



Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de
Ambientes Aquáticos Continentais



**Biologia reprodutiva, crescimento corporal e
parâmetros demográficos de *Cavia magna*
(Rodentia: Caviidae) em uma ilha estuarina do
extremo sul do Brasil**

Janaíse Mesquita Bueno

Orientadora: Adriana Gava

Rio Grande, 2015.



Universidade Federal do Rio Grande
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-graduação em Biologia de Ambientes
Aquáticos Continentais



**Biologia reprodutiva, crescimento corporal e parâmetros demográficos de
Cavia magna em uma ilha estuarina do extremo sul do Brasil**

Aluna: Janaíse Mesquita Bueno

Orientadora: Adriana Gava

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais.

Rio Grande
2015

Dedico este trabalho aos meus pais

Agradecimentos

A “Deus”, no qual acredito e confio.

Aos meus pais pelo incentivo em todas as horas e por acreditarem em mim sempre!

Ao meu irmão, Aislan pelo companheirismo e pela ajuda desde o início nessa caminhada, valeu!!

Ao meu namorado João Carlos, neste momento quase marido, pela compreensão em todos os momentos de angústia, pelo auxílio, por todo o amor e dedicação... Te amo muito!!

Ao tio meu tio Orlandi, pelas caronas e pelos almoços em sua casa, para que eu me alimentasse melhor, obrigada!!

À professora Adriana Gava pela orientação.

À Grazi, pelo apoio nos dias até tarde no Laboratório, a Keli da portaria pelas conversas no intervalo, e também pelas palavras de incentivo.

À FURG e ao PPG BAC pela possibilidade de desenvolver este trabalho.

À Fundação de Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que torceram para que tudo desse certo, e que enviaram energias positivas, muito obrigada!!!

Resumo

A teoria da história de vida tem como objetivo compreender os fatores que produzem variações na taxa de sobrevivência, tamanho no nascimento, idade de maturação, sazonalidade na reprodução, longevidade, razão sexual da prole. O gênero *Cavia pallas* 1776 apresenta a maior distribuição dentro da subfamília Cavinae, sendo composto por seis espécies, dentre elas *Cavia magna*, a qual habita regiões de restinga próximas a estuários ou lagos do norte do Uruguai ao sul do Brasil. Durante esse trabalho avaliamos os padrões da história de vida de uma população de *Cavia magna* da Ilha dos Marinheiros, RS, Brasil, devido ao fato de se tratar de uma espécie com baixa taxa reprodutiva, distribuição geográfica restrita, e estar exposta a alta pressão de predação. Para isso foi realizado um programa de captura-marcação-recaptura, durante 13 meses no qual foram capturados 129 animais, sendo 63 fêmeas e 66 machos. As longevidades máximas registradas, foram 233 dias para uma fêmea e 321 dias para um macho. Foram encontradas 13 fêmeas grávidas ou lactantes, dentre elas 9 estavam grávidas, sendo que 6 estavam prenhas de 2 filhotes e 3 estavam prenhas de 1 filhote apenas. Vários parâmetros foram testados, para estimar a taxa de sobrevivência e captura, utilizamos o programa Mark, o método jackknife um modelo probabilístico, que permite heterogeneidade individual nas taxas de captura também foi utilizado. Não houve diferenças significativas no número de machos e fêmeas, a razão sexual foi 1:1. Em relação a estrutura etária, a população foi composta por adultos (82%) e a densidade populacional foi de 30 animais por hectare.

Palavras-chave: Caviidae, caviomorfos, história de vida, roedor.

Abstract

The theory of life history aims at understanding the factors that produce variations in survival rate, size at birth, age at maturity, seasonality in reproduction, longevity, sex ratio of offspring. The genus *Cavia* Pallas in 1776 has the highest distribution within the Cavinae subfamily, consisting of six species, among them *Cavia magna*, which inhabits regions of sandbank near estuaries or northern lakes of Uruguay to the south of Brazil. During this work we evaluated the patterns of life history of a population of *Cavia magna* Island of the Sailors, RS, Brazil, due to the fact it is a species with low reproductive rates, restricted range, and be exposed to high pressure predation. For this we performed a capture-mark-recapture program for 13 months in which they were caught 129 animals, 63 females and 66 males. The recorded maximum life spans, were 233 days for a female and 321 days for a male. We found 13 pregnant females or nursing, among which 9 were pregnant, and 6 were pregnant 2 and 3 cubs were pregnant only 1 puppy. Various parameters were tested to estimate the rate of survival and capture used Mark program, the method jackknife a probabilistic model that allows individual heterogeneity in capture rates was also used. There were no significant differences in the number of males and females, the sex ratio was 1: 1. Regarding the age structure, the population consisted of adults (82%) and the population density was 30 animals per hectare.

Key-words: Caviidae, caviomorph, life-history, rodent.

Sumário

Introdução Geral	p11
Referências Bibliográficas	p16

Capítulo 1

Título.....	p 20
Abstract.....	p 21
Introdução	p 24
Material e Métodos	p 24
Resultados	p 27
Discussão	p 29
Agradecimentos	p31
Referências	p34
Anexos.....	p 35

Capítulo 2

Título.....	p 44
Abstract.....	p 45
Introdução	p 47
Material e Métodos	p 50
Resultados	p 56
Discussão	p 57
Agradecimentos	p 61
Referências	p 63
Anexos.....	p 66

Lista de figuras

Capítulo 1

Fig 01: Frequência de capturas de indivíduos *C. magna* na Ilha dos Marinheiros, RS, Brasil no período de dezembro de 2011 ao mesmo mês do ano de 2012.....p 36

Fig 02: Proporção de fêmeas de *C. magna* grávidas e lactantes em cada estação do ano, na Ilha dos Marinheiros, RS, Brasil entre dezembro de 2011 ao mesmo mês de 2012..... p 36

Fig 03: Localização da Ilha dos Marinheiros no Estuário da Lagoa dos Patos, sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil e do sítio experimental. Em detalhe pode se observar a distribuição das armadilhas (●), entre Dezembro de 2011 e o mesmo mês de 2012.....p 26

Capítulo 2

Fig 01: Localização da Ilha dos Marinheiros no Estuário da Lagoa dos Patos, sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil e do sítio experimental. Em detalhe pode se observar a distribuição das armadilhas (●), entre Dezembro de 2011 e o mesmo mês de 2012.....p 49

Fig 02: Taxas de sobrevivência mensais constantes e diferentes entre os grupos e probabilidades sazonais de capturas de fêmeas e machos de *C. magna* da Ilha dos Marinheiros como estimadas segundo o modelo $\phi_{g,t}$; $p_{g,t}$, juntamente com os erros padrões.....p.66

Fig 03: Estrutura etária de *Cavia magna* de uma ilha estuarina do extremo sul do Brasil entre Dezembro de 2011 e Dezembro de 2012. As classes consideradas foram “Jovens” (≤ 400 g), “Sub-adultos” (401-499 g) e “Adultos” (≥ 500 g).p 68

Fig 04: Parâmetros demográficos de *Cavia magna* de uma ilha estuarina do extremo sul do Brasil entre Dezembro de 2011 e Dezembro de 2012 e a sua relação com os tamanhos populacionais estimados.p 70

Fig 05: Temperatura média mensal e precipitação total registrada entre Dezembro de 2011 e o mesmo mês do ano seguinte em Rio Grande e recrutamento estimado para *Cavia magna* da Ilha Marinheiros, estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil.....p.70

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Tab 01: Indivíduos de *Cavia magna* da Ilha dos Marinheiros, extremo sul do Brasil, capturados como imaturos (fêmeas nn e machos nt) e suas respectivas massas corporais (MC). ID = número de identificação individual. As abreviações indicando as condições reprodutivas são as seguintes: nn= mamas não desenvolvidas; dn=mamas desenvolvidas; e nt=testículos não escrotados.....p 36

Tab 02: Fêmeas grávidas ou lactantes de *Cavia magna* capturadas, ao longo das estações (Dezembro de 2011 até o mesmo mês de 2012), na Ilha Estuarina Marinheiros, extremo Sul do Brasil.....p 38

Capítulo 2

Tab 01: Resumo das estatísticas de seleção do modelo para a sobrevivência (ϕ) e a captura (ρ) de *Cavia magna* de uma ilha estuarina do extremo sul do Brasil, de Dezembro de 2011 ao mesmo mês de 2012, específicos para estação. As variáveis consideradas foram estação ((es) verão, outono, inverno e primavera) e grupo ((g) sexo). O ponto (.) ao lado dos parâmetros indicam independência de tempo. Encontram-se relatados o número de parâmetros estimados (K), os desvios ajustados (QDes), o critério de informação de Akaike ajustado (quasi-probabilidade) e para amostragens pequenas (QAICc), a diferença entre o menor valor QAICc (com a maior probabilidade e mais parcimonioso) e o valor do modelo em consideração (Δ QAICc) e os pesos Akaike para cada modelo (w_i).....p 65

Tab 02: O número de animais marcados (n_i) categorizados por sexo e a razão sexual estimada usando-se o Número Mínimo de Animais Conhecidos Vivos (MNKA) de *Cavia magna* da Ilha dos Marinheiros, uma ilha estuarina do Sul do Brasil, de Dezembro de 1011 até o mesmo mês de 2012.p 67

Tab 03: Parâmetros populacionais estimados para *Cavia magna* da Ilha Marinheiros, do Sul do Brasil, de Dezembro de 2011 ao mesmo mês de 2012. Tamanho populacional estimado N_i e o intervalo de confiança 95 % inferior à média (CI) e o superior para cada mês (i). Estão relatados também a taxa de sobrevivência mensal ($\phi_{i, i+1}$), recrutamento ($B_{i, i+1}$) e mortalidade ($D_{i, i+1}$). Valores abaixo são as médias (\bar{X}), os desvios padrões (SD) e os coeficientes de variação (CV).....p 69

Introdução Geral

O mundo natural é composto por uma variedade de organismos, os quais apresentam diversidade nos seus aspectos de história de vida. Plantas e animais, por exemplo, mostram diferenças nas seguintes taxas: idade de maturação, tamanho no nascimento, taxa de sobrevivência. Tais diferenças ocorrem tanto em nível intra como interespecífico (Roff, 1992). A Teoria da História de Vida visa à compreensão dos fatores que produzem estas variações (Roff, 2007). Essa teoria procura explicar de que forma a seleção natural e outras forças evolutivas agem sobre os organismos para otimizar sua reprodução e sobrevivência frente as variações ecológicas presentes no ambiente (Stearns, 1992; Roff, 1992; Stearns, 2000).

Estudar a história de vida dos organismos é importante para que possamos entender e identificar a ligação existente entre a diversidade de organismos e seu ciclo de vida (Punzo, 2010). Para isso é preciso avaliar os meios que os organismos utilizam para nascer, reproduzir, crescer e morrer, isto é, analisar os principais traços de história de vida utilizados em estudos, tamanho no nascimento, padrão de crescimento, idade da maturidade, idade específica da fecundidade, taxa de sobrevivência, razão sexual da prole, tempo de dispersão, sazonalidade na reprodução e longevidade (Caswell, 1989; Ricklefs, 1990; Partridge e Sibly, 1991; Stearns, 1992; Honek, 1993; Hutchings, 1993; Zonneveld, 1996).

Alguns autores afirmam que uma análise mais detalhada da evolução da história de vida deve incluir aspectos ontogenéticos, ecológicos e comportamentais (Hamilton, Partridge e Harvey, apud Punzo, 2010). A análise da história de vida também é importante para entender como a variação genética se expressa em conjunto com a seleção natural, condições genóticas e fenotípicas são necessárias para que a seleção aconteça, e a variabilidade hereditária para uma determinada característica vai determinar a extensão em que a seleção vai agir (Punzo, 2010).

A diversidade na história de vida que os mamíferos apresentam levou ao desenvolvimento de várias teorias, no entanto concluiu-se que os padrões de história de vida variam sistematicamente quando os efeitos do tamanho corporal são removidos. Espécies com idades tardias para a primeira reprodução também terão baixas taxas de mortalidade juvenil e adulta, pequenas ninhadas, desmame tardio, essa correlação

independente do tamanho entre as variáveis de história de vida levou ao conceito de fast slow continuum (Bielby *et al.* 2007).

Esse conceito diz que as diferenças entre os taxas evoluem através de adaptação aos fatores ambientais, como por exemplo, taxa de mortalidade. O conceito de fast slow continuum tem sido utilizado em vários estudos comparativos de história de vida em mamíferos (Saether e Gordon, 1994; Purvis, 1995; Symonds, 1999; Fisher *et al.* 2001; Jones e MacLarnon, 2001; Isaac *et al.* 2005), além disso também desempenhou um importante papel no desenvolvimento de teorias que explicam a variação de história de vida (Charnov, 1993; Kozłowski e Weiner, 1997; Ricklefs e Wikelski, 2002, apud Bielby, 2007).

Hystricognathi consiste em um agrupamento proposto por Tullberg (1889) em que os Rodentia foram divididos em dois grupos: Hystricognathi e Sciurognathi. Os Hystricognathi apresentam processo angular que se dirige lateralmente e se origina na borda externa do dentário. Estudos moleculares reconheceram três grupos monofiléticos: Phiomorpha, Hystricidae e Caviomorpha (Huchon e Douzery, 2001).

A semelhança entre os indivíduos desses três grupos fez surgir duas hipóteses principais de origem e biogeografia dos Caviomorpha: origem a partir de formas norte-americanas ou africanas. De acordo com a hipótese de origem norte-americana, os Caviomorpha surgiram no Paleoceno da América do Norte, representados pelos Franimorpha. Os Caviomorpha seriam derivados de uma linhagem desse grupo que chegou a América do Sul durante o Eoceno. Wood descreveu fósseis de roedores do Eoceno do Texas que apresentaram padrão histricognato, esses materiais foram interpretados como evidência da origem dos caviomorfos a partir de formas norte-americanas como *Prolapsus*. Porém, de acordo com Reig, 1981, o material descrito por Wood é muito segmentado, além disso, existe a possibilidade de convergência evolutiva.

A hipótese de origem africana sugere que um grupo de histricognatos africanos teria atravessado o Oceano Atlântico através de balsas flutuantes durante o Paleogeno, originando os Caviomorpha. Essa hipótese passou a ter mais evidências com o desenvolvimento da Teoria da Deriva Continental, a partir de 1960 (Lavocat, 1969), onde a América do Sul e a África estariam mais próximas do que mostra a atual configuração dos continentes. A colonização via África é aceitável no sentido de que

apesar dos continentes já estarem totalmente separados no Eoceno, as paleocorrentes vindas da África, e a presença de ilhas de extensão considerável poderiam ter propiciado a travessia (Oliveira *et al.* 2009). Essa hipótese parece ser a mais aceitável, tendo em vista que a similaridade entre roedores sul- americanos e africanos tem sido corroborada por características anatômicas, análise da microestrutura do esmalte dentário (Martin, 1994), filogenias moleculares (Huchon e Douzery, 2001).

Roedores caviomorfos produzem poucos filhotes em um longo período de gestação, entretanto a maturação ocorre precocemente. Essa combinação de padrões de história de vida sugere baixos níveis de mortalidade juvenil e níveis altos de mortalidade adulta, portanto uma baixa proporção de mortalidade de juvenis e adultos comparada com outras espécies de pequenos mamíferos (Kraus, 2005).

A espécie de preá *Cavia magna* Ximenez 1980 é encontrada em regiões de restinga, próximas a estuários ou lagos do Norte do Uruguai ao Sul do Brasil. De acordo com Ximenez 1980, se distribuem ao longo da orla costeira, sobre formações vegetais litorâneas, baías, estuários, com forte adaptação a vida semiaquática. Segundo registros, a espécie divergiu no Mioceno após a última grande mudança tectônica, climática e vegetativa da América do Sul (Flynn e Wyss, 1998) e evoluiu ocupando um nicho de regiões pantanosas, mantendo sua distribuição restrita (Dunnum e Salazar- Bravo, 2010).

Os membros posteriores apresentam três almofadas subdigitais e também membrana interdigital (Cherem *et al.*, 1999). A pelagem da região ventral de *C. magna* é amarela clara e a pelagem dorsal é formada por pelos negros e laranjas, sendo de cor mais escura na parte superior da cabeça (Ximenez, 1980). Seu peso varia de 650 a 850 gramas e também ocorre dimorfismo sexual. A reprodução ocorre durante todo o ano, mas podem acontecer picos reprodutivos na primavera e no verão (Kraus, 2003). Sua gestação deve durar por volta de sessenta dias (Rood e Weir, 1970; Rood, 1972; Kraus *et al.* 2005b), sendo gerados apenas um a dois filhotes por vez, que nascem com os olhos abertos, com o corpo coberto de pêlos e após uma hora, já podem correr (Ximenez, 1980; Kraus *et al.* 2005b).

Os filhotes podem nascer com 18% do tamanho dos pais, o que faz com que sejam considerados o exemplo de precocidade mais extremo entre os pequenos mamíferos (Kraus *et al.* 2005b). Segundo Kraus *et al.* 2005b, *C. magna* atinge maturidade com um

mês de vida e aproximadamente 50% da média do peso adulto. Esse ciclo parece estar relacionado com a baixa mortalidade infantil e alta mortalidade de adultos (Kraus *et al.* 2005a). O sistema de acasalamento é do tipo poliginiândrico (Santos, 2013), que ocorre quando as fêmeas acasalam com diferentes machos durante várias estações reprodutivas (Clutton-Brock, 1989), nesse tipo de acasalamento, as interações agonísticas dos machos são menos frequentes quando comparadas com outros sistemas (Sachser *et al.* 1999) e o sistema social é colonial, sem vínculos sociais estáveis (Kraus *et al.* 2003).

De acordo com Veiga, 2013 a dieta de *C. magna* é composta por espécies de *Poaceae*, *Hipoxidaceae* e *Juncaceae*. Em seu trabalho, realizado na Ilha dos Marinheiros, o qual tinha o objetivo de analisar a preferência alimentar da espécie, a área de estudo foi dividida em duas seções: Norte e Sul, na seção Sul, durante os quatro períodos amostrados (verão, outono, inverno e primavera), sua dieta foi constituída de *Paspalum urvillei* e na seção Norte, durante três períodos amostrados (verão, outono e primavera), a dieta consistiu em *Hypoxis decumbens* e no inverno de *Juncus acutus*.

C. magna é considerada um herbívoro monogástrico, por apresentar um estômago simples, com pequena capacidade de armazenamento (Engelhardt, 1995) e coprofágico, pois os mesmos ingerem suas excretas com a finalidade de obter maior abundância nutricional dos vegetais por ele ingeridos (Sakaguchi e Nabata, 1992). Possui baixa expectativa de vida em ambientes naturais, de acordo com Kraus *et al.* 2005a é de 2,4 a 16 meses com uma alta taxa de mortalidade de adultos, atribuída a elevada predação, principalmente por mamíferos.

A espécie em questão apresenta status de conservação pouco preocupante (IUCN, 2014), entretanto apresenta baixa taxa reprodutiva, restrita distribuição geográfica, e está exposta a alta pressão de predação. Devido à instabilidade dos ambientes naturais em que ocorrem, e ainda a crescente atividade antrópica, se faz necessário o conhecimento dos padrões de história de vida de *C. magna* com a finalidade de desenvolver futuras medidas de conservação da espécie. Além disso, a preservação se faz importante devido ao fato de pequenos mamíferos representarem o maior conjunto de espécies ocupando os mais variados ambientes e sua perturbação pode afetar a dinâmica de comunidades inteiras. Como consequência, efeitos em pequenos mamíferos podem causar efeitos em cascata através dos habitats em que vivem.

Cavia magna se distribui ao longo da orla costeira, sobre formação vegetal litorânea, baías e estuários, com grande adaptação a vida semiaquática (Ximenez, 1980). Sendo assim, fica evidente que para preservar essa espécie, é preciso que se realize também a preservação destas áreas, visto que esses ambientes oferecem alimento e habitat para uma grande variedade de organismos, os quais têm um importante papel na cadeia alimentar do oceano (Miranda *et al.* 2002).

Referências Bibliográficas

- Bielby, J., Mace, M.G., Bininda-Emonds, P.O.R., Cardillo, M., Gittleman, L.J., Jones, E.K., Orme, L.C.D., Purvis, A. (2007) The Fast-Slow Continuum in Mammalian Life History: An Empirical Reevaluation. *The American Naturalist* 169.
- Caswell H. (1989) Life history strategies. In: Cherrett JM (ed) *Ecological concepts*. Blackwell Oxford. 285-308.
- Cherem, J., Olimpio, J. e Ximenez, A. (1999) Descrição de uma nova espécie do gênero *Cavia* Pallas, 1776 (Mammalia-Caviidae) das Ilhas Moleques do Sul, Santa Catarina, Sul do Brasil. *Biotemas*, 12(1):95-117.
- Clutton-Brock, T.H. (1989) Mammalian mating systems. *Proceedings of the Royal Society B* 236: 339-372.
- Dunnum, J.L., Salazar-Bravo, J. (2010) Molecular systematics, taxonomy and biogeography of the genus *Cavia* (Rodentia: Caviidae) *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 48 (4): 376-388.
- Eisenberg, N., Miller, P. A., Schaller, M., Fabes, R. A., Fultz, J., Shell, R., & Shea, c. L. (1989). The role of sympathy and altruistic personality traits in helping: A reexamination. *Journal of Personality*, 57, 41–67.
- Engelhardt, W. (1995) Absorption of short-chain fatty acids from the large intestine. In: Cummings, J.H., Rombeau, J.L., Sakata, T. (Eds), *Physiological and Clinical Aspects of Short-Chain Fatty Acids*. Cambridge University Press, Cambridge 149-170.
- Flynn, J.J., Wyss, A.R. (1998) Recent advances in South American mammalian paleontology. *Trends in Ecology and Evolution* 13(11) 449-454.
- Honek A. (1993) Intraspecific variation in body size and fecundity in insects - a general relationship *Oikos* 66:483-492.
- Huchon, D; Douzery, E. J. (2001) From the Old World to the New World: A Molecular Chronicle of the Phylogeny and Evolution, *Orlando* v:20, 238-251.
- Hutchings, J.A. (1993) Adaptive life histories effected by age-specific survival and growth rate. *Ecology* 74:673-684.
- IUCN- www.iucnredlist.org.br. Acesso em 07 de janeiro de 2015.
- Kraus, C., Kunkele, J., Trillmich, F. (2003) Spacing behavior and its implications for the mating system of a precocial small mammal: an almost asocial cavy *Cavia magna*. *Animal Behaviour* 66: 225-238.

- Kraus, C., Thomson, L., Kunkele, J., Trillmich, F. (2005) Living slow and dying young? Life-history strategy and age-specific survival rates in a precocials small mammal. *Journal of Animal Ecology*. 74: 171-180.
- Lavocat, R. (1969) La systematic des rongeurs hystricomorphes et la dérive des continents. *Comptes Rendus de la Academie des Sciences de Paris, Série D, Paris* v.269, 1496-1497.
- Martin, T. (1994) African origin of caviomorph rodents is indicated by incisor enamel microstructure. *Paleobiology*, New York, v20, 5-13.
- Miranda, L.B.; Castro, B.M.; Kjerfve, B. (2002) *Princípios de oceanografia física de estuários*. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo.
- Oliveira, E.V.; Kerber, L. (2009) Paleontologia e Aspectos Geológicos das sucessões do final do neógeno no sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Journal of Geoscience, São Leopoldo*. V5 21-34.
- Partridge, L., Sibly, R. (1991) Constraints in the evolution of life histories. *Philos Trans R Soc Lond Ser B* 332:3-13.
- Punzo, F. (2010) *Desert arthropods: Life History Variations*. Springer. 230p.
- Reig, O. (1981) *Teoria del origen y desarrollo de la fauna de mamíferos de America del Sur*. Monografía Naturae, Museu Municipal de Ciencias Naturales "Lorenzo Scaglia, Buenos Aires, v1 1-161.
- Ricklefs R. E. (1990) *Ecology*. 3rd edn. Freeman, New York.
- Roff, A.D. (1992) *The evolution of life histories -Theory and Analysis*. Sciences e Business 565p.
- Roff, A.D (2007) Contributions of genomics to life-history theory. *Nature Reviews Genetics* 116-125.
- Rood, J.P., Weir, B.J. (1970) Reproduction in female wild guinea-pigs. *Journal of Reproduction e Fertility* 23: 393-409.
- Rood, J. P. (1972) Ecological and behavioral comparisons of three genera of Argentine cavies. *Animal Behaviour Monographs* 5: 1-83.
- Sachser, N., Schwarz-Weigh, K., Epplen, J.T (1999) Behavioural strategies, testis size and reproductive success in two caviomorph rodents with different mating systems. *Behaviour* 136: 1203-1217.

- Sakaguchi, E., Nabata, A. (1992) Comparison of fibre digestion and digesta retention time between nutrias (*Myocaster coypus*) and guinea-pigs (*Cavia porcellus*). *Comparative Biochemistry Physiology* 3: 601-604.
- Santos, E. (2013) Comportamento e organização social do preá *Cavia magna* (Rodentia: Caviidae). Tese de Mestrado. Instituto de Psicologia. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Stearns, C. S. (1992) *The evolution of life histories*. Oxford: Oxford University Press.
- Stearns, C. S. (2000) Life history evolution: successes, limitations and prospects. *Naturwissenschaften*. 87: 476-486.
- Tullberg, T. (1889) *Über das System der Nagethiere, eine phylogenetische Studie*. Upsala: Druck der Akademischen Buchdruckerei. 1-514.
- Veiga, R.K., (2013) Preferência Alimentar do Preá (*Cavia magna* Ximenez 1980), em uma Ilha Subtropical no Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, FURG.
- Ximenez, A., (1980) Notas sobre el género *Cavia* Pallas com La descripción de *Cavia magna* SP. N. (Mammalia:Caviidae). *Revista Nordestina de Biologia*. 3 145-179.
- Zonneveld, C. (1996) Being big or emerging early? Polyandry and the trade-off between size and emergence in male butterflies. *The American Naturalist* 147:946-965.

Capítulo 1

Reprodução e crescimento de *Cavia magna* (Rodentia-Caviidae) em uma ilha estuarina no sul do Brasil.

Manuscrito a ser submetido à revista Anais da Academia Brasileira de Ciências.

Reprodução e crescimento de *Cavia magna* (Rodentia-Caviidae) em uma ilha estuarina no sul do Brasil.

¹ Janaíse Mesquita Bueno, ² Marcelo Silveira Konrath, ³ Adriana Gava.

¹ ICB-Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Federal de Rio Grande, FURG, Rio Grande, Brasil.

² ICB-Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Federal de Rio Grande, FURG, Rio Grande, Brasil.

³ ICB-Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Federal de Rio Grande, FURG, Rio Grande, Brasil.

Palavras –chave: Caviidae, caviomorfos, história de vida, roedor.

Título Abreviado: Obs. On reproduction and growth of *C. magna*.

Biodiversidade

Endereço para correspondência: Adriana Gava.

ICB- Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais

Universidade Federal de Rio Grande, FURG

Av. Itália, Km 8- Campus Carreiros

96.203.900 Rio Grande, RS, Brasil.

Email: adriana.gava@gmail.com

Abstract

The theory of life history aims at understanding the factors that produce variations in survival rate, size at birth, age at maturity, seasonality in reproduction, longevity, sex ratio of offspring. The genus *Cavia* Pallas in 1776 has the highest distribution within the Cavinae subfamily, consisting of six species, among them *Cavia magna*, which inhabits regions of sandbank near estuaries or northern lakes of Uruguay to the south of Brazil. During this work we evaluated the patterns of life history of a population of *Cavia magna* Island of the Sailors, RS, Brazil, due to the fact it is a species with low reproductive rates, restricted range, and be exposed to high pressure predation. For this we performed a capture-mark-recapture program for 13 months in which they were caught 129 animals, 63 females and 66 males. The recorded maximum life spans, were 233 days for a female and 321 days for a male. We found 13 pregnant females or nursing, among which 9 were pregnant, and 6 were pregnant 2 and 3 cubs were pregnant only 1 puppy. The study population showed similar patterns of development to those already found in other studies conducted with populations of the same species.

Key-words: Caviidae, caviomorph, life-history, rodent

Introdução

A reprodução e o crescimento são aspectos críticos da história de vida das espécies, e juntos, são os principais componentes do fitness individual (Sacchi 2012). Entre as populações naturais há um balanço entre produzir uma grande quantidade de filhotes com pouco desenvolvimento, ou investir na produção de uma prole com poucos indivíduos, mas bem desenvolvidos (Sacchi 2012, Kraus *et al.* 2005). Essa dicotomia altricial-precocial sugere que um táxon ancestral mudou a estratégia de desenvolvimento durante sua evolução (Derrickson 1992; Kraus *et al.* 2005). O custo que os mamíferos produtores de prole precoce pagam é uma baixa taxa de seu crescimento natural (Hennemann 1984). Segundo Kraus *et al.* (2005), os roedores caviomorfos neotropicais provêm um exemplo de como a estratégia da produção de prole precoce atinge sucesso apesar da baixa taxa de crescimento.

Os roedores pertencentes à Caviidae são autóctones do continente Sul Americano e representam um grupo bastante característico da região. *Cavia*, ao contrário de grande parte dos pequenos mamíferos, sob condições favoráveis, são capazes de produzir apenas 10 filhotes por ano (*Cavia aperea*), enquanto outros roedores como o *Rattus norvegicus*, uma espécie com estratégia altricial, pode produzir cerca de 10 vezes mais filhotes por ano do que os preás (Rood 1972, Bilenca *et al.* 1995). Os preás investem muito na produção de sua prole, dando origem a poucos indivíduos bem desenvolvidos, considerados miniaturas de adultos (Kraus *et al.* 2005). Depois de um grande período de gestação (ca. 60 dias), as cavias dão origem a cerca de 1-3 filhotes com massa que varia entre 54 e 76 gramas. De acordo com Kunkele e Trillmich (1997) os recém-nascidos são totalmente peludos, móveis, com os olhos abertos e capazes de se alimentar de comida sólida já no primeiro dia de vida. Apesar

de sua baixa taxa reprodutiva, as populações de cavia podem chegar a densidades elevadas (Bilenca *et al.* 1995; Rood 1972).

Cavia magna, alvo desse estudo, é um roedor Histricomorfo que habita o Sul do Brasil e Uruguai, desde o Arroio Seuce del Peñón no departamento de Rocha, Uruguai, estendendo-se pelo litoral brasileiro até o a localidade de Criciúma no estado de Santa Catarina (Ximenez 1980). Habita sempre os arredores da orla costeira, com formações vegetais litorâneas, dunas na zona de restinga, estuários, periferia de lagoas, com forte adaptação a vida semi-aquática (Ximenez 1980). Em aspectos morfológicos a maior diferença entre as demais espécies do gênero é o anel de pelos brancos ao redor dos olhos (Oliveira *et al.* 2006), a presença de membrana interdigital, e as três almofadas subdigitais na pata posterior. Essas duas últimas características também compartilhadas com *Cavia intermedia* (Cherem *et al.* 1999). De acordo com vários autores os machos de *C. magna* são mais pesados que as fêmeas (Kraus *et al.* 2005b; Trillmich *et al.* 2004; Ximenez 1980).

A insularidade nas espécies de mamíferos resulta em tamanhos corporais diferentes entre indivíduos de populações continentais e de ilhas, sendo esse fenômeno conhecido como “Island Rule” (Foster 1964). De acordo com essa regra, nas espécies de grande porte há uma tendência para o desenvolvimento de nanismo, e nas espécies de pequeno porte há uma tendência de desenvolvimento de gigantismo. Fatores ecológicos como a biodiversidade do local e relaxamento da pressão por competição e predação podem ser responsáveis para que esse fenômeno se estabeleça. Outro fenômeno que as populações insulares podem apresentar distinguindo-as das continentais é a chamada Síndrome Insular. Essa síndrome inclui uma grande longevidade dos indivíduos e baixas taxas de reprodução, o que promove uma estrutura populacional com elevado número de indivíduos adultos (Adler e Levins 1994; Gliwicz 1980). Um curto espaço

para a estação reprodutiva desses animais pode refletir em baixa reprodução, atraso da maturação das fêmeas, além de um pequeno número de filhotes por gestação (Gliwicz 1980).

Nesse trabalho nós descrevemos as características reprodutivas e de crescimento de uma população de *C. magna* que pode estar sendo influenciada pelos fenômenos da insularidade. Procuramos determinar o padrão da reprodução dessa população e compará-lo com aquele apresentado por uma população continental da mesma espécie (Kraus *et al.* 2005a 2005b 2004) e com a espécie congênica insular *C. intermedia* (Salvador *et al.* 2008, Cherem *et al.* 1999) que apresenta características similares na sua morfologia, morfometria (Cherem *et al.* 1999) e genética (Gava *et al.* 2012, Gava *et al.* 1998) com *C. magna*. Para isso nós examinamos qualitativamente o crescimento, e relatamos o tamanho da prole, idade e massa corporal da maturidade, o período da estação reprodutiva, longevidade, produtividade anual entre outros aspectos.

Metodologia e área de estudo

A Ilha dos Marinheiros pertence ao município de Rio Grande e encontra-se à margem oeste da Lagoa dos Patos, no centro do seu estuário entre 052°05'O e 31°58'S e 052°12'O e 32°02'S. Possui uma diversa fauna silvestre, abrangendo reptéis, artrópodes, anfíbios, aves e alguns mamíferos, como morcegos e roedores (Tagliani *et al.* 2006). Possui uma área de aproximadamente 40km² com vegetação formada predominantemente por gramíneas, ciperáceas e juncáceas, distribuídas em função dos gradientes de alagamento e salinidade (Tagliani *et al.* 2006). A pluviosidade média anual é de 1,225mm (Nimer, 1989). O clima é temperado mesodérmico brando super

úmido, com verões quentes e secos, média de 24°C e invernos frios e chuvosos, com média de 13°C.

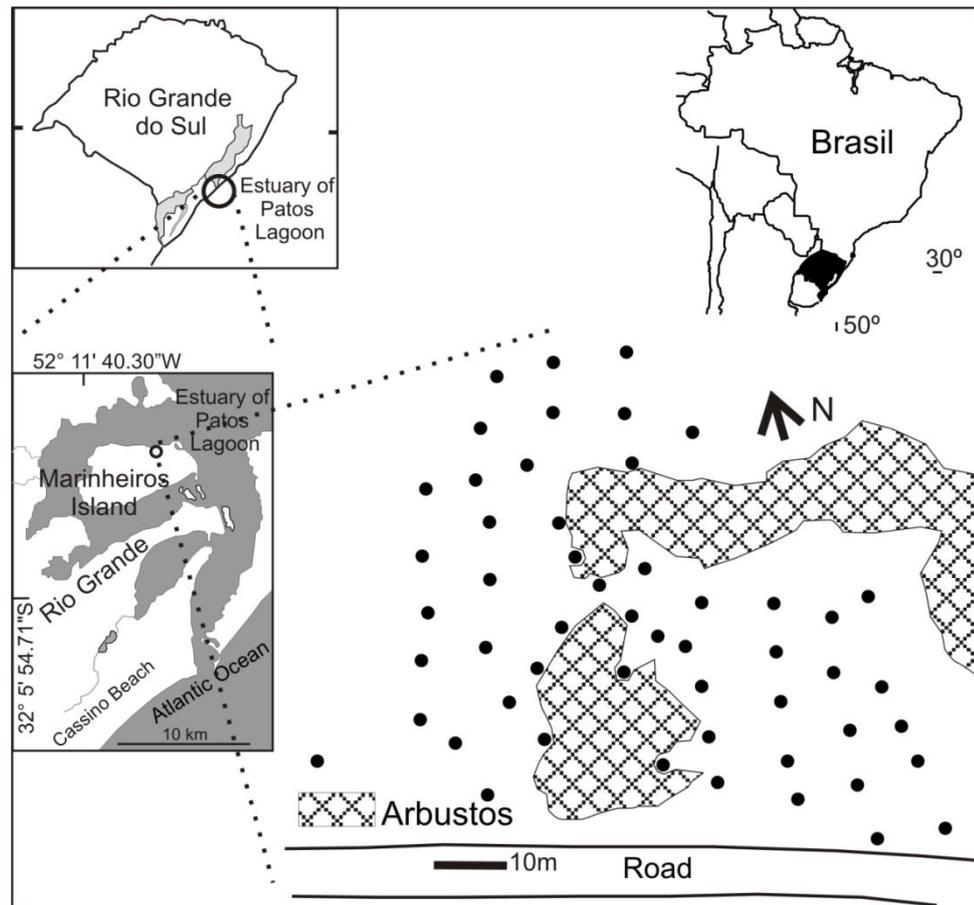


Figura 3: Localização da Ilha dos Marinheiros no Estuário da Lagoa dos Patos, sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil e do sítio experimental. Em detalhe pode se observar a distribuição das armadilhas (●), entre Dezembro de 2011 e o mesmo mês de 2012.

A população de *C.magna* foi acompanhada por 13 meses, de dezembro de 2011 a dezembro de 2012 através de um programa de captura-marcação-recaptura. No momento da captura, os indivíduos eram marcados, pesados, sexados, medidos (Licença

ICMBIO 31389-1), categorizados de acordo com sua condição reprodutiva e depois soltos no mesmo local da captura. Também foi registrada a armadilha em que o animal foi capturado. Todos os procedimentos realizados com os animais estão de acordo com a American Society of Mammalogists (Gannon, 2011).

Foram utilizadas 53 armadilhas de arame do tipo Tomahawk (22X22X45cm), as quais foram distribuídas nos caminhos marcados pela movimentação das caviás e nas regiões de alimentação, sendo que esse tipo de distribuição já foi utilizado em outros trabalhos (Salvador *et al*, 2008a, 2008b; Kraus *et al*, 2005; Ximenez, 1980). As armadilhas foram mantidas fechadas durante o dia, abertas ao entardecer, revisadas e fechadas na manhã seguinte (Kraus *et al*, 2003), afim de evitar o stress dos animais. Como forma de atrair o animal, fatias de batata doce crua foram utilizadas como isca.

Conforme sua condição reprodutiva, os indivíduos foram classificados em seis categorias: fêmeas com mamas desenvolvidas ou não, grávidas ou lactantes e machos com os testículos desenvolvidos ou não. Os testículos escrotados e com duas manchas dérmicas, uma em cada lado da bolsa escrotal (ausentes nos indivíduos novos com testículos não desenvolvidos) foram considerados desenvolvidos. Ao contrário daquelas consideradas em estágio inicial, as mamas desenvolvidas possuíam tamanho proeminente, pigmentadas na parte distal, porém não estavam lactantes. Com a finalidade de investigar sazonalidade na reprodução, o número de fêmeas lactantes e grávidas foi agrupado por estação do ano: 23 de setembro a 20 de dezembro (primavera), 21 de dezembro a 20 de março (verão), 21 de março a 20 de junho (outono), 21 de junho a 22 de setembro (inverno). O número de filhotes foi contado através de apalpe no abdome das fêmeas. Considerou-se a quantidade de dias entre a primeira e a última captura de cada indivíduo como estimativa de longevidade.

Resultados

Durante 13 meses de estudo, capturamos 63 fêmeas (192 capturas) e 66 machos (211 capturas) de *C. magna*. Não existem diferenças significativas no número de machos e fêmeas capturados ($P=1,000$), assim como no número de capturas totais por sexo ($P=0,7134$). Destes 129 animais, 71 foram capturados pelo menos duas vezes, enquanto que o número máximo de capturas de um mesmo animal foi 16 (2 fêmeas e 1 macho – Fig. 1). As longevidades máximas registradas, considerando o curto período do estudo (359 dias), foram 233 dias para uma fêmea e 321 dias para um macho.

Vinte e cinco animais foram capturados como imaturos (15 fêmeas e 10 machos – Tabela 1). As fêmeas 231, 247, 274, 275, 278, 290, 300, 301, 304, 330, 334, 341 foram capturadas imaturas e permaneceram nessa condição durante o estudo ou não foram recapturadas (Tabela 1). A média da massa ($\pm DP$) nas fêmeas ($381,7 \pm 152,2g$ – min 60g e máx 565) e machos ($379,5 \pm 173 g$ min 75g e máx 745) na primeira ocasião da última sessão de captura em que o animal foi capturado como imaturo, não diferiu significativamente ($t=0,033$ $df=23$ $P= 0,9739$), sendo $380,8 \pm 157,3 g$ a média para o total da amostra. Não considerando as recapturas no mesmo mês (ocasiões de captura), cinco animais foram capturados pelo menos duas vezes como imaturos. Para duas fêmeas (253 e 304), o tempo mínimo no estado de imaturidade registrado foi de 59 e 83 dias, sendo que a massa destas na sua última captura foi 505 g e 535 g, respectivamente (Tabela 1).

A transição da imaturidade para a maturidade foi observada em indivíduos com massas corporais entre 505 g e 525 g para a fêmea 253 (tempo mínimo 59 dias) e 300 g

e 445 g para a fêmea 272, para a qual não é possível determinar o tempo mínimo como imatura, uma vez que foi capturada apenas uma vez nessa condição (Tabela 1). Considerando a mesma análise para os machos, três deles permaneceram imaturos por pelo menos 30 (585 g de massa corporal máxima), 27 (385 g) e 152 (745 g) dias. Machos capturados como imaturos não foram recapturados como maduros, fato que impossibilitou a determinação do tempo médio de transição para maturidade.

Entre as fêmeas e machos maduros, aquelas com as mamas desenvolvidas (n=40) e aqueles com os testículos desenvolvidos (n=56) não apresentaram peso médio, no momento da primeira captura nessa condição, significativamente diferentes ($t=1,008$ $df=94$ $P= 0,3161$). As fêmeas maduras apresentaram peso médio de $660,6 \pm 146,4$ (min 355,0 e máx 925,0) e os machos de $693,1 \pm 162,1$ 4 (min 145,0 e máx 995,0).

Registramos 18 ocasiões de captura de 13 fêmeas grávidas ou lactantes (Tabela 3). Destas, 9 foram capturadas grávidas em 10 ocasiões: 4 no verão, 3 no outono e 2 na primavera. As 4 fêmeas restantes foram capturadas como lactantes apenas, 2 no outono e 2 na primavera (Tabela 3). A proporção (%) de fêmeas grávidas ou lactantes em relação às fêmeas com mamas desenvolvidas foi de 29,6% no verão, 28,6% no outono e 46% na primavera (Fig 2). Entre as grávidas, a fêmea 254 foi capturada grávida de 1 e 2 filhotes em um intervalo de 63 dias entre fevereiro e abril. Sessenta por cento das fêmeas grávidas apresentaram dois filhotes. A 218 foi capturada grávida e lactante em um intervalo de 8 meses. As fêmeas 230 e 237 foram capturadas grávidas e lactantes em períodos de 97 dias e 30 dias. No primeiro caso podemos estimar que o período de desmame foi superior a 31 dias.

Dois filhotes foram capturados manualmente do lado de fora da gaiola onde se encontrava a provável mãe (fêmea 340 (Tabela 2) e filhotes 341 e 342 (Tabela 1). A

massa conjunta dos dois neonatos correspondeu a 15,6 % da massa da mãe. Em um estudo anterior com espécimes de *C. magna* da Ilha dos Marinheiros (Gava *et al.* 2012), uma fêmea com peso pós-parto de 343 g deu a luz, no laboratório, a duas fêmeas de 87 g e 79 g. A massa conjunta dos filhotes correspondeu a 48 % da massa da mãe.

Discussão

De acordo com Kraus *et al* 2005a, a longevidade de *Cavia magna* é de 2,4 a 16 meses em vida selvagem e de 8 anos em cativeiro, esta diferença de tempo está relacionada à exposição dos indivíduos selvagens á predação. Neste trabalho, a longevidade máxima encontrada foi de 233 e 321 dias, aproximadamente 7 e 10 meses, resultado similar a estudos realizados com a mesma espécie e também com a espécie congênica *Cavia intermedia*, que apresentou longevidade de cerca de 400 dias (Salvador, 2006). O resultado obtido não corrobora com o esperado para uma população insular, pois os valores estão próximos aos encontrados em populações de cavia do continente.

Dos 129 animais encontrados no estudo, 25 estavam imaturos, sendo 15 fêmeas e 10 machos, a transição para a maturidade foi observada em indivíduos com 505 e 525 gramas no tempo mínimo de 59 dias, entretanto, de acordo com Kraus *et al*, 2005b esse tempo pode ser de 30 dias. Em *Cavia intermedia*, a transição ocorre em torno dos 90 dias (Salvador, 2006), já em *Cavia porcellus*, acontece em 60 dias. *Cavia magna* é considerada por Kraus *et al* 2005b um mamífero precoce, pois além de outras características, trata-se de um animal que alcança maturidade mais cedo dentre as espécies de *Cavia*. A idade da maturidade varia muito entre as cavia, principalmente se considerarmos as diferenças na forma como são registradas as medições e as condições de laboratório ou de campo das populações estudadas (Trillmich *et al*, 2006).

Foram capturadas 9 fêmeas grávidas, 4 no verão, 3 no outono e 2 na primavera, a reprodução de *Cavia magna* não se mostrou sazonal, porém durante o verão é comum a ocorrência de picos reprodutivos nesta espécie (Kraus *et al*, 2003). O tamanho da ninhada variou de 1 a 2 filhotes, fato que corrobora com os resultados obtidos por Kraus *et al*, 2005b; Ximenez, 1980, os quais encontraram o mesmo número de prole. Entretanto, *Cavia aperea* pode gerar de 1 a 6 filhotes por ninhada (Asher, 2004; Rood, 1972, Rood e Weir, 1970; Trillmich, 2000) e *Cavia porcellus* pode gerar de 3 a 5 filhotes por ninhada (Raffel *et al*, 1996). Como se pode observar, o número de filhotes em cada prole varia muito entre as espécies de cavia, mas em relação a *C. magna*, é possível afirmar que a ninhada de 1 a 2 filhotes por gestação está relacionada ao investimento dessa espécie em gerar indivíduos bem desenvolvidos.

A fêmea 218 foi capturada grávida e lactante em um intervalo de 8 meses, o tempo de desmame da espécie é de 30 dias, além disso, de acordo com Rood e Weir, 1970; Kraus *et al*, 2005b o tempo de gestação é de 60 dias. Diante das evidências podemos afirmar que a mesma teve duas gestações, o que também ocorreu com a fêmea 230 que foi capturada grávida e lactante em um período de 97 dias. O tempo de desmame de *C. porcellus* é de 22 dias e a gestação dura 60 dias (Raffel *et al*, 1996), assim como *C. aperea*. *C. magna* apresentou padrões de desmame e gestação semelhantes ao de outras espécies de cavia.

Filhotes de *C. magna* podem nascer com 18% do tamanho dos pais, o que faz com que sejam considerados um exemplo extremo de precocidade entre os pequenos mamíferos (Kraus *et al*, 2005b). A massa conjunta dos dois neonatos capturados (341 e 342) correspondeu a 15,6 % da massa da mãe, entretanto, a massa conjunta de dois filhotes nascidos em laboratório correspondeu a 48% do peso materno, a qual pesava 343 gramas. Kraus *et al*. 2005b, afirma que os mesmos podem nascer com 18% do

massa corpórea dos pais, no entanto a variação encontrada no tamanho dos filhotes nascidos no laboratório pode ser explicada pelas diferenças nas condições ambientais existentes em ambiente natural e em ambiente de laboratório

Populações insulares de roedores de diferentes espécies e que ocupam áreas geográficas distintas frequentemente podem apresentar modificações fisiológicas, morfológicas, demográficas e comportamentais em comparação às espécies continentais, o que sugere que tais características sejam efeitos da insularidade, independentemente de aspectos filogenéticos (Foster, 1964). Adler e Levins, 1994 chamou esse conjunto de características de síndrome insular. Uma das principais características de populações insulares de mamíferos é a mudança na massa corpórea quando comparada às espécies comparada as espécies continentais. Populações de pequenos mamíferos, como grande parte dos roedores tendem a evoluir em formas gigantes em ambientes insulares, enquanto mamíferos de porte maior, como perissodactilos ou artiodáctilos tendem a evoluir em formas menores (Michaux, *et al.* 2002). Neste trabalho, não encontramos características típicas de síndrome insular, o pequeno tamanho da ninhada foi similar ao encontrado em outros trabalhos, e pode estar associado a limitação de recursos que geralmente ocorre em ilhas.

Referências

Adler, G. H. & Levins, R. (1994) The island syndrome in rodent populations. *The Quarterly Review of Biology* 69: 473-489.

Asher, M. (2004) From the lab to the field: social and mating system of wild guineapig. PhD Thesis. University of Muenster. Muenster.

Bilenca, D. N., Cittadiano, E. A. & Kravetz, F. O., (1995) Influencia de la actividad de

Cavia aperea sobre la estructura del habitat y la distribución de *Akodon azarae* y *Oryzomys flavescens* (Rodentia: Caviidae, Muridae) em bordes de cultivos de la región pampeana (Argentina). *Iheringia* 79: 67-75.

Cherem, J. J.; Olimpio, J. e Ximenez, A. (1999) Descrição de uma nova espécie do gênero *Cavia* Pallas, 1766 (Mammalia—Caviidae) das Ilhas Moleques do Sul, Santa Catarina, Sul do Brasil. *Biotemas* 2:95–117

Derrickson, E.M. (1992) Comparative reproductive strategies of altricial and precocial eutherian mammals. *Functional Ecology*, 6, 57–65.

Foster, J.B. (1964) The evolution of mammals on islands. *Nature* 202 (4929): 234–235.

Gannon, W.L. Sikes, R.S (2011) Animal care and use Committee of the American society of Mammalogists (2011) Guidelines of the American society of mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 92(1):235-253.

Gava, A., Freitas, T.R.O, e Olímpio, J. (1998). A new karyotype for the genus *Cavia* from a southern island of Brazil (Rodentia—Caviidae). *Genetics and Molecular Biology* 21:77–80.

Gava, A., Santos, M.B. e Quintela, F.M. (2012) A new karyotype for *Cavia magna* (Rodentia: Caviidae) from an estuarine island and *C. aperea* from adjacent mainland. *Acta Theriologica*. 57:9-14.

Gliwicz, J.(1980) Island Populations of Rodents: their organization and functioning. *Biology Review* 55: 109-138.

Hennemann, W. W. (1984) Intrinsic rate of annual increase of altricial and precocial eutherian mammals: the potential price of precociality. *Oikos* 43:363–368.

Kraus, C., Kunkele, J., Trillmich, F. (2003) Spacing behavior and its implications for the mating system of a precocial small mammal: an almost asocial cavy *Cavia magna*. *Animal Behaviour* 66: 225-238.

Kraus, C. e Rodel, H.G. (2004) Where have all the cavyes gone? Causes and consequences of predation by the minor grison for a wild cavy population. *Oikos* 105:489–500.

Kraus, C., Thomson, L., Kunkele, J., Trillmich, F. (2005) Living slow and dying young? Life-history strategy and age-specific survival rates in a precocial small mammal. *Journal of Animal Ecology*. 74: 171-180.

Kraus, C., F.; Trillmich, e Kunkele, J. (2005b) Reproduction and growth in a precocial small mammal, *Cavia magna*. *Journal of Mammalogy* 86:763- 772.

Künkele, J.; Trillmich, F. (1997) Are precocial young cheaper? Lactation energetics in the guinea-pig. *Physiological Zoology* 70: 589 – 596.

- Michaux, J.R., Bellocq, J.G., Sara, M e Morand, S. (2002) Body size increase in insular rodent populations: a role for predators? *Global Ecology and Biogeography* 11: 427-426
- Nimer, E. (1989) *Climatologia do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421 p.
- Oliveira, J. A.; Bonvicino, C. R. Ordem Rodentia. In: Reis, N. R.; Peracchi, A. L.; Pedro, W. A.; Lima, I. P. (2006) *Mamíferos do Brasil*. Londrina p.347 – 406.
- Raffel, M., Trillmich, F., & Höner, A. (1996) Energy allocation in reproducing and nonreproducing guinea pig (*Cavia porcellus*) females and young under *ad libitum* conditions. *Journal of Zoology (London)* 239: 437 – 452.
- Rood, J.P., Weir, B.J. (1970) Reproduction in female wild guinea-pigs. *Journal of Reproduction e Fertility* 23: 393-409.
- Rood, J. P. (1972) Ecological and behavioral comparisons of three genera of Argentine cavies. *Animal Behaviour Monographs* 5: 1-83.
- Salvador, C.H.e Fernandez, S.A.F. (2008) Reproduction and growth of a rare, island-endemic cavy (*cavia intermedia*) from southern Brazil. *Journal of Mammalogy* 89(4):909–915.
- Tagliani, C. (2006) Estudo de caso da Ilha dos Marinheiros, estuário da Laguna dos Patos, RS, Brasil: diagnóstico ambiental, modelo de elevação digital e avaliação de vulnerabilidade frente à cenários de elevação do nível do mar, Rio Grande.
- Trillmich, F. (2000) Effects of low temperature and photoperiod on reproduction in the female wild guinea pig (*Cavia apereae*). *Journal of Mammalogy* 81: 586 – 594.
- Trillmich, F., Kraus, C.; Kunkele, J.; Asher, M.; Dekomien, G.; Epplen, J.T.; Saralegui, A. e Sachser, N. (2004) Species level differentiation of two cryptic species pairs of wild cavies, genera *Cavia* and *Galea*, with a discussion of the relationship between social systems and phylogeny in the Caviinae. *Canadian Journal of Zoology* 82: 516–524.
- Trillmich, F.; Laurien Kehnen, C.; Adrian, A. e Linke, S. (2006) Age at maturity in cavies and guinea-pigs (*Cavia aperea* and *Cavia aperea* f. *porcellus*): influence of social factors. *Journal of Zoology (London)* 268:285–294.
- Ximenez, A., (1980) Notas sobre el gênero *Cavia* Pallas com La descripción de *Cavia magna* SP. N. (Mammalia:Caviidae). *Revista Nordeste de Biologia*. 3 145-179.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento deste projeto. Também gostaríamos de agradecer à Universidade Federal do Rio Grande.

Resumo

A teoria da história de vida tem como objetivo compreender os fatores que produzem variações na taxa de sobrevivência, tamanho no nascimento, idade de maturação, sazonalidade na reprodução, longevidade, razão sexual da prole. O gênero *Cavia pallas* 1776 apresenta a maior distribuição dentro da subfamília Cavinae, sendo composto por seis espécies, dentre elas *Cavia magna*, a qual habita regiões de restinga próximas a estuários ou lagos do norte do Uruguai ao sul do Brasil. Durante esse trabalho avaliamos os padrões da história de vida de uma população de *Cavia magna* da Ilha dos Marinheiros, RS, Brasil, devido ao fato de se tratar de uma espécie com baixa taxa reprodutiva, distribuição geográfica restrita, e estar exposta a alta pressão de predação. Para isso foi realizado um programa de captura-marcação-recaptura, durante 13 meses no qual foram capturados 129 animais, sendo 63 fêmeas e 66 machos. As longevidades máximas registradas, foram 233 dias para uma fêmea e 321 dias para um macho. Foram encontradas 13 fêmeas grávidas ou lactantes, dentre elas 9 estavam grávidas, sendo que 6 estavam prenhas de 2 filhotes e 3 estavam prenhas de 1 filhote apenas.

Anexo 1: Gráficos e tabelas

Figura 1

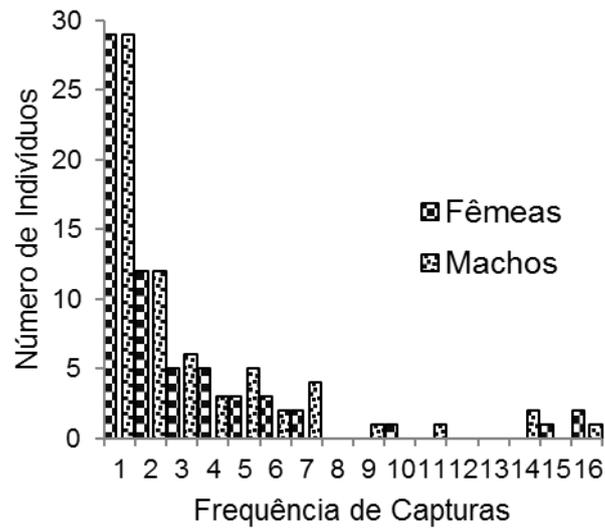


Figura 1: Frequência de capturas de indivíduos *C. magna* na Ilha dos Marinheiros, RS, Brasil no período de dezembro de 2011 ao mesmo mês do ano de 2012.

Figura 2

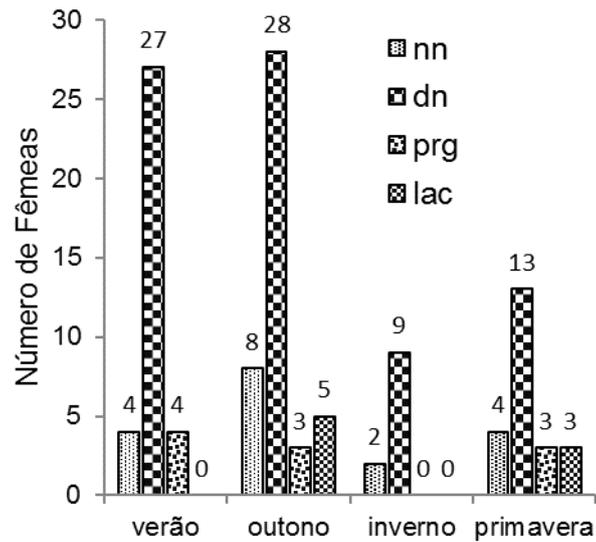


Figura 2: Proporção de fêmeas de *C. magna* grávidas e lactantes em cada estação do ano, na Ilha dos Marinheiros, RS, Brasil entre dezembro de 2011 ao mesmo mês de 2012.

Tabela 1: Indivíduos de *Cavia magna* da Ilha dos Marinheiros, extremo sul do Brasil, capturados como imaturos (fêmeas nn e machos nt) e suas respectivas massas corporais (MC). ID = número de identificação individual. As abreviações indicando as condições reprodutivas são as seguintes: nn= mamas não desenvolvidas; dn=mamas desenvolvidas; e nt=testículos não escrotados.

Sexo	ID	Data de Captura	Condição reprodutiva	MC (g)	No. de dias desde a 1ª captura
Fêmeas	231	07/fev/12	nn	530	0
	247	09/fev/12	nn	380	0
	253	11/fev/12	nn	320	0
		07/mar/12	nn	425	25
		10/abr/12	nn	505	59 ^a

		08/mai/12	dn	525	87
		12/jun/12	dn	560	122
	272	12/abr/12	nn	300	0
		12/jun/12	dn	445	61
	274	13/abr/12	nn	300	0
	275	13/abr/12	nn	555	0
	278	08/mai/12	nn	270	0
	290	12/mai/12	nn	565	0
	300	13/jun/12	nn	505	0
	301	13/jun/12	nn	345	0
	304	10/jul/12	nn	500	0
		02/out/12	nn	535	83 ^a
	310	13/jul/12	nn	430	0
	330	06/nov/12	nn	245	0
	334	06/nov/12	nn	200	0
	341	13/dez/12	nn	60 ^b	0
Machos	211	10/jan/12	nt	530	0
		07/fev/12	nt	540	28
	221	12/fev/12	nt	360	0
	225	14/jan/12	nt	275	0
	226	14/jan/12	nt	265	0
		07/fev/12	nt	385	24
	227	14/jan/12	nt	260	0
		08/fev/12	nt	370	24
		06/mar/12	nt	480	51
		10/abr/12	nt	595	86
		09/mai/12	nt	630	115
		16/jun/12	nt	745	153
	229	07/fev/12	nt	395	0
	244	09/fev/12	nt	365	0
	252	11/fev/12	nt	335	0
	342	13/dez/12	nt	75 ^b	0
	344	14/dez/12	nt	320	0

^a Tempo mínimo no estado de imaturidade (dias).

^b Neonatos capturados do lado de fora da armadilha onde se encontrava a provável mãe.

Tabela 2: Fêmeas grávidas ou lactantes de *Cavia magna* capturadas, ao longo das estações (Dezembro de 2011 até o mesmo mês de 2012), na Ilha Estuarina Marinheiros, extremo Sul do Brasil.

Female	Verão			Outono			Inverno			Primavera			Número de Fetos	MC (g)**		
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov			Dez	
203	dn	dn	dn	dn	prg	dn								1	840	
218		dn	dn	prg	dn							lac	dn	2	725/ 770	
230			dn	prg		lac	lac							2	725/875/730	
234			prg											2	795	
237			dn		prg	lac			dn	dn				2	745/705	
254			prg		prg									1/2	800/895	
285						lac	dn							-	910	
293							lac							-	895	
314									dn			dn	dn	prg	2	875
331												lac			710	
335												prg	dn	1	670	
339												prg		1	760	
340*													lac	-	835	

Manuscrito a ser submetido para a revista Anais da Academia Brasileira de Ciências

Disponível em : <http://www.scielo.br/revistas/aabc/iinstruc.htm>

Preparation of manuscripts

All parts of the manuscript should be double-spaced throughout. After acceptance, no changes will be made in the manuscript so that proofs require only correction of typographical errors.

The authors should send their manuscript in electronic version only.

Length of manuscript: While papers may be of any length required for the concise presentation and discussion of the data, succinct and carefully prepared papers are favored both in terms of impact as well as in readability.

Tables and Illustrations: Only high-quality illustrations will be accepted. All illustrations will be considered figures including drawings, graphs, maps, photographs as well as tables with more than 12 columns or more than 24 lines (maximum of 5 figures free of charge). Their tentative placement in the text should be indicated. Only high-quality illustrations will be accepted.

Digitalized figures: Figures should be sent according to the following specifications: 1. Drawings and illustrations should be in format .PS/.EPS or .CDR (PostScript or Corel Draw) and never be inserted in text; 2. Images or figures in grayscale should be in format .TIF and never be inserted in text; 3. Each figure should be saved in a separate file; 4. Figures should, in principle, be submitted at the size they are to appear in the journal, i.e., 8 cm (one column) or 16.2 cm (two columns) wide, with maximal height for each figure and respective legend smaller than or equal to 22 cm. The legends to the figures should be sent double-spaced on a separate page. Each linear dimension of the smallest characters and symbols should not be less than 2 mm after reduction. Only black and white figures will be accepted; 5. Manuscripts on Mathematics, Physics or Chemistry may be typesetted in TEX, AMS-TEX or LaTeX; 6. Manuscripts without mathematical formulae may be sent in .RTF or WORD for Windows.

Front page: The front page of the manuscript should present the following items: 1. Title of the article (the title should be short, specific, and informative); 2. Full name(s) of the author(s); 3. Professional address of each author; 4. Key words (four to six in alphabetical order); 5. Running title (up to 50 characters); 6. Academy Section to which the content of the work belongs; 7. Name, address, fax number, phone number and e-mail address of the author to whom all correspondence, and proofs should be provided.

Acknowledgments: These should be included at the end of the text. Personal acknowledgments should precede those of institutions or agencies. Footnotes should be avoided; when necessary they must be numbered. Acknowledgments to grants and scholarships, and of indebtedness to colleagues as well as mention to the origin of an article (e.g. thesis) should be added to the Acknowledgments section.

Abbreviations: These should be defined at their first occurrence in the text, except for official, standard abbreviations. Units and their symbols should conform to those approved by the ABNT or by the Bureau International des Poids et Mesures (SI).

References: Authors are responsible for the accuracy of the References. Published articles and those in press may be included. Personal communications (Smith, personal communication) must be authorized in writing by those involved. References to thesis, meeting abstracts (not published in indexed journals) and manuscripts in preparation or submitted, but not yet accepted, should be cited in the text as (Smith et al. unpublished data) and should NOT be included in the list of references.

The references should be cited in the text as, for example, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) or, for three or more authors, (Smith et al. 2006). Two or more papers by the same author(s) in the same year should be distinguished by letters, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Letters should also distinguish papers by three or more authors with identical first author and year of publication.

References should be listed according to the alphabetical order of the first author, always in the order SURNAME XY in which X and Y are initials. If there are more than ten authors, use et al. after the first author. References must contain the title of the article. Names of the journals should be abbreviated. For the correct abbreviations, refer to lists of the major databases in which the journal is indexed or consult the World List

of Scientific Periodicals. The abbreviation to be used for the Anais da Academia Brasileira de Ciências is An Acad Bras Cienc. The following examples are to be considered as guidelines for the References.

Articles

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the areas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Books and book chapters

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science. Thinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia. Proceedings ... , Philadelphia: J. B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

Other publications

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxa, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamics of Classical Fields. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 1985, 55 p. Preprint no. 600.

Capítulo 2: Dinâmica populacional de *Cavia magna* (Rodentia: Caviidae) de uma ilha estuarina do extremo Sul do Brasil

Manuscrito a ser submetido a revista Journal of Mammalogy.

Endereço para correspondência:
ICB- Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais
Universidade Federal de Rio Grande, FURG, Av. Itália, Km 8- Campus Carreiros
96.203.900 Rio Grande, RS, Brasil.
Dinâmica populacional de *Cavia magna*

Dinâmica populacional de *Cavia magna* (Rodentia: Caviidae) de uma ilha estuarina do extremo Sul do Brasil

Janaíse Mesquita Bueno, Marcelo Silveira Konrath, Giselle X. Perazzo, Caroline de Azevedo Gibbon e Adriana Gava*

(J.M.) Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Federal de Rio Grande, Campus Carreiros, Av. Itália km 8, Rio Grande, RS 96201-900, Brazil

(M.S.) Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Federal de Rio Grande, Campus Carreiros, Av. Itália km 8, Rio Grande, RS 96201-900, Brazil

(G.X.) Universidade Federal do Pampa, BR 472 km 592, Uruguaiana, RS 97500-000, Brazil

(C.A.) Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Federal de Rio Grande, Campus Carreiros, Av. Itália km 8, Rio Grande, RS 96201-900, Brazil

(AG) Laboratório de Genética, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande, Campus Carreiros, Av. Itália km 8, Rio Grande, RS 96201-900, Brazil

Cavia magna Ximenez 1980 possui distribuição geográfica restrita, ocorrendo apenas no Uruguai e no sul do Brasil. Assim como outros Caviomorfos, mas de modo mais extremo, trocou ao longo da sua evolução alta fecundidade, por alta sobrevivência dos juvenis. Descrevemos aqui a dinâmica populacional sazonal de *C. magna* de uma ilha estuarina, com objetivo de trazer informações para dar suporte à futura conservação dessa espécie que foi classificada como vulnerável no Rio Grande do Sul. A população foi amostrada mensalmente por métodos de marcação-recaptura durante 13 meses. O

esforço amostral de 3445 armadilhas/noite em uma área de menos do que 1 hectare resultou em 129 animais capturados em 404 ocasiões. A densidade populacional é alta com a presença preponderante de animais adultos. Contudo, as taxas de sobrevivência são baixas, com dependência de sexo (com fêmeas apresentando taxas de sobrevivência superiores), mas não de estação. Os machos são mais propensos de serem capturados, existindo uma dependência de estação relacionada com as fêmeas que apresentaram baixa capturabilidade no inverno. Efeitos dependentes de densidade na mortalidade foram incipientemente detectados por correlações positivas entre mortalidade e densidade populacional prévia, com exceção da mortalidade do mês que apresentou as temperaturas mais baixas no ano. Apreciamos ao longo do estudo um decréscimo do tamanho populacional com taxas de mortalidade mais elevadas do que as de nascimento com exceção dos meses de picos de nascimentos. É provável que estudos que investiguem a dinâmica da migração entre populações de *Cavia* esclareçam melhor as relações de mortalidade, recrutamento e tamanho populacional nessa espécie.

Palavras-chave: Ilha dos Marinheiros, precocidade, história de vida, conservação, banhado, modelo

Correspondente: adriana.gava@gmail.com

Introdução

O gênero *Cavia* Pallas, 1776 possui a maior distribuição dentro da subfamília Caviinae, ocorrendo da Venezuela e Colômbia até o nordeste da Argentina, é constituído por pequenos roedores popularmente denominados preás (Cherem, Olímpio e Ximenez, 1999). A divergência desse gênero começou no final do Mioceno, sendo *C.magna* a espécie mais antiga, com 6,2 milhões de anos, *C. fulgida*, *C. tschudii* e *C. aperea* há 3,9, 2,4 e 1,9 milhões de anos respectivamente (Dunnum e Salazar Bravo, 2010).

Os preás são roedores herbívoros, os quais ocupam uma diversidade de habitats, entre eles gramados abertos, charcos, margens de florestas e áreas rochosas (Alho, 1982; Einsenberg, 1989). Trabalhos de campo os descreveram como mais ativos pela manhã e no final da tarde (King, 1956; Rood, 1972; Messias, 1995). Afirma-se que os mesmos têm o hábito de forragear em horários crepusculares, e acredita-se que esse ato possa estar associado a períodos de menor calor (menor temperatura média) e insolação e a menor pressão de predação (Olimpio, 1991; Furnari, 2011). Como predadores,

encontram-se espécies das ordens Carnivora, Strigiformes, Falconiformes e Squamata e também o ser humano (Messias, 1995; Kraus e Rodel, 2004).

O gênero *Cavia* inclui as seguintes espécies: *C. aperea* Erxleben, 1777; *C. fulgida* Wagler, 1831; *C. magna* Ximenez, 1980; *C. intermedia* Cherem *et al.*, 1999; *C. porcellus* Linnaeus, 1758; *C. tschudii* Fitzinger, 1867 (Nowak, 1991; Cherem, Olímpio e Ximenez, 1999). Deste total, apenas a *C. tschudii* não é encontrada no Brasil (Bonvicino *et al.* 2008). Esses roedores representam parte de um grupo bastante característico da fauna Neotropical, no Rio Grande do Sul, são registradas apenas duas espécies para o gênero, *C. magna* e *C. aperea* (Tagliani *et al.* 2006; Gava, Santos e Quintela, 2011). Essas espécies podem ser diferenciadas pelo número de almofadas subdigitais, três em *C. magna* e duas em *C. aperea*, pela distinção no tamanho do indivíduo, sendo *C. magna* maior do que *C. aperea* e pela coloração dorsal, mais clara em *C. aperea* (Xerem, Olímpio e Ximenez, 1999).

A espécie de preá *Cavia magna* é encontrada em regiões de restinga, próximas a estuários ou lagos do Norte do Uruguai ao Sul do Brasil. De acordo com Ximenez 1980, se distribuem ao longo da orla costeira, sobre formações vegetais litorâneas, baías, estuários, com forte adaptação a vida semiaquática. Seu peso varia de 650 a 850 gramas e também ocorre dimorfismo sexual. A reprodução ocorre durante todo o ano, mas podem acontecer picos reprodutivos na primavera e no verão (Kraus, 2003). A gestação da espécie deve durar por volta de sessenta dias (Rood e Wier, 1970; Rood, 1972; Kraus *et al.* 2005b), sendo gerados apenas um a dois filhotes por vez, que nascem com os olhos abertos, com o corpo coberto de pêlos e após uma hora, já podem correr (Ximenez, 1980; Kraus *et al.* 2005b).

Os filhotes podem nascer com 18% do tamanho dos pais, o que faz com que sejam considerados o exemplo de precocidade mais extremo entre os pequenos mamíferos (Kraus *et al*, 2005b), já que esta relação é de 10% em *Cavia aperea*, 11% em *Cavia porcellus* e 24% em *Cavia intermedia* (Weir, 1974, apud Salvador, 2006). Segundo Kraus *et al* 2005b, *C. magna* atinge maturidade com um mês de vida e aproximadamente 50% da média do peso adulto, diferente de *C. intermedia*, que está mais próxima de *C. magna* evolutivamente, a qual atinge maturidade com 70% da média do tamanho adulto (Salvador,2006).

A Teoria da História de Vida visa à compreensão dos fatores que produzem as variações nos aspectos de história de vida (Roff, 2007), como idade de maturação, tamanho no nascimento, taxa de sobrevivência. Estudar a história de vida dos organismos é importante para que possamos entender e identificar a ligação existente entre a diversidade de organismos e seu ciclo de vida (Punzo, 2010). Para isso é preciso avaliar os meios que os organismos utilizam para nascer, reproduzir, crescer e morrer, isto é, analisar os principais traços de história de vida utilizados em estudos, tamanho no nascimento, padrão de crescimento, idade da maturidade, idade específica da fecundidade, taxa de sobrevivência, razão sexual da prole, tempo de dispersão, sazonalidade na reprodução e longevidade (Caswell, 1989; Ricklefs, 1990; Partridge e Sibly, 1991; Stearns, 1992; Honek, 1993; Hutchings, 1993; Zonneveld, 1996).

C. magna apresenta status de conservação pouco preocupante (IUCN, 2014), entretanto a taxa reprodutiva é baixa, a distribuição geográfica é restrita, e está exposta a alta pressão de predação. Além disso, o conhecimento sobre a biologia reprodutiva, crescimento corporal e demográfico de caviás que vivem isoladas se restringem aos trabalhos de Salvador *et al*. 2008^a e Salvador *et al*, 2008b. Devido á instabilidade dos ambientes naturais em que ocorrem, e ainda a crescente atividade antrópica, se faz

necessário o conhecimento dos padrões de história de vida de *C. magna* com a finalidade de desenvolver futuras medidas de conservação da espécie. Dessa forma, investigamos o tamanho da população, o número de machos e fêmeas, a condição reprodutiva das fêmeas, o tempo de sobrevivência de cada indivíduo, o número de filhotes e a estrutura etária.

Materiais e métodos

A Ilha dos Marinheiros pertence ao município de Rio Grande e encontra-se na margem oeste da Lagoa dos Patos, no centro do seu estuário entre 052°05'O e 31°58'S e 052°12'O e 32°02'S. A menor distância entre a ilha e o continente é de aproximadamente 1500 metros sendo que desde 1994 ambos foram conectados por uma ponte (Figura 1). O estuário apresenta também outras pequenas ilhotas, como aquelas que se encontram a Sudeste da Marinheiros e Rio Grande. Toda essa área é o compartimento mais ao Sul da Lagoa dos Patos e é um sítio de deposição de transição da água e sedimentos provenientes do continente (Villwock *et al.* 1986).

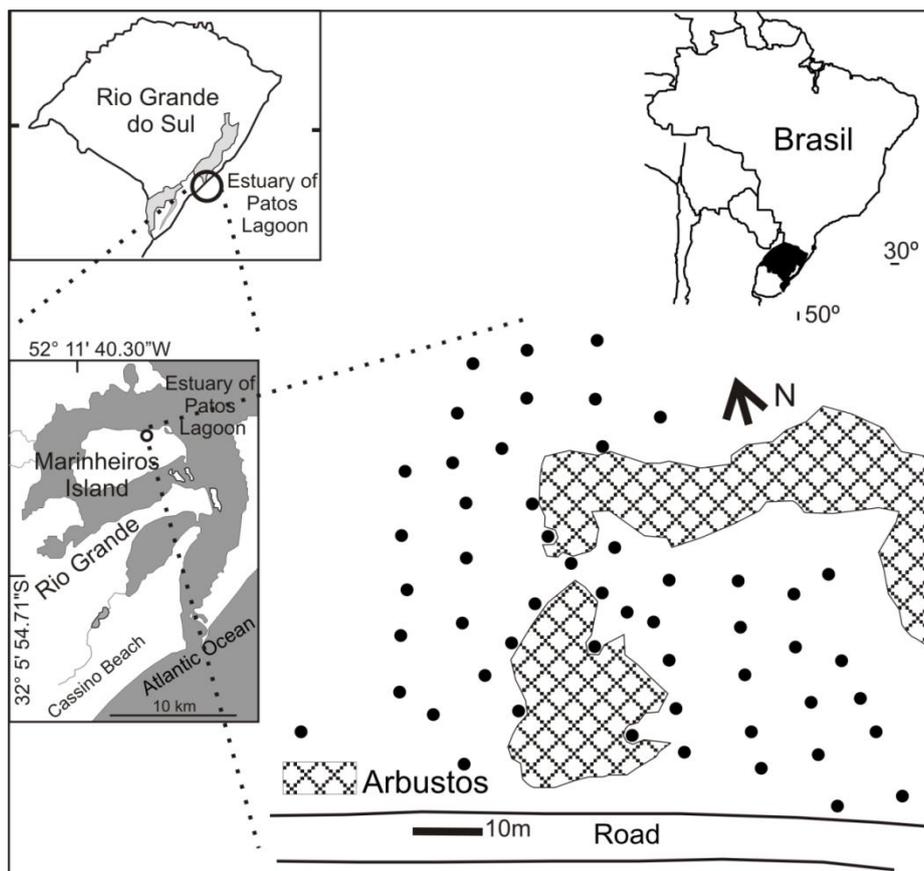


Figura 1. Localização da Ilha dos Marinheiros no Estuário da Lagoa dos Patos, sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil e do sítio experimental. Em detalhe pode se observar a distribuição das armadilhas (•), entre Dezembro de 2011 e o mesmo mês de 2012.

Esta área estuarina abriga inúmeros ecossistemas, e a Marinheiros, particularmente, com sua área de 40 km², exibe dunas, florestas, terraços, banhados e lagoas. Nas regiões baixas (elevações menores do que 1 metro) dos terrenos que circundam a ilha se encontram florestas originais e banhados formando um mosaico com áreas alagáveis que apresentam uso intenso por atividades agrícolas (Tagliani *et al.* 2010). A pluviosidade média anual é de 1,225 mm. O clima é temperado mesodérmico brando super úmido, com verões quentes e secos, média de 24°C e invernos frios e chuvosos, com média de 13°C (Nimer 1989).

O sítio aonde se desenvolveu o programa de captura-recaptura de *Cavia magna* fica localizado no Norte da Ilha em uma região conhecida como Marambaia. O local era anteriormente usado como área de cultura que foi abandonada e possui canteiros de 30-40 cm de elevação, 1,2 m de largura, aproximadamente, e 50 m de comprimento. As 53 armadilhas cobriram aproximadamente 7000 m² tendo sido dispostas de 10 em 10 m ao longo destes canteiros, que durante as épocas de inundação eram as únicas regiões do terreno emersas.

Durante o estudo sistemático de marcação e recaptura que durou de Dezembro de 2011 até o mesmo mês de 2012 foram utilizadas 53 armadilhas de arame localmente manufaturadas (22 X 22 X 45cm). As armadilhas eram mantidas fechadas durante o dia, abertas e iscadas com fatias de batata doce crua ao entardecer, revisadas e fechadas na manhã seguinte (Salvador *et al.* 2008a, 2008b, Ximenez 1980). Os animais capturados pela primeira vez eram marcados através da colocação na base da orelha de brincos metálicos numerados. Antes de serem soltos, cada animal era sexado, a sua condição reprodutiva determinada e as medidas de massa e comprimento corporal, assim como outras medidas, eram registradas. Os métodos e diretrizes utilizados estão aprovados pela American Society of Mammalogists (Gannon *et al.* 2011).

A coleta dos dados foi executada seguindo um desenho robusto (Pollock 1982). A população foi amostrada durante 13 meses mensalmente, o que constituiu os períodos primários ou sessões de captura. Cada sessão de captura foi composta por cinco noites ou ocasiões consecutivas de captura. O esforço amostral foi de 3445 armadilhas/noite.

Para modelar as taxas de sobrevivência (ϕ) e captura (ρ) nós usamos a abordagem das populações abertas de Cormack–Jolly–Seber (CJS) como apresentada no programa MARK (White e Burnham 1999). Em cada sessão de captura amalgamamos os dados das cinco ocasiões e apreciamos a captura executada nestas noites

consecutivas como sendo instantânea. Consideramos a dependência de três variáveis para estimar as probabilidades de sobrevivência e captura: tempo (mês), grupo (sexo) e estação (verão, outono, inverno e primavera) o que produziu um conjunto de 32 modelos, onde aquele global apresenta dependência da interação entre tempo e grupo.

A escala temporal escolhida foi a mensal. Como há variação de 17 até 31 dias que separam a última ocasião de cada sessão de captura (13 sessões), o intervalo em dias entre cada sessão foi dividido por 30 de modo a padronizá-los e obter taxas mensais comparáveis. Esse procedimento fez com que os resultados pudessem ser interpretados diretamente sem a necessidade de cálculos adicionais para obterem-se as taxas mensais. Adicionalmente, executamos 2000 simulações usando o procedimento de bootstrap paramétrico do programa MARK, para testar a adequação do modelo CJS aos dados. O modelo testado foi o global, com mais parâmetros, isto é, com dependência de tempo e grupo. Quando a probabilidade de se observar um desvio maior do que aquele calculado – quando os modelos globais são comparados com os reduzidos – é menor que 0,05, interpretamos que os dados apresentam-se super-dispersos. Nesse caso, em presença de variação extra-binomial na modelagem de taxas de sobrevivência e captura específicas para tempo e grupo, as estatísticas de seleção do modelo foram corrigidas pelo fator da inflação de variância \hat{c} ($\hat{c} = \text{desvio}(\text{modelo/global})/\text{desvio médio}(2000 \text{ simulações})$) e as estatísticas relatadas foram QAIC_c em vez de AIC_c (Anderson, Burnham e White 1994).

A seleção do melhor modelo foi baseada no critério de informação de Akaike ((Q)AIC_c) corrigido para tamanhos amostrais pequenos como sugerido por Cooch e White (2014). O modelo com o menor valor (Q)AIC_c é o que apresenta um balanço entre a maior probabilidade e menor número de parâmetros (isto é, o modelo mais parcimonioso). Relatamos igualmente o Δ_i , uma medida do desvio entre cada modelo

candidato e aquele com a melhor aproximação, ou seja, o menor (Q)AIC_c (o modelo do topo). Este valor é utilizado, como sugerido por Burnham e Anderson (1998), para fazer comparações entre modelos: aqueles que diferirem entre si, isto é possuem um $\Delta_i \leq 2$, consideram variáveis com o mesmo poder explanatório, isto é, os modelos são equivalentes. Quando $2 < \Delta_i < 7$ existe suporte suficiente para se considerar que as diferenças entre os modelos são reais; enquanto modelos com $\Delta_i > 7$ falham em explicar a variação observada nos dados.

A estrutura etária baseada na massa corporal descrita para os preás capturados seguiu as categorias utilizadas por Salvador e Fernandez (2008a) onde os indivíduos foram considerados “Jovens” (≤ 400 g), “Sub-adultos” (401-499 g) e “Adultos” (≥ 500 g). Métodos determinístico e probabilístico foram utilizados para estimar o tamanho populacional seguindo o desenho robusto. O MNKA (tamanho mínimo de animais conhecidos vivos – Krebs 1966) é um estimador simples usado frequentemente em estudos com pequenos mamíferos (Fernandez 1995, Gentile e Fernandez 1999, Jordão *et al.* 2010). Usamos também o estimador probabilístico com método Jackknife (Burnham e Overton 1979) que permite a heterogeneidade individual nas taxas de captura (modelo Mh), como implementado no programa CAPTURE/MARK (Otis *et al.* 1978). Aparentemente o estimador MNKA tem um desempenho que subestima o tamanho populacional, principalmente se as taxas de capturabilidade forem baixas ou o pressuposto de fechamento populacional não for verdadeiro (Fernandez 1995, Nichols 1986). O estimador Mh, contudo, apresenta-se robusto para pequenos mamíferos e para saturação das armadilhas quando as densidades populacionais são elevadas (Boulanger e Krebs 1996, Grimm *et al.* 2014). A razão sexual (proporção de fêmeas para machos) foi testada por meio do teste exato de Fisher onde diferenças com uma probabilidade menor que 0,05 foram consideradas significativas.

As taxas de recrutamento foram estimadas por meio da formulação POPAN (modelo Jolly-Seber para populações abertas – Jolly 1965, Seber 1965) como um submódulo do programa MARK. Taxas de mortalidade (D) foram calculadas usando-se $D_{i, i+1} = (1 - \phi_{i, i+1}) \times N_i$. O recrutamento e mortalidade mensais foram analisados quanto à sua variação em relação ao tamanho populacional e quanto a duas variáveis ambientais, temperatura média e precipitação total mensal, por meio da correlação de Spearman. Os testes foram executados considerando-se, também, relações atrasadas ou adiantadas de três meses.

Resultados

O modelo global para as probabilidades de sobrevivência e captura de *C. magna* com dependência de tempo e grupo $\phi_{t*g}; \rho_{t*g}$ (45 parâmetros) apresentou dispersão além daquela binomial ($P < 0,001$). Devido a isto, nós ajustamos as estatísticas de seleção de modelo, erros padrões e intervalos de confiança, com o valor estimado de $\hat{c} = 1,324$. No conjunto de modelos que considera a dependência de estação, tempo e grupo, segundo os dados disponíveis, os modelos onde a sobrevivência é constante ao longo do tempo, e que diferem ou não entre os sexos e cujas taxas de capturas variam com a estação e grupo ($\phi_{*g}; \rho_{estação*g}$ ou $\phi_{.}; \rho_{estação*g}$) são os mais prováveis (Tabela 1 e Figura 2).

Estes dois modelos mais prováveis não são significativamente diferentes entre si, sendo que o aumento no número de parâmetros (+1 para grupo na taxa de sobrevivência) não os diferencia ($\chi^2 = 2,65$, $df = 1$, $P = 0,1036$). Ambos apresentam pesos cujo somatório $\sum w \phi_{*g}; \rho_{estação*g}$ e $\phi_{.}; \rho_{estação*g} = 0,778$ implica em serem estes modelos 18,52 vezes mais prováveis do que o terceiro modelo mais provável, $\phi_{es*g}; \rho_{*g}$. Aparentemente a interação entre os efeitos da estação e sexo na captura e sobrevivência são essenciais para diferenciar os modelos mais prováveis daquele com efeito de

estação, mas não de grupo, na sobrevivência e independência de estação na captura ($\chi^2=11.117$, $df=4$, $P=0,0253$, **comparação entre os modelos 1 e 3**).

Os modelos com as taxas de sobrevivência sendo afetada pela estação (ϕ_e) apresentam um peso somado $\Sigma w(\phi_{es})=0,129$, enquanto que o efeito dessa variável na captura é maior $\Sigma w(\rho_{es})=0,885$. Ainda que a sobrevivência seja pouco influenciada pela sazonalidade, quando há interação com o sexo, como no caso do terceiro modelo mais provável, podemos verificar que as fêmeas apresentam sobrevivência mensal no inverno menor (0,685) do que aquela apresentada pelos machos (0,879). A sazonalidade, e especificamente o inverno, parece afetar os parâmetros dos machos e das fêmeas de modo diverso: diminui consideravelmente a taxa de captura dos machos (Figura 2) e diminui a sobrevivência nas fêmeas. Se considerarmos o efeito do sexo como uma variável importante que afeta a sobrevivência, verificamos que as fêmeas apresentam uma taxa de sobrevivência constante menor que a dos machos (Figura 2).

Resumidamente, dos 36 modelos, oito e 14 apresentaram valores de Δ_i menores do que sete e 10 respectivamente, sendo que os primeiros apresentam algum suporte. Os modelos cuja estrutura contempla variação mensal são os que apresentaram os menores pesos, todos possuem valores de $\Delta_i > 17$, não sendo justificada a sua consideração para fins de comparação entre modelos (Tabela 1).

Parâmetros populacionais

Durante os 13 meses de estudo, capturamos 62 fêmeas (192 capturas) e 67 machos (212 capturas) de *C. magna* (Tabela 2). Não existem diferenças significativas no número de machos e fêmeas capturados (teste exato de Fisher $P=1,000$) e a razão sexual (proporção das fêmeas para os machos) não difere de 1:1, considerando-se a estimativa de MNKA mensal (Tabela 2). A população é composta predominantemente

por adultos que em média compõem 82% desta. O restante são subadultos (7%) e jovens (11%) (Figura 3).

O tamanho populacional médio (\pm SD) (estimado considerando a heterogeneidade de captura entre os indivíduos) foi 30 (\pm 16), sendo que o coeficiente de variação (variabilidade relativa – CV) foi de 55% (Tabela 3). A densidade populacional, considerando-se o tamanho populacional médio e o tamanho da grade de armadilhas que nós arredondamos para 1 hectare (ha) é de 30 animais ha.

A média (\pm SD) das taxas de sobrevivência mensal foi $0,664 \pm 0,2$, sendo a taxa ocorrente no inverno a menor de todas. As médias (\pm SD) das taxas de recrutamento e mortalidade foram 10 ± 8 e 9 ± 7 (Tabela 3), sendo que as maiores taxas de mortalidade aconteceram quando a população se encontrava, de modo geral, com tamanhos populacionais estimados maiores do que 40 com exceção da mortalidade do mês de julho. Existe correlação positiva entre o tamanho populacional e o recrutamento que ocorre no mesmo mês, isto é, no intervalo entre i e $i + 1$ ($r_s=0,588$, $P=0,046$). A variação na taxa de mortalidade apresentou correlação com tamanho populacional maior que ocorreu no período prévio daquele em consideração, $i - 1$ e i ($r_s=0,626$, $P=0,03$). Dos parâmetros populacionais, sobrevivência, mortalidade e recrutamento, somente o recrutamento apresenta correlação marginal com a precipitação total ($r_s=-0,554$, $P=0,0496$) ocorrida no intervalo $i - 1$ e i (Figura 5).

Discussão

Taxas de sobrevivência específica da idade foram determinadas em *C. magna* do Uruguai (Kraus et al. 2005). Nessa população os adultos apresentam taxas baixas de sobrevivência quando comparadas com roedores menores, enquanto que os jovens possuem taxas maiores quando comparadas com outros mamíferos menores. Adicionalmente há um efeito de época de nascimento: caviás jovens, de sucessivas

coortes, apresentam taxas de sobrevivência no seu primeiro mês de vida progressivamente menores. A explicação para esta variação é, segundo Kraus et al. (2005), que as preás que nascem mais tarde no ano reprodutivo terão uma diminuição na quantidade/qualidade de alimento, enfrentarão temperaturas baixas, frequentes tempestades e alagamentos que são fatores explicativos desse padrão temporal de sobrevivência.

Em nosso estudo não modelamos as taxas específicas de sobrevivência para idade, mas sim o efeito das diferentes estações na probabilidade de sobrevivência das cavias de uma ilha estuarina. Os modelos com maior probabilidade não apoiam um efeito de estação na sobrevivência, mas apoiam variação ou não nesta devido ao sexo, onde o sexo com maior sobrevivência são as fêmeas. Na maioria das espécies de mamíferos as fêmeas vivem em média mais que os machos (Clutton-Brock e Isvaran 2007, Owens 2002). Grande parte das hipóteses a respeito do porquê as fêmeas vivem mais em média tenta explicar a mortalidade desviada para os machos por meio da teoria da seleção sexual. Esta evoca o maior potencial reprodutivo dos machos do que das fêmeas que resulta em grande competição intrasexual para acesso às fêmeas (Clutton-Brock e Parker 1992; Kvarnemo e Ahnesjo 1996).

Esta possível competição intrasexual em *C. magna* levou à evolução de dimorfismo sexual que é incipiente na espécie se manifestando no tamanho corporal dos machos que é maior que o das fêmeas (Ximenez 1980). A área de vida ocupada pelos machos também é maior nos machos e depende da estação e precipitação (Adrian e Sachser 2011; Kraus et al. 2003).

Esse dimorfismo pode explicar a grande diferença da taxa de captura exibida pelos sexos no inverno. Os machos de *C. magna* apresentam áreas de vida significativamente maiores do que as das fêmeas e que é dependente do nível de

alagamento do terreno. Quando o terreno apresenta grandes áreas submersas, nas áreas propícias ao uso, a área de vida dos machos aumenta e a das fêmeas diminui (Kraus et al. 2003). Nesse caso os desvios causados pela captura menor das fêmeas podem ser explicados por uma decrescente vulnerabilidade dos fêmeas como consequência de seu menor movimento e atividade.

As taxas de sobrevivência mensal de *C. magna* foram baixas (média de 0,664) principalmente se comparadas com aquelas obtidas para *C. intermedia* (0,81) (Salvador Fernandez 2008) e também com aquelas da população de *C. magna* do Uruguai (Kraus 2005). Nessa população, no momento de estabilidade, as taxas foram tão altas quanto 0,94. Na segunda parte do estudo as taxas caíram para uma média de 0,66 e a população declinou para a extinção devido à predação (Kraus e Rödel 2004). Durante o estudo na Ilha dos Marinheiros todos os potenciais predadores de *C. magna* citados por Ximenez (1980) foram observados e eventualmente coletados na mesma armadilha. Entre estes podemos citar *Didelphis albiventris* Lund, 1840 e *Lutreolina crassicaudata* Desmarest, 1804.

Não observamos desvios significativos da razão sexual apesar de uma possível taxa de sobrevivência maior das fêmeas. Esta constância na razão sexual não foi observada nos números dos indivíduos da população que apresentou um coeficiente de variação de 55%. Este coeficiente foi maior em populações do Uruguai (Kraus et al. 2003) e Argentina (Rood 1972). Os principais fatores que podem levar a flutuações populacionais de pequenos mamíferos estão explícitos nos modelos de “bottom up” em que os recursos alimentares são fundamentais (Oksanen et al. 2008), o modelo top-down em que predação (Klemola et al. 2004; Kraus e Rödel 2004; Kraus et al. 2005) ou doenças predominam (Smith et al. 2008) e ainda o o modelo de comportamento social em que as interações sociais envolvendo territorialidade ou infanticídio são a chave

(Blumstein 2000). Existem evidências que pelo menos dois desses modelos possam ser determinantes da instabilidade de populações de *C. magna*: o efeito da predação como documentado por Kraus e Rödel (2004) ou evidência circunstancial relatada nesse trabalho; e o modelo que considera os recursos alimentares. Bilenca et al. (1995) relatou a ocorrência de migração de *C. aperea* de áreas super exploradas para as bordas de campos de cultura. Kraus et al. (2003) registrou a imigração para a área de estudo de *C. magna* de 60 animais não-marcados a maioria adultos, neste caso devido ao alagamento.

A densidade populacional para *C. magna* desse estudo foi a mais alta registrada. Para efeitos de comparação usaremos o MNKA de animais médio e o tamanho do gradeado o que resulta em uma estimativa de densidade de 18 indivíduos. Esta densidade é alta quando comparada com aquela de populações tanto de *C. magna* (14 indivíduos/ha, Kraus et al.2003), *C. aperea* (8 indivíduos/ha, Asher et al. 2004; Bonaventura et al. 2003) ou *Cavia intermedia* (Salvador e Fernandez 2008b).

Efeitos dependentes de densidade na mortalidade foram incipientemente detectados por correlações positivas entre mortalidade e densidade populacional prévia, com exceção da mortalidade do mês que apresentou as temperaturas mais baixas no ano. Apreciamos ao longo do estudo um decréscimo do tamanho populacional com taxas de mortalidade mais elevadas do que as de nascimento com exceção dos meses de picos de nascimentos. É provável que estudos que investiguem a dinâmica da migração entre populações de *Cavia* esclareçam melhor as relações de mortalidade, recrutamento e tamanho populacional nessa espécie.

Cavia magna apresenta *status* de conservação vulnerável no Rio Grande do Sul (FZB,2013) e exhibe características peculiares que a tornam susceptível ao declínio de suas populações. A espécie possui distribuição geográfica relativamente restrita, ocorrendo apenas no Uruguai e no sul do Brasil, próximo à costa do Atlântico

(Ximenez, 1980; Oliveira e Boinvicino, 2006). É um roedor atípico, pois apresenta uma baixa taxa reprodutiva, exibindo uma reprodução sazonal, depois de um longo período de gestação (em torno de 60 dias) as fêmeas dão à luz a pequenas ninhadas de um ou dois filhotes, e o número máximo de filhotes que uma fêmea produziu por ano foi quatro (Kraus et al., 2003; Kraus et al., 2005). São animais sujeitos a altas pressões de predação, o que pode ser constatado pela articulação de alguns hábitos em seu comportamento, tais como, não exibem formação aparente de grupos, possuindo um sistema social solitário, somente durante o forrageio formam agregados esparsos para aumentar a vigilância, apresentam capacidade de tornarem-se imperceptíveis aos predadores sob a vegetação densa e presença de hábitos crepusculares e noturnos (Kraus et al. 2003; Adrian e Sachser 2011).

Além dessas características intrínsecas à espécie, as populações de preás têm sido impactadas por perturbações antrópicas. Atualmente, a zona costeira e litorânea do Rio Grande do Sul vem sofrendo um eminente aumento nas atividades humanas, o que pode representar uma ameaça à fauna e à flora, em consequência da alteração, fragmentação e destruição dos habitats. Como *C. magna* habita esses ambientes costeiros e está estreitamente relacionada à ambientes alagados (Ximenez, 1980), a espécie é prejudicada principalmente por intervenções no que se referem à drenagem de banhados para a criação de gado e agricultura e ao aterro de áreas úmidas e supressão de formações vegetais nativas para a expansão imobiliária e portuária. Sendo assim, aprofundar o conhecimento em relação aos aspectos reprodutivos e populacionais de *C. magna* pode contribuir para o planejamento de medidas mais efetivas para a conservação dessa espécie.

Acknowledgements

Agradecemos à Capes pela bolsa concedida à primeira autora e ao ICMBIO pela concessão da licença de captura para marcação.

Cavia magna Ximenez 1980 has restricted geographical distribution, occurring only in Uruguay and southern Brazil. Like other caviomorph, but more extremally, changed throughout its evolution high fertility for high-survival of juveniles. We herein describe the seasonal population dynamics of *C. magna* of an estuarine island, in order to bring information to support future conservation of this species classified as vulnerable in Rio Grande do Sul. The population was sampled monthly for 13 months through mark-recapture methods. Sampling effort of 3445 trap/nights in an area of less than 1 hectare resulted in 129 animals captured on 404 occasions. The population density is high with the predominant presence of adult animals. However, survival rates are low, with sex dependence (with females showing higher survival rates), but not season. Males are more likely to be captured and there is a season dependence related to the females who had low catchability in winter. Density dependent effects on mortality were detected by incipient positive correlations between mortality and previous population density, with the exception of the month mortality that showed the lowest temperatures in the year. We recorded throughout the study a decrease in population size with higher mortality rates than birth except for the months of parturition. It is likely that studies investigating the dynamics of migration between populations *Cavia* better clarify the mortality relations, recruitment and population size in this species.

Referências

- Alho, C.J.R. (1982) Brazilian rodents: their habitats and habits , In M.A. Mares e Genoways H.H. Mammalian Biology in South America, Symposia in Ecology 143-166.
- Anderson DR, Burnham KP e White GC (1994) AIC model selection in overdispersed capture-recapture data. *Ecology* 75: 1780–1793.
- Blumstein, D.T. (2000) The evolution of infanticide in rodents: a comparative analysis. In: Infanticide by males and its implications (C. van Schaik and C.H. Janson, eds.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Bonvicino, C.R., Oliveira, J.A. e D'Andrea, P.S. (2008) Guia dos Roedores do Brasil. Rio de Janeiro: OPAS/OMS. 120p.

- Boulanger JG e Krebs CJ (1996) Robustness of Capture-Recapture Estimators to Sample Biases in a Cyclic Snowshoe Hare Population *Journal of Applied Ecology* 33: 530-542.
- Burnham, K. P. e Overton, W. S.(1979) Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* 60 927-936.
- Caswell H. (1989) Life history strategies. In: Cherrett JM (ed) *Ecological concepts*. Blackwell Oxford. 285-308.
- Cherem, J., Olimpio, J. e Ximenez, A. (1999) Descrição de uma nova espécie do gênero *Cavia* Pallas, 1776 (Mammalia-Caviidae) das Ilhas Moleques do Sul, Santa Catarina, Sul do Brasil. *Biotemas*, 12(1):95-117.
- Clutton-Brock T.H, Parker G.A. (1992) Potential reproductive rates and the operation of sexual selection. *Q. Rev. Biol.* 67:437–456.
- Clutton-Brock T.H. e K Isvaran. (2007) Sex differences in ageing in natural populations of vertebrates. *Proc R. Soci B.* 274:3097 – 104
- Clutton-Brock, T.H. (1989) Mammalian mating systems. *Proceedings of the Royal Society B* 236: 339-372.
- Cooch E. e White G. (2014) Program MARK. "A gentle introduction". Colorado: Colorado State University.
- Dunnum, J.L., Salazar-Bravo, J. (2010) Molecular systematics, taxonomy and biogeography of the genus *Cavia* (Rodentia: Caviidae) *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 48 (4): 376-388.
- Fernandez F.A.Z (1995) Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura. *Oecologia Brasiliensis* 2:1–26.
- Flynn, J.J., Wyss, A.R. (1998) Recent advances in South American mammalian paleontology. *Trends in Ecology and Evolution* 13(11) 449-454.
- Furnari, N. (2011) Comportamento e organização social do preá *Cavia intermedia*, uma espécie endêmica das ilhas moleques do sul, Santa Catarina. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Gannon, W.L. Sikes, R.S (2011) Animal care and use Committee of the American society of Mammalogists (2011) Guidelines of the American society of mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 92(1):235-253.
- Gava, A., Santos, M. & Quintela, F. (2011) A new karyotype for *Cavia magna* (Rodentia: Caviidae) from an estuarine island and *C. aperea* from adjacent mainland. *Acta Theriologica*, 6p.
- Gentile, R. & Fernandez, F. A. S. (1999) Influence of habitat structure on a streamside small mammal community in a Brazilian rural area. *Mammalia* , n.63, v.1, p. 29-40.

- Grimm A., Gruber B. e Henle K. (2014) Reliability of different mark-recapture methods for population size estimation tested against reference population sizes constructed from field data. *PlosOne* 9(6): e98840.
- Honek A. (1993) Intraspecific variation in body size and fecundity in insects - a general relationship *Oikos* 66:483-492.
- Hutchings, J.A. (1993) Adaptive life histories effected by age-specific survival and growth rate. *Ecology* 74:673-684.
- IUCN- www.iucnredlist.org.br. Acesso em 07 de janeiro de 2015.
- Jolly GM (1965) Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration - Stochastic model. *Biometrika* 52, 225–247
- Kvarnemo C, Ahnesjo I 1996. The dynamics of operational sex ratios and competition for mates. *Trends Ecol Evol.* 11(10):404 – 8
- Klemola, T., Tanhuanpaa, M., Korpimäki, E. & Ruohomaki, K. (2002) Specialist and generalist natural enemies as an explanation for geographical gradients in population cycles of northern herbivores. *Oikos* 99, 83–94
- Kraus, C., Kunkele, J., Trillmich, F. (2003) Spacing behavior and its implications for the mating system of a precocial small mammal: an almost asocial cavy *Cavia magna*. *Animal Behaviour* 66: 225-238.
- King, C.M. (1956) Social relations of the domestic guinea pig living under semi natural conditions. *Ecology*, 37(2) 221-228.
- Kraus, C. e Rodel, H.G. (2004) Where have all the cavyes gone? Causes and consequences of predation by the minor grison for a wild cavy population. *Oikos* 105:489–500.
- Kraus, C., Thomson, L., Kunkele, J., Trillmich, F. (2005) Living slow and dying young? Life-history strategy and age-specific survival rates in a precocials mall mammal. *Journal of Animal Ecology.* 74: 171-180.
- Messias, M.R. (1995) *Biologia Comportamental de Cavia aperea (Mammalia: Caviidae) em área aberta no estado de São Paulo.* Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Nichols J.D. (1986) On the use of enumeration estimators for interspecific comparisons, with comments on a “trappability” estimator. *Journal of Mammalogy* 67:590–593.
- Nimer E. (1989) *Climatologia do Brasil.* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421 p.
- Nowak, R.M. (1991) *Walker's mammals of the world (5 edição)* Baltimore: John Hopkins University Press.

- Oksanen, T., Oksanen, L., Dahlgren, J. & Olofsson, J. (2008) Arctic lemmings, *Lemmus* spp. and *Dicrostonyx* spp.: integrating ecological and evolutionary perspectives. *Evol. Ecol. Res.* 10, 415–434
- Owens I.P.F. (2002) Sex differences in mortality rate. *Science* 297:2008–2009
- Olimpio, J. (1991) Morfologia, ecologia e biogeografia de uma nova espécie de *Cavia* (Mammalia:Caviidae), numa das Ilhas Moleques do Sul no litoral de Santa Catarina – Brasil. Monografia de Bacharelado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- Partridge, L., Sibly, R. (1991) Constraints in the evolution of life histories. *Philos Trans R Soc Lond Ser B* 332:3-13.
- Pollock KH (1982) A capture-recapture design robust to unequal probability of capture. *The Journal of Wildlife Management*, vol. 46, no. 3, p. 752-757.
- Punzo, F. (2010) *Desert arthropods: Life History Variations*. Springer. 230p.
- Ricklefs R. E. (1990) *Ecology*. 3rd edn. Freeman, New York.
- Rood, J.P., Weir, B.J. (1970) Reproduction in female wild guinea-pigs. *Journal of Reproduction e Fertility* 23: 393-409.
- Rood, J. P. (1972) Ecological and behavioral comparisons of three genera of Argentine cavy. *Animal Behaviour Monographs* 5: 1-83.
- Roof, A.D (2007) Contributions of genomics to life-history theory. *Nature Reviews Genetics* 116-125.
- Salvador, C.H.O. (2006) *Biologia da conservação na teoria e na prática: o estudo de caso de Cavia intermedia*, um dos mamíferos mais raros do planeta. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Salvador, C.H.O. e Fernandez, S.A.F. (2008a) Population dynamics and conservation status of the insular cavy *Cavia intermedia* (Rodentia: Caviidae). *Journal of Mammalogy* 89(4), 909-915.
- Salvador, C.H.O. e Fernandez, S.A.F. (2008b) Reproduction and growth of a rare, island-endemic cavy (*cavia intermedia*) from southern Brazil. *Journal of Mammalogy* 89(4):909–915.
- Stearns, C. S. (1992) *The evolution of life histories*. Oxford: Oxford University Press.
- Tagliani, C. (2006) Estudo de caso da Ilha dos Marinheiros, estuário da Laguna dos Patos, RS, Brasil: diagnóstico ambiental, modelo de elevação digital e avaliação de vulnerabilidade frente à cenários de elevação do nível do mar, Rio Grande.
- Weir, B. J. (1974) Reproductive characteristics of hystricomorph rodents. *Symposium of the Zoological Society of London* 34: 265-301.

White G.C. e Burnham K.P. (1999) Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, 46, 120–139.

Villwock, J. A.; Tomazelli, L. J.; Loss, E. L.; Dehnhardt, E. A.; Horn, N. O. ; Bachi, F. A. & Dehnhardt, B. A. (1986). Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: Rabassa, J. ed. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula. A. A. Balkema, Rotterdam. 4:79-97.

Ximenez, A., (1980) Notas sobre el género *Cavia* Pallas con La descripción de *Cavia magna* SP. N. (Mammalia:Caviidae). *Revista Nordestina de Biología*. 3 145-179.

Zonneveld, C. (1996) Being big or emerging early? Polyandry and the trade-off between size and emergence in male butterflies. *Am Nat* 147:946-965.

Anexo 1: Gráficos e tabelas

Tabela 1. Resumo das estatísticas de seleção do modelo para a sobrevivência (ϕ) e a captura (ρ) de *Cavia magna* de uma ilha estuarina do extremo sul do Brasil, de Dezembro de 2011 ao mesmo mês de 2012, específicos para estação. As variáveis consideradas foram estação ((**es**) verão, outono, inverno e primavera) e grupo ((**g**) sexo). O ponto (.) ao lado dos parâmetros indicam independência de tempo. Encontram-se relatados o número de parâmetros estimados (K), os desvios ajustados (QDes), o critério de informação de Akaike ajustado (quasi-probabilidade) e para amostragens pequenas (QAICc), a diferença entre o menor valor QAICc (com a maior probabilidade e mais parcimonioso) e o valor do modelo em consideração (Δ QAICc) e os pesos Akaike para cada modelo (w_i).

	Modelo	K	QDes	QAICc	Δ QAICc	w_i
1	$\phi.*g ; \rho_{es}*g$	10	188,774	350,972	0,000	0,432
2	$\phi. ; \rho_{es}*g$	9	191,424	351,422	0,450	0,345
3	$\phi_{es}*g ; \rho.*g$	10	193,455	355,653	4,681	0,042
4	$\phi_{es}*g ; \rho.$	9	195,851	355,849	4,878	0,038
5	$\phi. ; \rho_{es}$	5	204,614	356,024	5,052	0,035
6	$\phi.*g ; \rho_{es}$	6	203,044	356,570	5,598	0,026
7	$\phi_{es} ; \rho_{es}*g$	12	190,632	357,293	6,321	0,018
8	$\phi_{es}*g ; \rho_{es}$	12	190,744	357,405	6,433	0,017
9	$\phi. ; \rho.$	2	213,043	358,224	7,252	0,012
10	$\phi_{es}*g ; \rho_{es}*g$	16	182,466	358,323	7,352	0,011
11	$\phi.*g ; \rho.$	3	211,745	358,982	8,011	0,008
12	$\phi. ; \rho.*g$	3	212,907	360,144	9,173	0,004
13	$\phi.*g ; \rho.*g$	4	210,869	360,183	9,211	0,004
14	$\phi_{es} ; \rho.$	5	209,196	360,606	9,634	0,004
15	$\phi_{es} ; \rho_{es}$	8	203,772	361,592	10,621	0,002



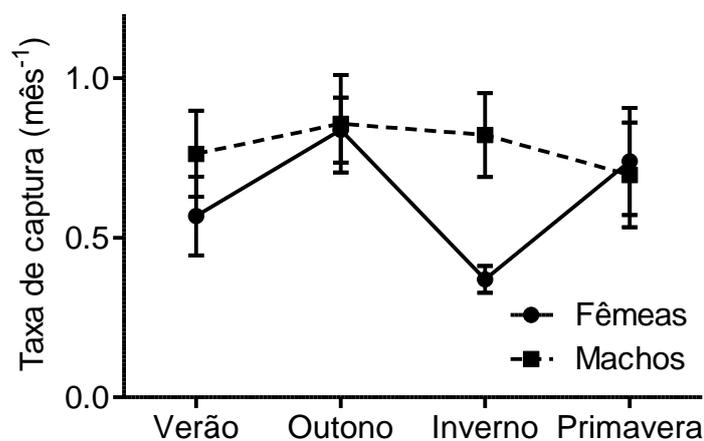


Figura 2. Taxas de sobrevivência mensais constantes e diferentes entre os grupos e probabilidades sazonais de capturas de fêmeas e machos de *C. magna* da Ilha dos Marinheiros como estimadas segundo o modelo $\phi \cdot g$; $\rho_{\text{estação}} \cdot g$, juntamente com os erros padrões.

Tabela 2. O número de animais marcados (n_i) categorizados por sexo e a razão sexual estimada usando-se o Número Mínimo de Animais Conhecidos Vivos (MNKA) de *Cavia magna* da Ilha dos Marinheiros, uma ilha estuarina do Sul do Brasil, de Dezembro de 1011 até o mesmo mês de 2012.

Mês	n_i			MNKA			Razão Sexual
	Sexo		Total	F	M	Total	F/M
	F	M					
Dez	4	4	8	4	4	16	1,0:1
Jan	4	12	16	6	14	20	0,4:1
Fev	13	12	25	16	16	32	1,0:1

Mar	5	5	10	16	10	26	1,6:1
Abr	4	3	7	16	8	22	2,0:1
Mai	5	7	12	13	12	25	1,1:1
Jun	7	6	13	10	11	21	0,9:1
Jul	5	3	8	8	9	17	0,9:1
Ago	2	3	5	4	7	11	0,6:1
Set	1	1	2	5	5	10	1,0:1
Out	1	3	4	5	5	10	1,0:1
Nov	9	6	15	13	6	19	2,2:1
Dez	2	2	4	2	2	4	1,0:1
Total	62	67	129	-	-	18*	

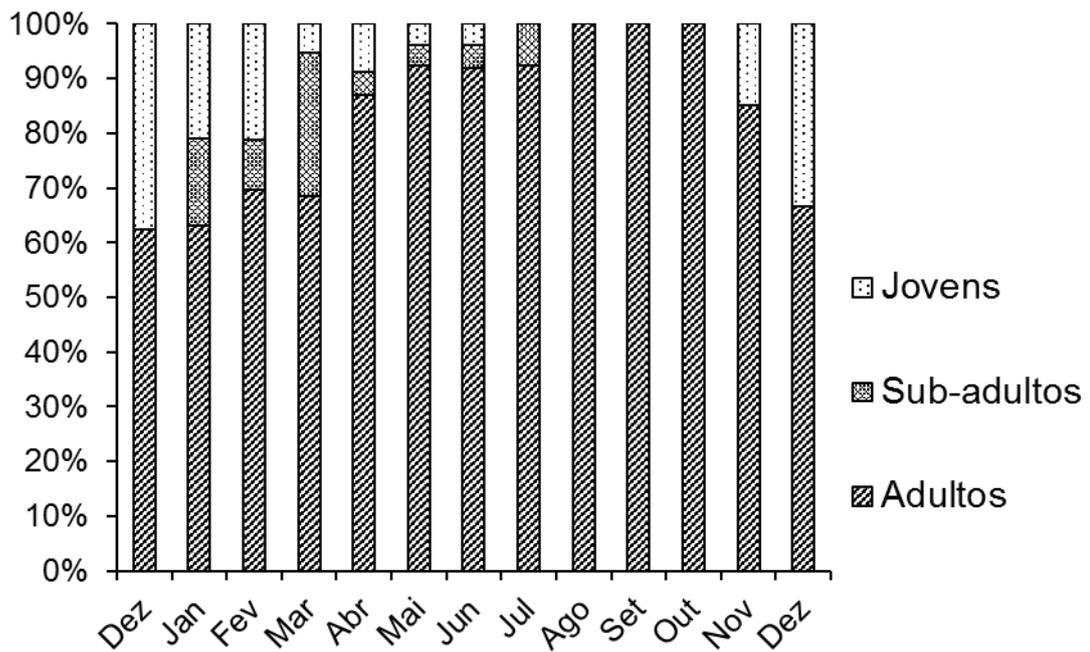


Figura 3: Estrutura etária de *Cavia magna* de uma ilha estuarina do extremo sul do Brasil entre Dezembro de 2011 e Dezembro de 2012. As classes consideradas foram “Jovens” (≤ 400 g), “Sub-adultos” (401-499 g) e “Adultos” (≥ 500 g).

CI

Tabela 3. Parâmetros populacionais estimados para *Cavia magna* da Ilha Marinheiros, do Sul do Brasil, de Dezembro de 2011 ao mesmo mês de 2012. Tamanho populacional estimado N_i e o intervalo de confiança 95 % inferior à média (CI) e o superior para cada mês (i). Estão relatados também a taxa de sobrevivência mensal ($\phi_{i, i+1}$), recrutamento ($B_{i, i+1}$) e mortalidade ($D_{i, i+1}$). Valores abaixo são as médias (\bar{X}), os desvios padrões (SD) e os coeficientes de variação (CV).

Mês (<i>i</i>)	N_i^a	Mínimo	Máximo	$\phi_{i, i+1}^b$	$B_{i, i+1}^c$	$D_{i, i+1}^d$
Dez	20	13	38	ne	11	ne
Jan	31	24	50	1	3,9	0,0
Fev	44	37	61	0,513	26,2	21,4
Mar	22	20	35	0,49	0,0	11,2
Abr	47	35	72	0,868	2,4	6,2
Mai	58	44	84	0,764	6,5	13,7
Jun	44	34	68	0,676	11,2	14,3
Jul	21	16	37	0,234	9,6	16,1
Ago	19	16	32	0,907	0,9	1,8
Set	11	7	22	0,538	0,7	5,1
Out	11	11	26	0,839	1,0	1,8
Nov	47	34	72	0,733	16,9	12,5
Dez	11	10	24	0,404	0,0	6,6
\bar{X}	30	23	48	0,664	6,608	9,225
SD	16	12	21	0,23	8,153	6,635
CV	55	31	61	35	123	72

^aO tamanho populacional e os CI (95%) foram obtidos segundo o modelo Mh (Burnham e Overton 1979).

^bEstimativas obtidas segundo o modelo Cormack Jolly-Seber para populações abertas.

^cEstimativas obtidas segundo Jolly-Seber para populações abertas como implementado na formulação POPAN apresentada no programa MARK.

^d $D_{i, i+1} = (1 - \phi_{i, i+1}) \times N_i$.

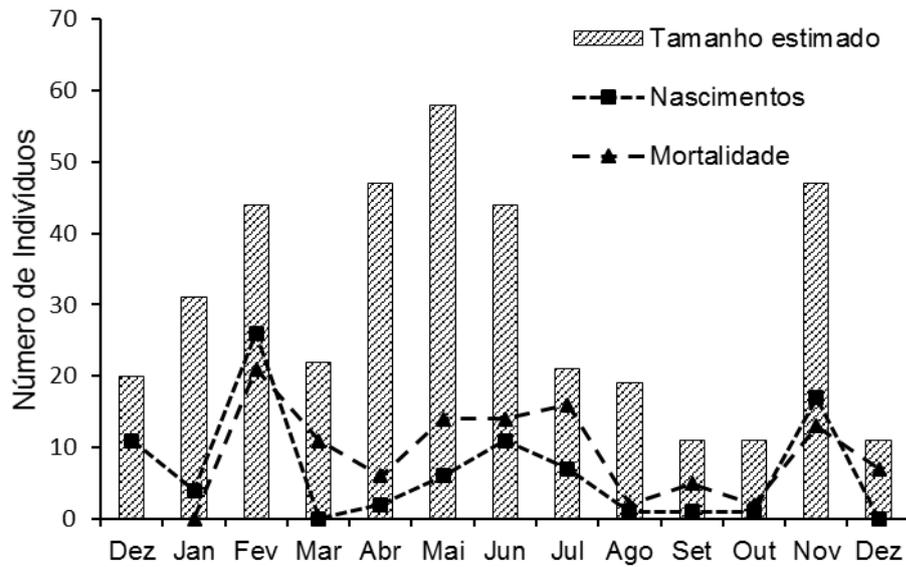


Figura 4: Parâmetros demográficos de *Cavia magna* de uma ilha estuarina do extremo sul do Brasil entre Dezembro de 2011 e Dezembro de 2012 e a sua relação com os tamanhos populacionais estimados

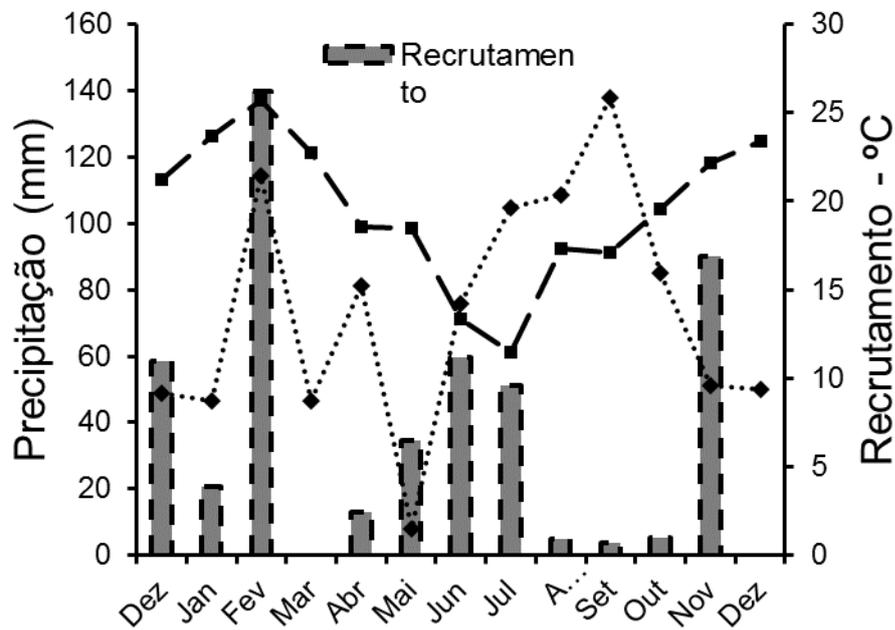


Figura 5. Temperatura média mensal e precipitação total registrada entre Dezembro de 2011 e o mesmo mês do ano seguinte em Rio Grande e recrutamento estimado para *Cavia magna* da Ilha Marinheiros, estuário da Laguna dos Patos, RS, Brasil. Fonte:XXXXX

Anexo 2: Instruções para publicação

Disponível em: <http://asmjournals.org/>

Preparation of Manuscripts

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

1. Title Page

Name and contact information of the author to whom correspondence and proofs should be sent in the upper left corner(single spaced)

Running Header (a short identification, not a title, 40 characters or fewer 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 or fewer)

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)

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: NO heading for "ABSTRACT" Key words, up to 10, alphabetized, "*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 synt Acknowledgments (note the spelling).

A summary in another language, usually a translation of the abstract, may be included after the Discussion, if appropriate. Translations of abstracts in Spanish or Portuguese are REQUIRED for all studies conducted in Latin America.

In the Literature Cited, put authors' names in upper and lower case letters (NOT all capitals) or small caps. Figure legends should be on a separate page following Literature Cited Put each table on a separate page WITH the table legend.

Appendices, if necessary. Figures should be submitted as a SEPARATE FILE. All other text, including tables, can be in the "article file."

All parts of the manuscript, including Literature Cited, should follow style and format of papers in the most recent volume of Journal of Mammalogy. The Journal standard for style is the CSE style manual (2006.

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 pt Times New Roman font. Italicize all scientific names. In general, 2 levels of organization are used: primary headings (centered and in large and small capitals) and secondary headings (indented at beginning of paragraph, italicized, and followed by period and dash). Italicized scientific names (genus and species) of all organisms other than domesticated animals should be given with the common name at 1st use, in both abstract and body of paper. Use Arabic numerals for all numbers, even those <10.

In Materials and Methods, include a statement indicating whether research on live

animals followed ASM guidelines (Journal of Mammalogy 92:235–253, 2011) 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. **DO NOT SUBMIT MATERIALS IN OFFICE 2007 OR 2010 FORMATS—use 97–2003 format . NOT ALL REVIEWERS CAN PROCESS .docx, .xlsx, OR .pptx FILES AT THIS TIME.**

Tables should conform to JM format: horizontal lines across the top, 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 typically will be reduced to 9 cm width for publication, so lettering and symbols must be large enough to withstand reduction and be legible. Place figure legends within figures, or above or below figures, rather than to the side, as legend boxes to the side of figures causes figures to be reduced even smaller to fit the 9-cm width. Put figure number 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. If the figure will appear in print, the authors will be charged \$1,000 each, which 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 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. 4

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.

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.

f. Online Sources

BEYER, H. L. 2004. Hawth's Analysis Tools for ArcGIS.

<http://www.spatial ecology.com/htools>. Accessed 17 May 2008.

ILLINOIS STATE WATER SURVEY. 2009. Illinois climate.

<http://www.isws.illinois.edu/atmos/statecli/>. Accessed 4 Dec 2009.

Do not cite submitted manuscripts or unpublished data in the manuscript
or list them in Literature Cited.