar solos mais duros (ver McNab 1966, 1979; Contreras e MacNab 1990; Luna e Antinuchi 2007). Não abordamos estes aspectos fisiológicos em nosso trabalho, pois, mesmo apresentando uma diferença significativa entre seus tamanhos, (*C. flamarioni*  $266 \pm 30,98$  mm e *C. minutus*  $250 \pm 35,13$  mm ( $t=3,45$ ,  $p=0,0004$ )), apresentam tamanhos corporais semelhantes, ao contrário das espécies que ocorrem em simpatria na Argentina, onde *C. australis* apresenta um tamanho corporal três vezes maior ao tamanho de *C. talarum* (Malizia et al. 1991).

Analisando as características do habitat utilizadas pelas espécies separadamente, quando em simpatria e alopatria, pode-se perceber que *C. minutus* não apresenta diferença na distribuição espacial em relação às características ambientais, selecionando microhabitats com valores semelhantes para dureza do solo, biomassa e cobertura vegetal. Por outro lado, *C. flamarioni* demonstrar selecionar microhabitats com maiores quantidades de biomassa e cobertura vegetal e solos menos duros quando distribuídos alopatricamente. Esta mudança de padrão na seleção de microhabitats, apenas para a espécie *C. flamarioni*, pode ser um indicativo de que *C. minutus* é a espécie dominante na área de simpatria, forçando *C. flamarioni* a utilizar microhabitats diferentes, com menor quantidade de biomassa e cobertura vegetal e solos mais duros, em relação aos microhabitats que utiliza normalmente em alopatria. No entanto, Malizia et al. (1991) indicam que na área de simpatria que ocorre na

Argentina a espécie *C. australis*, originalmente distribuída na porção de dunas costeiras, é a espécie dominante no ambiente. Vassallo (1993) confirma que a diferença na ocupação de microhabitats é resultado de competição intraespecífica com a remoção de *C. australis* e a posterior ocupação de uma maior quantidade de microhabitats por *C. talarum*. Alguns estudos fornecem evidências sugerindo que a competição exclusiva pode ser um importante fator na distribuição das espécies de roedores subterrâneos (Miller 1964; Reichman e Baker 1972; Borghi, Giannoni and Martinez-Rica 1994). Miller (1964) ainda conclui que espécies competitivamente superiores ocupam áreas de sua preferência, excluindo as demais espécies, demonstrando assim, como Thaeler (1968), que a distribuição alopátrica de algumas espécies de roedores subterrâneos é causada por competição exclusiva. Nossos resultados parecem corroborar com estes dados, sendo que a área de simpatria localizada na porção norte é também o limite norte da distribuição de *C. flamarioni*, após este ponto somente a *C. minutus* ocorre na área de dunas costeiras, sugerindo que *C. minutus* exclui competitivamente *C. flamarioni*. Por outro lado, a distribuição das espécies na planície costeira e a forma como se distribuem espacialmente na área de simpatria pode estar relacionadas a fatores históricos de ocupação da faixa de dunas costeiras por estas duas espécies. Sendo quem *C. minutus* apresenta um padrão de ocupação norte-sul, vindo da Santa Catarina em direção ao Rio Grande do Sul (Lopes 2011) e *C. flamarioni* apresenta um padrão de ocupação sul-norte (Freitas 1994; Massarini e Freitas 2005). Desta forma *C. minutus* deve ter ocupado antes as áreas ao norte e quando as espécies entraram em contato *C. flamarioni* precisou se adaptar e ocupar locais disponíveis nestas áreas, modificando assim seu padrão de escolha de habitats.

Neste trabalho não medimos a distância das tocas entre os indivíduos, porém, Malizia et al. (1991) relatam que *C. australis* apresenta uma menor distância em relação às tocas de *C. talarum* ( $17,12 \text{ m} \pm 1,28$ ) do que em relação às tocas de indivíduos da mesma espécie ( $20,79 \text{ m} \pm 1,49$ ). Esta evidência pode indicar que as características ambientais desempenham um

papel mais importante na distribuição espacial das espécies do que a distância de indivíduos de outra espécie.

Diversos trabalhos relatam que características do solo são frequentemente os fatores separadores das espécies de roedores subterrâneos (Miller 1964; Thaeler 1968; Reichman e Baker 1972; Borghi, Giannoni e Martinez-Rica 1994). Porém, nossos resultados demonstram que as características da vegetação parecem influenciar mais na distribuição espacial de *C. flamarioni* e *C. minutus*, quando encontrados em simpatria, tendo em vista que as características da vegetação apresentaram os maiores valores de correlação com os dois principais eixos da PCA, que explicam sozinhos 99,93% do total, além de apresentarem médias bem diferentes entre as espécies. Enquanto que, a dureza do solo dos locais ocupado pelas espécies apresenta valores significativamente diferentes, porém suas médias são próximas e esta característica ambiental relaciona-se fortemente somente com o eixo PC3, que explica apenas 0,063% do total. Ou seja, as características ambientais relacionadas ao alimento, parecem influenciar mais na distribuição espacial destas espécies na área de simpatria.

Alguns estudos descrevem que a distribuição limitada à área de dunas costeiras, apresentada por *C. australis*, bem como por *C. flamarioni*, está relacionada ao seu tamanho corporal, resultando em restrições metabólicas que o impede de construir suas galerias de túneis em solos mais duros, (Comparatores et al. 1991; Contreras e McNab 1990; Luna e Antinuchi 2007). Com base nisso, o registro da área de simpatria na porção sul se torna ainda mais importante, pois neste local *C. flamarioni*, apresenta registros que aumentam a distribuição da espécie, antes descrita como restrita à faixa de dunas costeiras, e agora localizada no interior do continente até as margens da Laguna dos Patos. A hipótese proposta é que este local apresenta um ambiente receptivo, apresentando solos mais arenosos do que os encontrados em outros locais mais continentais, proporcionando assim a entrada de

*C.flamarioni*. Contudo, ainda é necessário um maior esforço de coletas para caracterizar os limites desta área, bem como verificar as relações da distribuição espacial das espécies e características do habitat.

## Referências

ANTINUCHI, G.O, AND C. BUSH. 1992. Burrow structure in the subterranean rodent *Ctenomys talarum*. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 57:163-168.

BORGHI, C.E., S.M. GIANNONI, AND J.P. MARTINEZ-RICA. 1994. Habitat segregation on three sympatric fossorial rodents in the Spanish Pyrenees. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 59:52-57.

BRAUN-BLANQUET, J. 1932. Plant sociology: the study of plant communities. McGraw-Hill Publications in the Botanical Sciences. New York.

BRETSCHNEIDER, D.S. 1987. Alguns aspectos da biologia ecologia de *Ctenomys flamarioni* Travi, 1981 (Rodentia: Ctenomyidae). M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

COMPARATORE, V.M., M. AGNUSDEI, AND C. BUSH. 1992. Habitat relations in sympatric populations of *Ctenomys australis* and *Ctenomys talarum* (Rodentia, Octodontidae) in a natural grassland. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 57:47-45.

CONTRERAS, L.C., AND B.K. MCNAB. 1990. Thermoregulation and energetics in subterranean mammals. Pp. 231-250 in *Biology of subterranean mammals at the organismal and molecular levels* (E. Nevo and O.A. Reig, eds.). New York, Wiley-Liss.

CONTRERAS, J.R., AND O.A. REIG. 1965. Datos sobre la distribución de género *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae) en la zona costera de la Provincia de Buenos Aires entre Neocochea y Bahía Blanca. *Physis* 25:169-186.

CUTRERA AP., M.S. MORA, C.D. ANTINUCCI, AND A.I. VASSALLO. 2010. Intra-and interspecific variation in home-range size in sympatric tuco-tucos, *Ctenomys australis* and *Ctenomys talarum*. *Journal of mammalogy* 91(6):1425-1434.

FONSECA, M.B. 2003. 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. M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

FREITAS, T.R.O. 1994. Geographical variation of heterochromatin in *Ctenomys flamarioni* (Rodentia: Octodontidae) and its cytogenetic relationship with other species of the genus. *Cytogenetics and Cell Genetics* 67: 193-198.

FREITAS, T.R.O. 1995. Geographic distribution and conservation of four species of the genus *Ctenomys* in Spothern Brasil. *Studies on Neotraopical Fauna and Environment* 30: 53-59.

- FREITAS, T.R.O. 1997. Chromosome polymorphism in *Ctenomys minutus* (Rodentia: Octodontidae). *Revista Brasileira de Genética* 20: 1-7.
- HAMMER, Ø., D.A.T. HARPER, AND P. D. RYAN, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):9.
- LACEY, E.A., J.L. PATTON, AND G.N. CAMERON. 2000. *Life Underground*. The University of Chicago Press, Chicago Illinois.
- LOPES, C.M. 2007. Filogeografia de *Ctenomys minutus* (Rodentia: Ctenomyidae). M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- LOPES, C.M. 2011. História evolutiva de *Ctenomys minutusi* e *Ctenomys lami* (Rodentia, Ctenomyidae) na planície costeira do sul do Brasil. Ph.D. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- LUNA, F., AND C.D. ANTINUCHI. 2007. Energy and distribution in subterranean rodents: sympatry between two species of the genus *Ctenomys*. *Comparative and Physiology, A. Comparative Physiology* 147: 948-954.
- MALIZIA, A.I., VASSALLO, A.I., AND BUSH, C. 1991. Population and habitat characteristics of two sympatric species of *Ctenomys* (Rodentia:Octodontidae). *Acta Theriologica* 36:87-94.
- MARINHO, J. R., AND FREITAS, T. R. O. 2006. Population structure of *Ctenomys minutus* (Rodentia, Ctenomyidae) on the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Theriologica* 51 (1): 53-59.
- MASSARINI, A.I., AND T.R.O. FREITAS. 2005. Morphological and cytogenetics comparison in species of the mendocinus –group (genus: *Ctenomys*) with emphasis in *C. australis* and *C. flamarini* (Rodentia-Ctenomyidae).
- MCNAB, K. 1966. The metabolism of fossorial rodents: a study of convergence. *Ecology* 45: 712-733.
- MCNAB, K. 1979. The influence of body size on the energetics and distribution of fossorial an burrowing mammals. *Ecology* 60: 1010-1021.
- MILLER, M.A. 1964. Ecology and distribution of pocket gophers (Geomyidae) in Colorado. *Ecology* 45:256-272.
- REICHMAN, O.J., AND R.J. BAKER. 1972. Distribution and movements of two species of pocket gophers (Geomyidae) in an area of sympatry in the Davis Mountains, Texas. *Journal of Mammalogy* 53:21-33.
- REIG, O.A., C. BUSCH, M.O. ORTELLIS, AND J.L. CONTRERAS. 1990. An overview of evolution, systematics, population biology and molecular biology in *Ctenomys*. Pp. 71-96 in *Evolution of subterranean mammals at the organismal and molecular levels* (E. Nevo, and O.A. Reig, eds.). New York, Wiley-Liss.

STOLZ, J.F.B. 2006. Dinâmica populacional e relações espaciais do tuco-tuco-das-dunas *Ctenomys flamarioni* – (Rodentia - Ctenomyidae) na Estação Ecológica do Taim – RS/Brasil. M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

TILMAN, D., AND P. KAREIVA. 1997. Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

THAELE, C.S.JR. 1968. An analysis of the distribution of pocket gopher species in north-eastern California (genus *Thomomys*). University of California Publications in Zoology 86:1-46.

VASSALLO, A.I. 1993. Habitat shift after experimental removal of the bigger in sympatric *Ctenomys talarum* and *Ctenomys australis* (Rodentia: Octodontidae). Behaviour 127:247-263.

VILLWOCK, J.A., L.J. TOMAZELLI, E.L. LOSS, E.A. DEHNHARDT, N.O. HORN FILHO, F.A. BACHI, AND B.A. DEHNHARDT. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. Pp 79-97 in: Quaternary of South America and Antarctic Peninsula (Rabassa, J., Balkema, A.A. (eds.)). Balkema, Rotterdam.

#### 4. CONCLUSÕES

Por meio dos resultados encontrados neste trabalho foi possível registrar duas novas áreas de simpatria para o gênero *Ctenomys*. As espécies que ocorrem em simpatria nestas áreas são *C. flamarioni* e *C. minutus*. As duas áreas encontram-se localizadas na Planície Costeira do RS, a primeira fica na localidade de Praia do Barco e é muito similar a área já descrita para o gênero, onde as espécies ocorrem em simpatria na região de dunas costeiras. A segunda área, localizada mais ao sul do estado no Município de São José do Norte, apresenta uma informação completamente nova para o gênero, uma área de simpatria localizada fora da faixa de dunas costeiras, sendo que as espécies ocorrem em simpatria na região dos campos arenosos, no interior do continente. Além disso, está informação ainda aumenta os registros de ocorrência de *C. flamarioni*, descrito, até então, como endêmico da região de dunas costeiras do estado do RS.

As espécies, quando distribuídas simpatricamente, selecionam habitats com diferentes características ambientais. *C. minutus* ocupa áreas com maiores biomassa e cobertura vegetal e solos menos duros, em comparação com *C. flamarioni*. Quando comparamos as

características do habitat selecionado pelas espécies quando distribuídas de forma alopátrica e simpátrica percebe-se que *C. flamarioni* sofre uma alteração na seleção do habitats. Isto é um indicativo de que pode haver competição interespecífica, onde *C. minutus* é dominante forçando *C. flamarioni* a mudar o seu padrão na seleção de habitats. Pode-se inferir ainda que, esta competição afeta diretamente na distribuição de *C. flamarioni*, pois a área de simpatria localizada ao norte também é o limite de sua distribuição espacial, podendo ocorrer uma exclusão competitiva desta espécie impedindo a sua distribuição mais ao norte. As variáveis ambientais relacionadas com a alimentação (cobertura e biomassa vegetal) parecem ser a principais responsáveis pela seleção dos habitats. Sendo que estas apresentaram as diferenças mais expressivas entre as espécies, é a dureza do solo mesmo sendo diferente significativamente, apresentaram médias semelhantes para as duas espécies.

O registro destas duas áreas de simpatria traz importantes informações para o gênero, contudo, ainda é necessário mais estudos, principalmente na região localizada na porção sul, para a delimitação da área de simpatria, caracterização do ambiente e principalmente interações interespecíficas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(De acordo com as normas do periódico *Journal of Mammalogy*, Anexo 1).

BRETSCHNEIDER, D.S. 1987. Alguns aspectos da biologia ecologia de *Ctenomys flamarioni* Travi, 1981 (Rodentia: Ctenomyidae). M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

BUSCH, C., C.D. ANTINUCHI, J.C. del VALLE, M.J. KITTLEIN , A.I. MALIZIA , A.I. VASSALLO, AND R.R. ZENUTO. 2000. Population ecology of subterranean rodents. Pp. 183-226 in: LACEY, E.A., J.L. PATTON, AND G.N. CAMERON, eds.) The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

CAMERON, G.N. 2000. Community Ecology of Subterranean Rodents. Pp. 227-256 in: LACEY, E.A., J.L. PATTON, AND G.N. CAMERON, eds.) The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

- COMPARATORE, V.M., M. AGNUSDEI, AND C. BUSH. 1992. Habitat relations in sympatric populations of *Ctenomys australis* and *Ctenomys talarum* (Rodentia, Octodontidae) in a natural grassland. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 57:47-45.
- CONTRERAS, L.C. 1973. El tuco-tuco y sus relaciones con los problemas del suelo en Argentina. *Idia* 24: 14-36.
- CONTRERAS, L.C., AND B.K. MCNAB. 1990. Thermoregulation and energetics in subterranean mammals. Pp. 231-250 in *Biology of subterranean mammals at the organismal and molecular levels* (E. Nevo and O.A. Reig, eds.). New York, Wiley-Liss.
- CONTRERAS, J.R., AND O.A. REIG. 1965. Datos sobre la distribución de género *Ctenomys talarum* (Rodentia: Octodontidae) en la zona costera de la Provincia de Buenos Aires entre Neocochea y Bahía Blanca. *Physis* 25:169-186.
- COOK, J.A., AND E.P. LESSA. 1998. Are rates of diversification in subterranean South American Tuco-tucos (Genus *Ctenomys*, Rodentia: Octodontidae) unusually high? *Evolution* 52(5): 1521-1527.
- CORRÊA, I.C.S., R. BAITELLI, J.M. KETZER, AND R. MARTINS. (1992) Translação horizontal e vertical do nível do mar sobre a plataforma continental do Rio Grande do Sul nos últimos 17.500 BP. *Anais ABEQUA*, III, 225-240.
- CUTRERA, A.P., M.S. MORA, C.D. ANTINUCCI, AND A.I. VASSALLO. 2010. Intra-and interspecific variation in home-range size in sympatric tuco-tucos, *Ctenomys australis* and *Ctenomys talarum*. *Journal of mammalogy* 91(6):1425-1434.
- DEL VALLE, J.C., M.I. LOHFELT, M. COMPARATORE, M.S. CID, AND C. BUSCH. 2001. Feeding selectivity and food preference of *Ctenomys talarum* (tuco-tuco). *Journal of Mammalian Biology* 66: 165-173.
- FERNÁNDEZ, G.P. 2002. Análise da estrutura populacional e da variabilidade genética em três populações de *Ctenomys flamarioni* (Rodentia – Ctenomyidae) através de loci de microssatélites. M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- FERNÁNDEZ-STOLZ, GP., J.F.B. STOLZ, AND T.R.O. FREITAS. 2007. Bottlenecks and dispersal in the tuco-tuco-dasdunas, *Ctenomys flamarioni* (Rodentia: Ctenomyidae) in southern Brazil. *Journal of Mammalogy* 88(4): 935-945.
- FONSECA, M.B. 2003. 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. M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- FONTANA, C. S., G.A. BENCKE, AND R.E. REIS. 2003. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brazil.

- FREITAS, T.R.O. 1994. Geographical variation of heterochromatin in *Ctenomys flamarioni* (Rodentia: Octodontidae) and its cytogenetic relationship with other species of the genus. *Cytogenetics and Cell Genetics* 67: 193-198.
- FREITAS, T.R.O. 1995. Geographic distribution and conservation of four species of the genus *Ctenomys* in Spothern Brasil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 53-59.
- FREITAS, T.R.O. 1997. Chromosome polymorphism in *Ctenomys minutus* (Rodentia: Octodontidae). *Revista Brasileira de Genética* 20: 1-7.
- FREITAS, T.R.O. 2001. Tuco-tucos (Rodentia: Octodontidae) in southern Brazil: *Ctenomys lami* Spec. Nov. Separated from *C. minutus* Nehring, 1887. *Studies Neotropical Fauna Environment* 36: 1-8.
- FREITAS, T.R.O., AND E.P. LESSA. 1984. Cytogenetics and morphology of *Ctenomys torquatus* (Rodentia: Octodontidae). *Journal of Mammalogy* 65:637-642.
- FREITAS, T.R.O., FERNANDES, F.A., FORNEL R., AND RORATTO P.A. 2012 . An endemic new species of tuco-tuco, genus (Rodentia: Ctenomyidae), with a restricted geographic distribution in southern Brazil. *Journal of Mammalogy* 93:1355-1367.
- FREYGANG, C.C., J.R. MARINHO, AND T.R.O. FREITAS. 2004. New karyotypes and some considerations of *Ctenomys minutus* (Rodentia: Ctenomyidae) on the coastal plain of the Brazilian state of Rio Grande do Sul. *Genetica* 121:125-132.
- GASTAL, M.L.A. 1994. Density, sexual rate and biometrics data from one population of *C. minutus* Nehring, 1887 (Rodentia, Caviomorpha, Ctenomyidae). *Iheringia* 77: 25-34.
- LACEY, E.A., S.H. BRAUDE, AND J.R. WIECZOREK. 1998. Solitary burrow use by adult patagonian tuco-tucos (*Ctenomys haigi*). *Journal of Mammalogy* 79(3): 986-991.
- LACEY, E.A. 2000. Spatial and social systems of subterranean rodents. Pp. 257-296 in *Life Underground – The Biology of Subterranean Rodents* (E.A. LACEY, J.L. PATTON AND G.N. CAMERON, eds.). The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- LACEY, E.A., J.L. PATTON, AND G.N. CAMERON. 2000. *Life Underground*. The University of Chicago Press, Chicago Illinois.
- LICHTENSTEIN, H. 1830. Darstellung neuer order wering bekannter. Sargethice in Abbildung und Beschreibungen, Luderitz edit. Berlin.
- MARINHO, J.R. 1997. Estrutura populacional e variação craniométrica intraespecífica em uma zona de hibridação de *Ctenomys minutus* Nehring, 1887. M.S. dissertation, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- MARINHO, J.R., AND T.R.O. FREITAS, 2006. Population structure of *Ctenomys minutus* (Rodentia, Ctenomyidae) on the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. *Acta Theriologica* 51 (1): 53-59.

- MASSARINI, A.I., AND T.R.O. FREITAS. 2005. Morphological and cytogenetics comparison in species of the mendocinus –group (genus: *Ctenomys*) with emphasis in *C. australis* and *C. flamarini* (Rodentia-Ctenomyidae)
- MASSARINI, A.I., M.A BARROS, M.O. ORTELLS, AND O.A. REIG. 1991. Chromosomal polymorphism and small karyotypic differentiation in a group of *Ctenomys* species from central Argentina (Rodentia: Octodontidae). *Genética* 83: 131-144.
- MCNAB, K. 1966. The metabolism of fossorial rodents: a study of convergence. *Ecology* 45: 712-733.
- MCNAB, K. 1979. The influence of body size on the energetics and distribution of fossorial and burrowing mammals. *Ecology* 60: 1010-1021.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. 1914. *Historia Natural. Zoologia. Comissão de Linhas telegraphicas estratégicas de Matto- Grosso ao Amazonas.*
- NEVO, E. 1979. Adaptive Convergence and divergence in subterranean mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 10:269-308.
- NOWAK, R.M. 1999. *Walker's Mammals of the World*, 6th ed. Baltimore (MD): The Johns Hopkins University Press.
- PEARSON, O.P. 1984. Taxonomy and natural history of some fossorial rodents of Patagonia, southern Argentina. *Journal of zoology* 202: 225-237.
- PEARSON, O.P. 1959. Biology of subterranean rodents, *Ctenomys* in Peru. *Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado"* 9: 1-56.
- REIG, O.A., C. BUSCH, M.O. ORTELLIS, AND J.L. CONTRERAS. 1990. An overview of evolution, systematics, population biology and molecular biology in *Ctenomys*. Pp. 71-96 in *Evolution of subterranean mammals at the organismal and molecular levels* (E. Nevo, and O.A. Reig, eds.). New York, Wiley-Liss.
- ROSI, M.I., M.I. CONA, F. VIDELA, S. PUIG, AND V.G. ROIG. 2000. Architecture of *Ctenomys mendocinus* (Rodentia) burrows from two habitats differing in abundance and complexity of vegetation. *Acta Theriologica* 45: 491-505.
- TILMAN, D., AND P. KAREIVA. 1997. *Spatial ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- TRAVI, V.H. 1981. Nota prévia sobre nova espécie do Gênero *Ctenomys* Blainville, 1826 (Rodentia, Ctenomyidae). *Iheringia* 60:123-124.
- VERZI, D.H., A.I. OLIVARES, AND C.C. MORGAN. 2010. The oldest South American tuco-tuco (late Pliocene, northwestern Argentina) and the boundaries of the genus *Ctenomys* (Rodentia, Ctenomyidae) *Mammalian Biology* 75:243-252.

VILLWOCK, J.A., L.J. TOMAZELLI, E.L. LOSS, E.A. DEHNHARDT, N.O. HORN FILHO, F.A. BACHI, AND B.A. DEHNHARDT. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. Pp 79-97 in: Quaternary of South America and Antarctic Peninsula (Rabassa, J., Balkenma, A.A. (eds.)). Balkema, Rotterdam.

WILSON, D. E., AND D. A. REEDER. 2005. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. 3ª Edição. Smithsonian Institution Press. Washington.

ZENUTO, R., AND C. BUSCH. 1995. Influence of the subterranean rodent *Ctenomys australis* (Tuco-tuco) in a sand-dune grassland. *Journal of Mammalian Biology* 60: 277-285.

## 6. ANEXOS

### Author Instructions

The *Journal of Mammalogy* is a research-oriented, peer-reviewed journal dealing with all responsible types of research on biology of mammals. Papers of any reasonable length that can be justified by their purpose, design, and outcome will be considered. Manuscripts must be submitted online via AllenTrack at <http://jmamm.allentrack.net>.

Journal Editor: Dr. Joseph F. Merritt, Illinois Natural History Survey, University of Illinois, 1816S. Oak Street, Champaign, IL 61820 USA. Email: [jmerritt@illinois.edu](mailto:jmerritt@illinois.edu); telephone: +1 217-265-7301; FAX: +1 217-244-0802.

This document is divided into 3 parts:

- 1) PREPARATION OF MANUSCRIPTS – how to set your manuscript in the proper *JM* format.
- 2) COMMON PROBLEMS WITH MANUSCRIPTS – common mistakes that delay the handling of manuscripts. Double-check before submitting.
- 3) ONLINE SUBMISSION INSTRUCTIONS – how to submit your manuscript via AllenTrack.

---

### 1. PREPARATION OF MANUSCRIPTS

Your manuscript should include the following parts, in this order:

#### 1. Title Page

- Contact information of the author to whom correspondence and proofs should be sent in the upper left corner (single-spaced)
- Running Heading (a short identification, not a title, <40 characters including spaces; use normal font)
- Title (**Bold**, left-justified text; capitalize only the first word and formal names, taxa, geographic locations, etc; restrict to <15 words)
- Names of authors (Use normal font or SMALL CAPS, NOT ALL CAPS!, left-justified text, with asterisk to identify corresponding author)
- Affiliations of authors (Normal font in *italics*, left-justified, with author initials in parentheses following the appropriate address)
- Abstract, no longer than 5% of the length of the text (Introduction through Discussion; multiply number of lines of text by .05 to find correct length for Abstract...longer abstracts will be sent back for shortening) summarizing key findings...note: there is NO heading for "ABSTRACT"
- Key words, <10 words, alphabetized and separated by commas
- "\*Correspondent:" followed by email address of corresponding author

#### 2. Text of manuscript

- Introduction...note: NO heading for "INTRODUCTION"
- Materials and Methods

- Results
  - Discussion...note: NO "Summary" or "Conclusion" sections, include relevant syntheses in the Discussion
- 3. Acknowledgments** (note spelling)
- 4. Abstracts in Language other than English**
- A summary in another language, usually a translation of the abstract, may be included at end of text if appropriate.
  - Translations of abstracts in Spanish or Portuguese are REQUIRED for all studies conducted in Latin America.
- 5. Literature Cited**
- References are listed in alphabetical order by author surname; put authors' names in SMALL CAPS.
- 6. Figure legends**
- Figure captions should be placed on a separate page following Literature Cited.
- 7. Appendix** is optional.
- 8. Tables**
- Each table (XLS, XLSX, DOC, or DOCX format) should be on a separate page WITH the table legend. Tables can be included in the "article file."
- 9. Figures**
- Figures should be submitted as SEPARATE FILES in TIF, EPS, PDF, JPG, PPT, or PPTX formats.
- 10. Supplemental E-Only Files**
- Supplemental files will be posted online-only and provides information that adds depth to a manuscript but is not essential to a reader's understanding of the research (e.g., spreadsheets, databases, equations, video or audio files, tables and/or figures).
  - All supplemental files should be uploaded on the submission site in a separate file at the same time an author submits the manuscript. Editors and reviewers will check the file during peer review. However, the editor, editorial staff and publisher will not copyedit, typeset, or format supplemental material. The material must be ready for e-posting when the manuscript is submitted for review.
  - An e-only supplemental file should be referenced in your manuscript, e.g., see Supplement 1 (or Video 1, Appendix I, etc.) available online.
  - Because e-only supplemental files are published separately from the manuscript, they need to stand alone. If references are cited in the supplemental material but not in the regular article, the references should appear at the end of the supplemental file. References that only appear in the supplemental material should not be listed in the Literature Cited section of the manuscript.
  - Following are guidelines for supplemental files:
    - o Submit text files in Times New Roman 12 pt. font with one inch margins.
    - o An audio file, text, graphic, spreadsheet or PDF file must be less than 5 MB.
    - o A video file must be less than 10 MB.
  - If an author submits a video file, the author may submit a still shot from the video (JPG, TIF or EPS) to use for a thumbnail that can be placed in the article.

All parts of the manuscript, including Literature Cited, should be written in English and **follow the style and format of papers in the most recent issues of the *Journal of Mammalogy***. The Journal standard for style is the CSE style manual (Scientific Style and Format--The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers. 7th ed. Council of Science Editors, The Rockefeller University Press.)

ALL written and tabular material must be double-spaced (3 lines/2.5 cm) and in 12-point Times New Roman font. Text pages should be numbered, and normal text (not headings) should be left-justified. In general, 2 levels of organization are used: primary headings (centered and in uppercase) and secondary headings (indented at beginning of paragraph, italicized, and followed by period and a long dash). Italicized scientific names (genus and species) of all organisms other than domesticated animals should be given with the common name at first use, in the abstract and the body of paper. Use Arabic for all numbers, even those <10.

In Materials and Methods include a statement indicating whether research on live mammals followed ASM guidelines (SIKES ET AL. 2011. *Journal of Mammalogy* 92:235–253, <http://asmjournals.org/doi/pdf/10.1644/10-MAMM-F-355.1>) and was approved by an institutional animal care and use committee. All DNA sequences must be submitted to GenBank, and accession numbers provided in the manuscript before publication. Museum catalogue numbers for all voucher specimens (including associated tissue) examined must be included in the manuscript (in an Appendix if numerous). Consult recent issues of the *Journal of Mammalogy* for examples.

Tables should conform to *JM* format: horizontal lines across the top beneath the legend, bottom, and underneath column headings. Do NOT use vertical lines to separate columns, add extra horizontal lines to separate parts of the table, or use grid cells. Tables need to be formatted as text for publication, thus do not submit them as pdfs.

Figures will be reduced to 9, 13, or 19 cm in width for publication, so lettering and symbols must be large enough to withstand reduction and be legible. Put figure numbers on figures. Do not present the same data in both graphs and tables. There should be at least 2 (preferably 3) pages of text for each figure or table.

Authors will be charged for color figures. Authors will be charged \$1,000 in addition to regular page charges for each figure appearing in print. This charge cannot be waived and must be paid in full before a paper is scheduled for publication. Authors have the option of having figures printed in black/white but produced in color online. If an author selects this option, he/she will be charged \$75 per figure.

Below are the formats of common types of references listed in the Literature Cited. See a recent issue of the *Journal* for other examples.

#### **a. Journal Articles**

HARRIS, R. B., W. J. CRESSWELL, P. G. FORDE, W. J. TREWHELLA, T. WOOLLARD, AND S. WRAY. 1990. Home-range analysis using radio-tracking data- a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review* 20:97\_123.

NEVO, E., V. SIMONSEN, AND A. R. TEMPLETON. In press. Starch gel electrophoresis of enzymes—a compilation of recipes. *Biochemical Genetics*.

#### **b. Books**

HALL, E. R. 1981. The mammals of North America. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York 1:1–600 + 90. [OR ...2:601–1181 + 90.]

NEAL, E. G., AND C. CHEESEMAN. 1996. Badgers. Poyser Natural History, London, United Kingdom.

### **c. Chapter in Edited Books**

PATTON, J. L., ET AL. 1977. Optimal habitat selection in two-species competitive systems. Pp. 282– 293 in Population ecology (U. Halbach and J. Jacobs, eds.). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, West Germany.

### **d. Technical Reports**

HENDRIX, P. F. 1996b. Earthworms, biodiversity, and coarse woody debris in forest ecosystems of the Southeastern U.S.A. Pp. 43–48 in Biodiversity and coarse woody debris in southern forests, proceedings of the workshop on coarse woody debris in southern forests: effects on biodiversity (J. W. McMinn and D. A. Crossley, Jr., eds.). United States Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report SE-94:1–146.

### **e. Theses or Dissertations**

STEWART, P. D. 1997. The social behaviour of the European badger, *Meles meles*. Ph.D. dissertation, University of Oxford, Oxford, United Kingdom.

**Submitted manuscripts or unpublished data cannot be cited in the manuscript or listed in the Literature Cited.**

### **Possible Cover Art**

Authors who have illustrations of mammals that are particularly attractive or interesting may suggest these be used on the cover of the *Journal of Mammalogy* in which the paper will appear.

Submit possible cover images to the Journal Editor.

## **2. COMMON PROBLEMS WITH MANUSCRIPTS**

Title Page –

- Contact information for corresponding author should be complete.
- Effective 2010, only the first letter of major words in the title should be capitalized (not in CAPS).
- Institutional affiliations should be in *italics*.
- Authors' names should not be superscripted; initials should be placed after the author affiliation (in CAPS, italicized, and in parentheses).
- Key words should be listed in alphabetical order.

Manuscript Text –

- In-text literature citations in strings should be listed in alphabetical order by first authors' names, and multiple dates for the same author(s) are separated by commas (e.g., Blake 2002; Heske et al. 2004, 2006; Leslie 1898).
- All text should be left-justified except for section headings, which should follow the guidelines in Preparation of Manuscripts.

Materials and Methods and Results –

- Statistical and other quantitative procedures used should be mentioned and/or described and justified (with citations and mention of statistical software used) routinely in Materials and Methods rather than mentioning them for the first time in Results when the outcomes are reported. For example, mention of the use of 2-way ANOVAs to assess the effects of

sex and season should be made in Materials and Methods, and only outcomes of those analyses -  $F$  (with *d.f.* as subscripts) and  $P$  values - in the Results.

- All details of statistical outcomes reported should be provided, **and degrees of freedom must be reported as subscripts of test statistics**. For example, for an ANOVA,  $F$ , *d.f.* (as subscripts of  $F$ ), and the  $P$  value should be reported, not just the  $P$  value or  $F$  and  $P$  value. Degrees of freedom are important for two reasons: in a) revealing the possibility of pseudoreplication, and b) confirming (or questioning) statistical significance of an outcome. Be sure to report both numerator and denominator *d.f.* (in that order) for  $F$  tests. Abbreviation style for statistics should follow that in a recent issue of *JM*.

Literature Cited –

- Check carefully that all references cited in the manuscript are included in the list of Literature Cited, and that there are no entries in the Literature Cited that are not cited in the text or legends.
- Authors' names should be written in SMALL CAPS, including the word “AND”. Use “ET AL.” for references with 7 or more authors.
- Spell out the names of journals completely.
- When the 1st-author name is the same for consecutive references, be sure that references are listed in alphabetical order by 2nd, 3rd, 4th, etc. authors' surnames (this is especially a problem when letters are added after dates in references published in the same year)
- Pay close attention to proper formatting for references that are chapters in books [e.g., Pp....in ..... (D. E. Wilson and D. M. Reeder, eds.)] and for references that are technical reports, symposia papers, etc.. Provide city and state or city and country for publishers of books.
- Do not cite or list manuscripts that are submitted but not published or in press.

Tables and Figures –

- Be sure that ALL tabular material is in Times New Roman 12-point font and is DOUBLE SPACED.
- Be sure that all figures are legible and will be clearly readable when reduced.

---

### 3. ONLINE SUBMISSION INSTRUCTIONS

Manuscripts must be submitted online via AllenTrack at <http://jmamm.allentrack.net>. Direct concerns and questions to the Journal Editor. Authors are informed by e-mail of receipt of their manuscripts and can track them on AllenTrack. Authors who cannot submit copies electronically should contact the Journal Editor.

The manuscript submission process is broken into a series of 5 screens that gather detailed information about your manuscript and allow you to upload the pertinent files. The sequence of screens is as follows:

- A long form asking for author information, title, abstract, and number of files.
- A screen asking for the actual file locations on your computer (via an open file dialog). After completing this screen, your files will be uploaded to our server.
- A screen requesting the order of files in the system-generated merged PDF.
- A completion screen that will provide you with a specific manuscript number for your manuscript.
- An approval screen that will allow you to verify that your manuscript was uploaded and converted correctly. You are allowed to replace and delete files, as well as withdraw the manuscript, on this page.

Buddy System: All manuscripts must be in English. If English is not your primary language, you may request a 'buddy' who will volunteer their time to assist you. To be put in contact with a 'buddy' please contact the Journal Editor.

Before submitting a manuscript, please gather the following information:

- All Authors  
First Names, Middle Names or Initials, Last Names  
Institutions  
Departments  
Phone and Fax Numbers  
Street Addresses  
E-mail Addresses
- Title (<15 words) and Running Title (<40 characters, including spaces; you may copy and paste these from your manuscript)
- Abstract (<5% of length of the text; you may copy and paste this from your manuscript)
- Key words, <10 words, alphabetized
- Manuscript files in Word, WordPerfect, or Text formats (.doc, .docx, or .txt)
- Figures in TIF, EPS, PDF, JPG, PPT, or PPTX formats (.tif, .eps, .pdf, .jpg, .ppt, or .pptx)
- Tables in XLS, XLSX, DOC, or DOCX formats (.xls, .xlsx, .doc, or .docx)
- Tables may be included in word-processing document after text and figure legends instead of being uploaded separately (except for final accepted version of manuscript)
- Cover Letter (if you wish to include one)
- Names and email addresses of 2-3 independent potential reviewers who could give a fair, objective assessment of your manuscript

### **Starting**

The manuscript submission process starts by pressing the "Submit Manuscript" link on your "Home" page. Please make sure you have gathered all the required manuscript information listed above BEFORE starting the submission process.

### **After Submission**

After the manuscript is submitted, you will be asked to select the order of files for the merged PDF file that the system will create for you. Next, you will be directed to a page that will allow you to review your converted manuscript. If the conversion is not correct, you can replace or delete your manuscript files as necessary. You may also add additional files at this time. After you have reviewed the converted files, you will need to click on "Approve Converted Files." This link will have a **red arrow** next to it. Throughout the system, **red arrows** reflect pending action items that you should address.

### **Getting Help**

If you need additional help, you can click on the 'help' signs spread throughout the system. A help dialog will pop up with context-sensitive help.

### **Manuscript Status**

After you approve your manuscript, you are finished with the submission process. You can access the status of your manuscript at any time by:

- Logging into the system with your password
- Clicking on the link for your manuscript tracking number and abbreviated title
- Clicking on the "Check Status" link at the bottom of the displayed page

This procedure will display detailed tracking information about where your manuscript is in the submission, peer-review process.

### **PUBLICATION CHARGES**

Page charges.— Articles in *JM* and *MS* are subject to a charge of \$80.00/printed page. As a benefit of membership, authors who are members of ASM at the time of submission are eligible for a reduction or waiver of page charges (at least one author must be a member). If resources are available, members are strongly encouraged to pay full or partial page charges, but nonmembers must pay \$80.00/printed page.

Open access.—The *Journal of Mammalogy* is available in electronic and print forms. Authors who are members of ASM may pay \$1,200 to have their article Open Access at ASM Online Journals ([www.asmjournals.org](http://www.asmjournals.org)) and BioOne ([www.bioone.org](http://www.bioone.org)). Nonmembers will pay \$1,500.00. Authors who opt for this option do not have to pay regular page charges.

Color charges.—Color figures cost \$1,000.00 each (in addition to regular page charges), which must be paid in full before a paper can be scheduled for publication. Authors have the option of having figures printed in black/white but produced in color online. If an author selects this option, he/she will be charged \$75 per figure.

Fast track new species articles.—Authors may opt to have articles naming new species or other new taxa placed on a fast track, which means that the article will take approximately 2 months from submission to publication. Authors interested in having their new species article fast-tracked must pay a mandatory fee of \$1,400.00. Details on this fast track option can be found in author instructions on the manuscript submission website, <http://jmamm.allentrack.net>.

### **PROOFS AND REPRINTS**

Proofs must be corrected upon receipt, signed, and returned to the Managing Editor, Emily Mueller: Allen Press Inc., 810 East 10th Street, Lawrence, KS 66044-0368, USA (+1 785-843-1235 ext. 129, FAX -1244, [emueller@allenpress.com](mailto:emueller@allenpress.com)). Authors will be billed \$5.00/revision for changes in proofs (but not for corrections that occurred in production).

Reprints can be ordered via a link sent to the corresponding author at the time of publication. Send correspondence about proofs to the Managing Editor ([emueller@allenpress.com](mailto:emueller@allenpress.com))