

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

ALANA DRIELLE ROCHA

**Ecologia de *Athene cunicularia* (Molina 1782) (Aves,
Strigidae) no litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil**

**São Carlos, SP
2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**

ALANA DRIELLE ROCHA

Ecologia de *Athene cunicularia* (Molina 1782) (Aves, Strigidae) no litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil.

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (área de concentração: Ecologia e Recursos Naturais) no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, SP.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Olinto Branco

**São Carlos, SP
2020**



Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Alana Drielle Rocha, realizada em 12/05/2020, com o título: Ecologia de *Athene cunicularia* (Molina, 1782) (Aves, Strigidae) no litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Joaquim Olinto Branco (UFSCar), participando à distância

Prof. Dr. Manoel Martins Dias Filho (UFSCar), participando à distância

Prof. Dr. Reinaldo José de Castro (UFSCar), participando à distância

Prof. Dr. Carlos Eduardo Matheus (USP), participando à distância

Prof. Dr. Fábio Henrique Comin (IPT), participando à distância

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A Ata de Defesa, assinada pelos membros da Comissão Julgadora, consta no Sistema Eletrônico de Informações da UFSCar (SEI) e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico essa tese aos meus pais, Odonis Rocha e Joana D'arc da Silva Rocha, aos meus irmãos Aline Daniela Rocha, Aila Daiana Rocha e Odonis Rocha Júnior e a minha tia e Professora Odete Rocha, que com muito amor, carinho, suporte e incentivo não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida e que continuam me apoiando nos meus objetivos. Amo todos vocês!

Ao professor Dr. Joaquim Olinto Branco pela orientação, confiança, estímulo, amizade e, principalmente, seu exemplo como profissional dedicado e competente, contribuindo muito para o meu desenvolvimento na pesquisa.

À CAPES pelo auxílio financeiro e concessão da bolsa de estudos, imprescindível para a realização deste doutorado.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais pela minha formação acadêmica em níveis de Mestrado e Doutorado; à Coordenação do Curso e à Secretaria do Programa por todo o apoio concedido para a realização da Pós-Graduação.

À Cintia Cardoso, pelos ótimos momentos juntas, força e paciência dedicada a mim nessa etapa da minha vida.

Às amigas de São Carlos, que mesmo longe sempre me ajudaram e estiveram presentes: Babi, Greicy, Marcela, Maíra e Mary.

Às amigas Gabriela e Débora, pelos momentos de descontração, pelo incentivo profissional e emocional, além da amizade dentro e fora da vida acadêmica, que com certeza levarei por toda a vida!

Aos meus amigos do laboratório de Zoologia da Univali – Itajaí – SC, Adriana, Alexandre, Aline, Dagoberto, Fabiane, Germano, Julia, Larissa e Tamara pela convivência, risadas e momentos de descontração.

Aos amigos que fiz em Itajaí: Vini, Yan e Val, obrigada pelo apoio e maravilhosa convivência.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e que compartilharam momentos importantes nessa jornada.

Dedico essa tese ao meu pai.

RESUMO

A espécie *Athene cunicularia* (Molina, 1782) é uma ave de rapina que habita quase todo o continente americano. Os estudos referentes a essa espécie fornecem subsídios para o planejamento e gestão de ambientes visando a preservação de espécies da avifauna, visto que as aves de rapina podem ser utilizadas como indicadores do grau de conservação dos ecossistemas. Além disso, esta espécie tem importante papel funcional nos ecossistemas naturais atuando no controle populacional de insetos e roedores. Visando aprofundar o conhecimento ecológico sobre *A. cunicularia* e entendendo que o conhecimento sobre a relação das espécies com seu habitat é importante para a conservação das mesmas, neste trabalho foi desenvolvido um estudo populacional desta espécie em quatro áreas de dunas no litoral de Santa Catarina, as praias do Interpraias, Navegantes, Barra Velha e Praia Brava, o que permitiu a elaboração de três capítulos. No primeiro capítulo são apresentados os resultados relativos à flutuação populacional entre as praias ao longo de três anos e com informações acerca de medidas biométricas dos exemplares capturados. No segundo trabalho foi analisada a influência do entorno sobre as repostas de alarme da coruja frente à aproximação de humanos e apresentadas as categorias comportamentais observadas durante o decorrer do dia. Por fim, no terceiro capítulo foram analisadas e comparadas as dietas da coruja buraqueira nas áreas estudadas, conforme o entorno. Considerando-se os três estudos conclui-se: 1 – A população de *A. cunicularia* tende a diminuir com aumentos dos distúrbios na região onde está inserida. 2 – Houve diferença nas respostas da coruja buraqueira em relação à aproximação humana nas regiões estudadas, possivelmente em consequência do entorno urbanizado. 3 - A espécie apresentou diversos comportamentos similares ao longo do dia, contudo, no período noturno existe predominância do comportamento de forrageio; 4 – A coruja buraqueira é generalista e oportunista na sua alimentação, pois se alimenta dos itens mais abundantes nas regiões onde estão inseridas, desde invertebrados a pequenos vertebrados, apresentando contudo, diferenças significativas em suas escolhas, entre os sítios amostrados, reflexo das diferentes ocupações do entorno. Conclui-se, portanto, que a coruja buraqueira, *A. cunicularia* é uma espécie que possui plasticidade comportamental e alimentar em resposta ao ambiente. Contudo, os distúrbios urbanos podem prejudicar sua permanência na região, o que evidencia a necessidade de ações estratégicas efetivas para preservação dos habitats naturais os ambientes onde se encontra inserida.

Palavras chave: Coruja-buraqueira, ecologia trófica, reprodução, conservação, egagrópilas.

ABSTRACT

Athene cunicularia (Molina, 1782) is a bird of prey that inhabits much of the Americas. The studies related to this species provide subsidies for the planning and management of environments direct at the preservation of avifauna species, since birds of prey can be used as indicators of the degree of conservation of ecosystems, furthermore it is an important functional role in natural ecosystems acting in the population control of insects and rodents. Aiming to deepen the ecological knowledge about *A. cunicularia* and understanding that knowledge about the relationship of species with their habitat is important for their conservation, this work developed a population study of the species in four dune areas on the coast of Santa Catarina, the beaches of Interpraias, Navegantes, Barra Velha and Praia Brava and led to the elaboration of three chapters. The first followed the population fluctuation in the beaches over three years and brought information about biometric measurements of the specimens captured between the four coastal regions of Santa Catarina. The second work presented the behavioral categories of owls during the course of the day and analyzed the influence of the environment on the owl's alarm responses when approaching humans. Finally, in the third chapter, the burrowing owl diet in the studied areas was analyzed and compared according to the surroundings. Considering the three studies, it is concluded: 1 - Owls have biometries similar to the subspecies described for the region and their population tends to decrease with increases in disturbances in the region where it is inserted. 2 - The owl has several similar behaviors throughout the day, however, the night time proved to be the main one for its feeding, also, it has difference in the responses to the approach in the studied regions, a possible consequence of the urbanized environment. 3 - The burrowing owl is generalist and opportunistic in its feeding, as it feeds on the abundant items in the regions where they are inserted, from invertebrates to small vertebrates, however it showed significant differences between its choices in the sampled sites. Therefore, the burrowing owl, *A. cunicularia*, is a species that has adapted to the urban environment, but disturbances can still impair the species success in several regions. The results presented here show great local dependence of *A. cunicularia* for feeding resources and natural areas for breeding. Future conservation of the environment in which they are inserted are essential for this species persistence.

Key words: burrowing owl, trophic ecology, reproduction, conservation, pellets.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
INTRODUÇÃO GERAL	11
OBJETIVOS	
Objetivo Geral	14
Objetivos específicos	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

CAPÍTULOS

CAPÍTULO I - Flutuação populacional e caracterização corpórea de <i>Athene cunicularia</i> (Molina 1782) litoral de Santa Catarina.....	17
--	-----------

RESUMO	17
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	20
Área de estudo	20
Captura dos exemplares	22
Análise dos dados	23
RESULTADOS	23
Sítios	24
Flutuação populacional	24
Reprodução	25
Biometria	27
DISCUSSÃO	29
AGRADECIMENTOS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

CAPÍTULO II - Comportamento de <i>Athene cunicularia</i> (Molina 1782) no litoral de Santa Catarina, Brasil e a influência da urbanização na atividade diária.	35
---	-----------

RESUMO	35
ABSTRACT	36
INTRODUÇÃO	37
MATERIAL E MÉTODOS	39
Área de estudo	39

Registro dos comportamentos	39
Análise dos dados	42
RESULTADOS	42
Distância de Alarme	42
Categorias comportamentais	43
Frequência dos comportamentos	45
DISCUSSÃO	47
AGRADECIMENTOS	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

**CAPÍTULO III - Food ecology of the burrowing owl *Athene cunicularia*
(Molina, 1782) on the coast of Santa Catarina, Brazil 55**

RESUMO	55
ABSTRACT	56
INTRODUCTION	57
MATERIAL AND METHODS	59
Areas of study	59
Sampling owl pellets	60
Data analyses	61
RESULTS	62
DISCUSSION	66
ACKNOWLEDGMENTS	70
REFERENCES	70

CONCLUSÃO GERAL 75

CONSIDERAÇÕES FINAIS 76

APÊNDICES 78

APRESENTAÇÃO

Este trabalho é o resultado da pesquisa de doutorado desenvolvida ao longo de quatro anos nas regiões de dunas do litoral centro norte de Santa Catarina Brasil, com o projeto intitulado “Ecologia de *Athene cunicularia* (Molina 1782) (Aves, Strigidae) no litoral de Santa Catarina, Brasil” “ sob licença do SISBIO N° 56557-4 que autorizou a coleta de exemplares assim como dos materiais orgânicos recolhidos (regurgitos). Este trabalho foi desenvolvido sob a orientação do Prof. Dr². Joaquim Olinto Branco, docente e pesquisador da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) e trata de aspectos da biologia populacional da coruja *Athene cunicularia*.

A tese é composta de uma introdução geral, que busca sintetizar os dados pré-existentes acerca da espécie a ser estudada e três capítulos em formato de artigos com conclusões finais e referências. Os três artigos visam a publicação, porém com as figuras próximas ao texto correspondente e espaçamento maior que o solicitado pelas revistas para melhor visualização, o que para posterior submissão serão adaptados às normas de cada uma escolhida. A estruturação de todos os capítulos está de acordo com o Regimento Interno e Normas Complementares (2015) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos: “As revistas ou periódicos nacionais pretendidos deverão, necessariamente, estar contempladas entre aquelas conceituadas com nível A1, A2, B1, B2 ou B3 (Qualis/CAPES) ou em revistas com fator de impacto superior a 0.156”.

Por fim, as conclusões gerais sumarizam os novos conhecimentos obtidos com o presente estudo e pretendem contribuir com informações sobre a espécie e sua relação com o habitat ao qual está inserida.

INTRODUÇÃO GERAL

A elevada riqueza de habitats favoráveis em relevos de baixa altitude, acoplada ao longo isolamento do continente sul-americano do restante das Américas e de outros continentes faz com que a região Neotropical possua a mais rica e variada diversidade de avifauna do mundo (Stotz et al. 1996). De acordo ainda com Stotz et al. (1996), 4037 espécies ocorrem nesta região, compreendendo 80 famílias, das quais 23 são endêmicas da Região Neotropical, distribuídas desde o sul do México até a Terra do Fogo (Sick 1997). Esta região abriga ainda muitas espécies migratórias que a cada ano fogem dos invernos frios do Hemisfério Norte (Scott 1974). No Brasil a avifauna é bem extensa e variada com 1901 espécies, das quais 253 são endêmicas e 173 consideradas espécies ameaçadas de extinção (CBRO 2015, Avibase 2020).

Dentre essa grande diversidade encontram-se as chamadas aves de rapina, adaptadas para a caça ativa (Motta- Júnior et al. 2017). No território brasileiro ocorrem representantes de quatro ordens, Accipitriformes: águias e os gaviões, Falconiformes: falcões e carcarás, Cathartiformes: urubus e condors e os Strigiformes: corujas, mochos e caburés. Aproximadamente 11% de todos Strigiformes ocorrem no Brasil (Sick 1997, Motta-Júnior. et al. 2017).

A Ordem Strigiformes se divide em Tytonidae e Strigidae, sendo essa última família a mais representativa no Brasil (Motta-Júnior. et al. 2017). As corujas Strigidae possuem tamanho variando entre 12 a 71 cm de comprimento, corpo robusto e asas amplas que variam de curta a longas, assim como suas caudas arredondadas. As pernas são curtas e possuem cabeça grande presa a um curto pescoço. O disco facial é redondo ou oval e nele estão localizadas frontalmente os olhos e um curto bico recurvado (Sick 1997, Scott 1974). A audição e visão são aguçadas e possuem garras fortes adaptadas para a caça. Possuem visão

binocular, com capacidade de aumento do campo de visão por meio da movimentação da cabeça abrangendo até 270°.

A audição das corujas é bem desenvolvida possibilitando detectar sons de baixa frequência e auxilia na localização e detecção de movimentos das presas, mesmo em longas distâncias (Sick 1997). A plumagem das várias espécies exhibe combinações de marrom, negro, cinza e branco. Os sexos são semelhantes, sendo as fêmeas ligeiramente maiores (Earhart & Johnson 1970, Martin 1973, Amadon 1975, König et al. 2008). São aves predadoras que se alimentam de vertebrados e invertebrados, adaptando a dieta conforme a disponibilidade de alimento no ambiente e tamanho da ave. Há corujas de tamanhos maiores, como a espécie *Bubo virginianus* e menores como a espécie *Glaucidium minutissimum*. Uma espécie de Strigidae com ampla ocorrência na região Neotropical é *Athene cunicularia*, a coruja buraqueira (Sick 1997, Avibase 2020).

A espécie *A. cunicularia* (Molina, 1782) ocorre no continente americano, do sul do Canadá, no ocidente da América do Norte, ao sudeste do Chile e Argentina, nas Ilhas do Caribe e Florida e em quase todos os estados do Brasil, com exceção da porção noroeste do país (Sick 1997, Motta-Júnior et al. 2017, Avibase 2020). É uma ave de rapina comum, considerada um predador oportunista e generalista. Apresenta atividade diurna e crepuscular, tanto para o acasalamento quanto para caça, embora em algumas localidades também apresente atividade noturna (Coulombe 1971, Rosenberg & Haley 2008, König et al. 2008). Habita ambientes abertos com poucas árvores e mais secos, como savanas, desertos, campinas, cerrado baixo e até regiões antropizadas (Scott 1974, Sick 1997). Nas regiões costeiras ocorre em praias e restingas (Branco et al. 2010).

Esta espécie possui tamanhos geralmente variando de 19 a 26 cm de comprimento, apresenta coloração cor de terra, sobrancelhas brancas, olhos

amarelos, asa arredondada, cauda curta e pernas longas devido ao seu hábito terrícola, vivendo em buracos e cavidades no solo. Alimenta-se de pequenos mamíferos, répteis, anfíbios, crustáceos e mais frequentemente no Brasil, de invertebrados (Sick 1997, Motta-Júnior. et al. 2017), com variações locais em sua alimentação dependendo dos ambientes e dos recursos nestes disponibilizados (Coulombe 1971, Mrykalo et al. 2009).

A ausência de árvores e cobertura nos solos de regiões semiáridas e ambientes de dunas encorajam o desenvolvimento das comunidades subterrâneas, sendo este o ambiente preferencialmente habitado pela coruja-buraqueira desde a região temperada fria do Canadá até o extremo sul da região Neotropical. Compartilhando em cada ambiente os refúgios subterrâneos com répteis e mamíferos, ocupando o mesmo nicho, constituindo-se em equivalentes ecológicos (Scott 1974). Em algumas localidades a associação dessa espécie com outros animais indica o compartilhamento de buracos escavados por esses e utilizados na sua nidificação (Rodriguez-Estrella & Ortega-Rubio 1993). Ao ocupar um buraco a coruja-buraqueira pode alargá-lo, se necessário, com seus fortes pés jogando os restos de sedimento para o exterior da toca ou escavam seus próprios buracos em regiões com solos arenosos, onde são amplamente encontradas (Scott 1974).

A. cunicularia vive em pares ou casais com reprodução no início da primavera em regiões com estações mais definidas. Possui incubação de aproximadamente 20 a 30 dias e coloca de 6 a 12 ovos. Após nascidos, os filhotes emergem para esperar a volta dos pais, mas a qualquer sinal de perigo entram rapidamente na toca (Scott 1974). A fêmea incuba os ovos na maior parte do tempo é geralmente alimentada pelo macho, mas após o nascimento dos filhotes os adultos se revezam na tarefa de alimentação da prole (Martin 1973, Scott 1974, Earhart & Johnson 1970).

Estudos referentes a essa espécie no Brasil são escassos quando comparados aos da região temperada, principalmente aqueles realizados na América do Norte, e particularmente na Califórnia (Gervais et al. 2000, Rosier et al. 2006, Wilkerson & Siegel 2011). No país, há exemplos de trabalho que analisaram a variação sazonal na dieta de *A. cunicularia*, podendo ser citados os de Silva-Porto & Cerqueira (1990) no Rio de Janeiro e de Motta-Júnior et. al. (2017) em diferentes áreas no interior de São Paulo. Ainda, Martins & Egler (1990) analisaram o comportamento de caça em uma fazenda no interior do estado de São Paulo e Moroni et al. (2017) que analisaram o comportamento de fuga em resposta a aproximação humana. *A. cunicularia* ocorre ainda nas regiões costeiras ocupando praias e restingas, como evidenciado por Branco et al. (2010) na praia brava, Itajaí, e por Soares et al. (1992) na Praia Joaquina, ambos no estado de Santa Catarina.

OBJETIVO GERAL

Analisar a ecologia *Athene cunicularia* nos ecossistemas de dunas do Interpraias (Balneário Camboriú), Brava (Itajaí), Central de Navegantes (Navegantes) e Península (Barra Velha), litoral de Santa Catarina, Brasil.

Objetivos Específicos

- Analisar variação da abundância mensal das populações de *A. cunicularia* nos ecossistemas de dunas do Interpraias, Praia Brava, Praia de Navegantes e Praia da Península de Barra Velha;
- Avaliar os aspectos reprodutivos das populações das dunas do Interpraias, Praia Brava, Praia de Navegantes e Praia da Península de Barra Velha, quanto à época da reprodução, sucesso reprodutivo e taxas de crescimento;

- Obter informações biométricas das populações presentes nas quatro regiões estudadas.
- Analisar o quanto a conservação do local influencia na dieta da espécie, tamanho das populações e uso dos ambientes de duna.
- Caracterizar o comportamento da coruja buraqueira entre os períodos do dia.
- Avaliar se há influência na resposta de comportamentos da coruja buraqueira em relação à aproximação de áreas urbanizadas.
- Caracterizar comparativamente o espectro trófico de *A. cunicularia* nas diferentes praias e estações do ano;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADON, D. 1975. Why are female birds of prey larger than males? Raptor Research. 9(1):11.

AVIBASE. 2020. The World bird database. Disponível em <<http://avibase.bsc-eoc.org/avibase.jsp?lang=EN>> último acesso em 13/02/2020.

BRANCO, J. O., HILLESHEIM, J. C., FRACASSO, H. A., CHRISTOFFERSEN, M. L., & EVANGELISTA, C. L. 2010. Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. Journal Shellfish Research. 29: 503-512.

CBRO - Comitê Brasileiro Registros Ornitológicos - Listas das aves do Brasil. 2015. 11ª Edição. Disponível em: <<http://www.cbro.org.br>>. Último acesso 23/01/2010.

COULOMBE H. N. 1971. Behavior and population ecology of the burrowing owl, *Speotyto cunicularia*, in the imperial valley of California. Department of Zoology University of California Los Angeles, California.

EARHART, C. M. & JOHNSON N. K. 1970 Size Dimorphism and Food Habits of North American Owls. The Condor 72 (3): 251-264.

GERVAIS, J. A., ROSENBERG, D. K., FRY, D. M., TRULIO, L., & STURM, K. K. 2000. Burrowing Owls and agricultural pesticides: evaluation of residues and risks for three populations in California, U.S.A. Environmental Toxicology and Chemistry. 19:37– 343.

KONIG C, WEICK F, BECKING J.H. 2008. Owls of the world. London: Christopher Helm.
MARTIN, D. J. 1973. Selected Aspects of Burrowing Owl Ecology and Behavior. The Condor. 75:446–456.

MARTINS, M. & EGLER, S. G. 1990. Comportamento de caça em um casal de corujas buraqueiras (*Athene cunicularia*) na região de Campinas, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Biologia. 50:579-584.

MRYKALO, R. J. GRIGIONE, M. M & SARNO, R. J. 2009. A comparison of available prey and diet of Florida Burrowing Owls in urban and rural environments: a first study. *The Condor*. 111:556-559.

MORONI, E., CRIVELARO, A. Z., SOARES, T. L. & GUILLERMO-FERREIRA, R. 2017. Increased behavioural responses to human disturbance in breeding Burrowing Owls *Athene cunicularia*. *Ibis*. 159(4):854-859.

MOTTA-JUNIOR, J. C., BRAGA, A. C. R., & GRANZINOLLI, M. A. M. 2017. The Owls of Brazil. In *Neotropical Owls*, Springer, Cham. 97-158.

RODRÍGUEZ-ESTRELLA, R. & ORTEGA-RUBIO, A. 1993. Nest site characteristics and reproductive success of burrowing owls (Strigiformes: Strigidae) in Durango, Mexico. *Revista de Biología Tropical*.41:143-148.

ROSENBERG, D.K. & HALEY K.L. 2008. The ecology of Burrowing Owls in the agroecosystem of the Imperial Valley, California. *Studies in Avian Biology*.

ROSIER, J.R., RONAN N.A. & ROSENBERG D.K. 2006. Post-Breeding dispersal of Burrowing Owls in an extensive California grassland. *The American Midland Naturalist Journal*. 155:162–167.

SCOTT, Peter. 1974. ed. *The world atlas of birds*. Random House.

SICK, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*, edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Rio de Janeiro.

SILVA-PORTO, F. & CERQUEIRA, R. 1990. Seasonal variation in the diet of the Burrowing Owl *Athene cunicularia* in a restinga of Rio de Janeiro State. *Ciência e Cultura, Revista Ciência da Sociedade*. Brasil. 42:1182-1186.

SOARES, M., SWCHIEFLER, A. F. & XIMENEZ, A. 1992. Hábitos alimentares de *Athene cunicularia* (Molina, 1782) (Aves, Strigidae) na restinga da praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, 5: 85 – 89.

STOTZ, D. F. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. The Chicago University Press, Chicago. p.484.

WILKERSON, R.L. & SIEGEL R.B. 2011. Distribution and abundance of Western Burrowing Owls (*Athene cunicularia hypugaea*) in southeastern California. *Southwestern Naturalist*. 56:378- 384.

CAPÍTULO I: Flutuação populacional e caracterização corpórea de *Athene cunicularia* (Molina 1782), no litoral de Santa Catarina.

RESUMO

Athene cunicularia é uma coruja de pequeno porte que nidifica no solo em ambientes naturais e antrópicos. Atualmente são reconhecidas 22 subespécies distribuídas pelo continente sul americano, das quais três ocorrem no Brasil. Esse trabalho tem como objetivo analisar as flutuações populacionais e levantar dados biométricos, no litoral centro norte de Santa Catarina. O estudo foi desenvolvido nas dunas das praias de Balneário Camboriú, Itajaí, Navegantes e Barra Velha, região litorânea centro-norte de Santa Catarina. Mensalmente as tocas dessas áreas foram inspecionadas procurando determinar época de reprodução, número, crescimento e tempo de permanência dos filhotes na toca e paralelamente foram colocadas armadilhas do tipo *Tomahawk* para captura de exemplares, que foram anilhados, identificados e tiveram registrados o comprimento do tarso, cúlmen, largura da base do bico, da cauda, da asa e a biomassa corporal. Foram calculadas as frequências (%) de ocupação dos ninhos e o número médio de tocas por casal/família, de pares reprodutivos por localidade e de filhotes por casal; ainda, foi calculada a frequência (%) de dispersão dos juvenis após o período de aprendizagem. Para as medidas biométricas foram calculados a média e o erro padrão. Foram encontrados 21 sítios de nidificação ativos, ocupados por aproximadamente 142 corujas entre adultos e jovens, com 23 exemplares anilhados. A quantidade de sítios ativos oscilou ao longo do ano com média de $1,5 \pm 0,3$ a $3,8 \pm 0,8$ tocas por casal/família e variação de uma a 10 tocas por sítio. A ocupação média dos sítios por casal foi de aproximadamente $20,7 \pm 1,8$ meses, a população variou de cinco a 13 casais nas regiões, entretanto o sucesso reprodutivo variou entre $1,0 \pm 0,4$ a $3,75 \pm 0,85$, com a ninhada variando de um a sete filhotes. Os juvenis após saírem, permaneceram junto aos pais por no mínimo 30 dias e demoraram até quatro meses para a realizar a dispersão, com casos de filopatria. Entre as quatro regiões de dunas amostradas foram capturadas 23 corujas com duas recapturas com a biomassa média entre os adultos variando de $177 \pm 2,5$ a $197,5 \pm 6,61$ gramas e para os juvenis $198 \pm 4,6$. A média geral para os adultos no litoral de Santa Catarina foi de $184,38 \pm 4,44$ gramas. No litoral de Santa Catarina, *Athene cunicularia* possui tamanho corporal e apresenta uma dinâmica populacional similar aos das subespécies ao longo da área de distribuição na América Latina e mesmo sendo uma espécie comum e adaptada as áreas urbanas, demanda um monitoramento contínuo da população, pois o avanço de construções e a perda do ambiente natural, como as dunas, podem interferir na sua estratégia de vida.

Palavras chave: subespécie, massa corporal, medidas corporais, caracterização populacional.

ABSTRACT

Athene cunicularia is a small owl that nests on the ground in natural and man-made environments. Currently, 22 subspecies distributed across the South American continent are recognized, of which three occur in Brazil. This work aims to analyze population fluctuations and obtain biometric data, which is still scarce in the central north coast of Santa Catarina. The study was carried out on the dunes of the beaches of Balneário Camboriú, Itajaí, Navegantes and Barra Velha, in the central-northern coastal region of Santa Catarina. Monthly, the burrows of these areas were inspected in order to determine the breeding season, number, growth and length of stay of the chicks in the burrow. In parallel, Tomahawk traps were placed to capture specimens, which were banded and identified and had the length of the tarsus, culmen, opening of the base of the beak, tail and wing and body biomass recorded. The frequencies (%) of nest occupation and the average number of burrows per couple / family, breeding pairs per location and chicks per couple were calculated; the frequency (%) of dispersion of juveniles after the learning period was also calculated. For biometric measurements, means and standard errors were calculated. 21 active nesting sites were found, occupied by approximately 142 owls among adults and young, with 23 ringed specimens. The number of active sites fluctuated throughout the year, averaging 1.5 ± 0.3 to 3.8 ± 0.8 burrows per couple / family and range from one to 10 burrows per site. The average occupation of the sites per couple was approximately 20.7 ± 1.8 months, the population ranged from five to 13 couples in the regions, however the reproductive success varied between 1.0 ± 0.4 to 3.75 ± 0.85 , with the litter ranging from one to seven puppies. The juveniles after going around the dens, stayed with their parents for at least 30 days, taking up to four months to carry out the dispersion and there were also cases of philopatry. Among the four dune regions sampled, 23 owls were captured with two recaptures with average biomass among adults ranging from 177 ± 2.5 to 197.5 ± 6.61 grams and juveniles 198 ± 4.6 ; being the general average of adults on the coast of Santa Catarina of 184.38 ± 4.44 grams. On the coast of Santa Catarina, *Athene cunicularia* has body size and population dynamics similar to the subspecies along the whole distribution area in Latin America. However, even though it is a common species and adapted to urban areas, it demands continuous monitoring of the population, since advancement of buildings and the loss of the natural environment, such as dunes, can interfere with your life strategy.

Keywords: *Athene cunicularia cunicularia*, body mass, body measurements, population characterization.

INTRODUÇÃO

Athene cunicularia (Strigidae) é uma ave de pequeno porte com 19 - 26 cm de comprimento e 147 - 240 gramas (Bozinovic & Medel 1988, Baladrón et al. 2015), conhecidas como coruja buraqueira devido seu hábito de escavar ou utilizar abrigos e ninhos no solo. É comumente avistada desde o amanhecer até o anoitecer de sentinela nas proximidades das tocas (Soares et al. 1992, Perillo et al. 2011) em ambientes naturais e antropizados (Millsap & Bear 2000, Vieira & Teixeira 2008, Cadena-Ortíz et al. 2016, Santos et al. 2017).

Seu corpo possui plumagem com traços intercalados de cores marrom-terra, creme e marrom-avermelhado nas regiões superior e posterior da cabeça, na região superior do peito, na região dorsal e nas asas externas. Seu ventre é mais claro que as demais regiões e suas sobranças são brancas (Menq 2018), variação de cores que lhe proporciona ótima camuflagem como predadora de topo em diversas teias alimentares (Sick 2001). (Apêndice A).

Indivíduos isolados da coruja buraqueira podem ser encontrados, mas normalmente vivem em casais ao longo do ano (Tubelis & Delitti 2010). Não possuem dimorfismo sexual acentuado entre os sexos, sendo a plumagem ao redor dos olhos mais escura na fêmea do que nos machos e a maior massa corporal apresentada pela fêmea (Motta-Júnior et al. 2017). Seu período reprodutivo estende-se de meados do inverno até o verão (Millsap & Bear 2000, Klute et al. 2003) e depositam de seis a nove ovos que são incubados pela fêmea por aproximadamente 28 dias (Thomsen 1971, Holt et al. 2014). Durante os primeiros 12 - 14 dias de vida os filhotes permanecem dentro da toca. Após esse período eles visitam o ambiente externo, inicialmente próximo à entrada, até que com seis semanas já estão voando e se alimentando sozinhos (Thomsen 1971, Sick 2001).

Os adultos revezam-se nos cuidados dos filhotes até esses ficarem independentes e procurarem outros locais para constituir um par reprodutivo e construir seu abrigo (Klute et al. 2003).

Atualmente são reconhecidas 22 subespécies de *A. cunicularia* distribuídas pelo continente americano, separadas principalmente pela massa e tamanho corporal (Baladrón et al. 2015). No Brasil há registros de três subespécies, *A. cunicularia minor* que ocorre do extremo norte país até Roraima, *A. cunicularia grallaria* do Maranhão até Mato Grosso e Paraná e *A. cunicularia cunicularia* no sul do Brasil (Gilliard 1940, Lima 2007, König et al. 1999). Porém, existe uma carência de informações sobre as características corporais dessas aves no território brasileiro. Neste contexto, esse trabalho teve por objetivo analisar as flutuações populacionais e obter dados biométricos no litoral centro norte de Santa Catarina para auxiliar em estratégias de manejo e conservação da espécie visando contribuir para maior conhecimento biológico da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido nas dunas das praias de Balneário Camboriú (INT), Itajaí (BRA), Navegantes (NAV) e Barra Velha (BVE), região litorânea centro-norte de Santa Catarina (Figura 1). A região é classificada do tipo Cfa de Köppen - Clima subtropical com temperaturas médias inferiores a 18°C (inverno) e acima de 22°C (verão), com maior volume de chuvas nos meses de verão, mas sem estação seca definida (Alvares et al. 2013).

A região do Interpraias (INT) (Balneário Camboriú - 27°1'18.75"S, 48°34'35.10"W), tem sua extensão variando entre 1,5 a 1,7km e largura média de

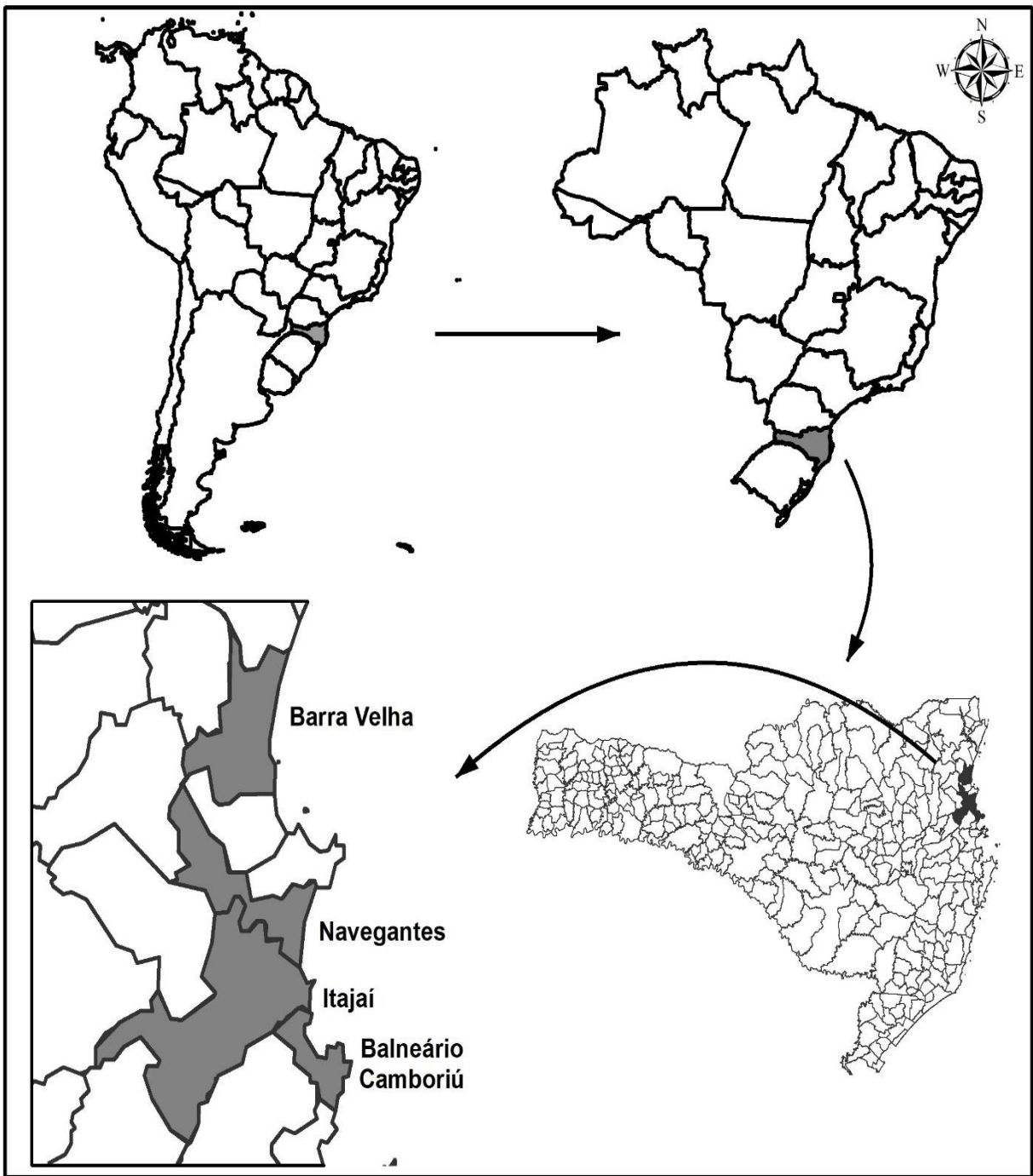


Figura 1. Localização das dunas nas praias estudadas em Barra Velha (BVE), Navegantes (NAV), Itajaí (BRA) e Balneário Camboriú (INT) litoral de Santa Catarina, Brasil.

35m, possuem vegetação arbustiva em quase toda sua extensão, com moradias e comércio próximos e iluminação artificial noturna em alguns pontos. A Praia Brava (BRA) (2,6km e 34m) (Itajaí -26°56'49.72"S, 48°37'44.25"W), que possui vegetação rasteira na faixa de dunas, as moradias e as casas de comércio estão bem

próximos da faixa de duna, possuindo iluminação artificial em praticamente toda sua extensão.

A praia central de Navegantes (NAV) (10km e 28m) (Navegantes - 26°53'22.33"S, 48°38'31.47"W), a maior praia em extensão do atual estudo, com moradias, comércios e iluminação artificial noturna bem próximas de toda extensão, possui partes com vegetação arbustiva e outras com vegetação rasteira e Praia da Península de Barra Velha (BVE) (Barra Velha, 26°35'14.00"S, 48°40'5.64"W) com 5,8km extensão e largura média de 30m, com vegetação arbustiva e rasteira, possui uma distância maior das regiões com moradias e parte sem iluminação artificial nas proximidades das dunas.

Captura dos exemplares

Em amostragem piloto as tocas ativas foram georreferenciadas (Garmin Etrex) nas quatro regiões de dunas e tendo sido anotada a presença de casal e ou grupo familiar. Mensalmente (dezembro/2016 a fevereiro/2020) as tocas nessas áreas foram inspecionadas procurando-se determinar a época de reprodução, número, crescimento dos filhotes e tempo de permanência na toca.

Paralelamente foram colocadas armadilhas do tipo *Tomahawk* (Apêndice B) com iscas de caranguejo (*Ocypode quadrata*) na entrada e arredores das tocas para captura das corujas (autorização ICMBio Nº 56557-4). Como são aves sensíveis à captura, as armadilhas foram revisadas a cada 10 minutos e acompanhadas com o auxílio de binóculo (Pentax 16x50 PCF). Os exemplares capturados foram manuseados com luvas de couro e identificados com anilhas coloridas numeradas de material plástico para acompanhamento dos indivíduos e identificação em possíveis recapturas (Apêndice C).

Foram registrados o comprimento do tarso, cúlmen e abertura da base do bico (Sick 2001, Baladrón et al. 2015) por meio de paquímetro (precisão de 0,1mm), comprimento da cauda e da asa com régua (precisão de 0,1 mm) e a biomassa corporal com auxílio de balança Pesola (precisão 5g) (Apêndice D). As corujas capturadas foram manuseadas durante cinco a 10 minutos e liberadas no mesmo local da captura.

Análise dos dados

Sobre os dados obtidas da observação e do anilhamento foram calculadas as frequências (%) de ocupação dos ninhos e o número médio de tocas por casal/família de pares reprodutivos, por localidade (INT, NAV, BVE e BRA) e de filhotes por casal. Foi ainda calculada a frequência (%) de dispersão dos juvenis após o período de aprendizagem.

O período reprodutivo foi definido a partir das primeiras aparições dos jovens para fora do ninho, através da contagem retroativa do tempo de incubação e eclosão dos ovos (aproximadamente 28 dias de incubação) e da saída dos filhotes do ninho, a partir de 14 dia de idade) (Thomsen 1971) (Apêndice E).

Para as medidas biométricas foram calculados as médias e os erros-padrão para todas as variáveis medidas (comprimento do tarso, cúlmen, abertura da base do bico, da cauda, asa e biomassa corporal), as quais foram obtidas e separadas por localidade. Ainda, para a biomassa foi calculada a média e o erro padrão.

RESULTADOS

Durante os 39 meses de monitoramento na região dunas (INT, NAV, BVE e BRA) foram encontrados 21 sítios de nidificação ativos, ocupados por

aproximadamente 142 corujas entre adultos e jovens (Tabela 1), das quais 23 foram anilhadas.

Sítios

Nas dunas das áreas amostradas, as corujas construíram suas tocas no solo arenoso, onde a quantidade de sítios ativos variou ao longo do ano com média de $3,3 \pm 0,3$ tocas por casal/família (INT), $3,8 \pm 0,8$ (NAV), $1,5 \pm 0,3$ (BVE) e $2,0 \pm 0,3$ (BRA).

Em cada sítio foram encontradas uma toca central e entre uma a 10 tocas satélites, sendo: três sítios (INT) com ocupação de 100% em 2017 e 2018, e de 66,6% em 2019, a uma distância do mar variando entre 100 e 180 metros e sete sítios (NAV) com ocupação de 57% em 2017 e 86% em 2018 e 2019, a uma distância do mar variando entre 30 e 40m. Em BVE foram estudados quatro sítios com ocupação de 75% em 2017), 50% em 2018 e 24% em 2019, a uma distância do mar variando entre 25 a 70m. Para a localidade BRA foram estudados cinco sítios com ocupação de 40% em 2017 e 2019 e de 60% em 2018, a uma distância do mar variando de 20 a 100m. (Apêndice F, G, H e F).

Flutuação populacional

Durante as amostragens o contingente de exemplares oscilou ao longo dos anos, com incremento na época reprodutiva, seguido de relativa estabilidade pela presença dos pares reprodutores (Figura 2). Contudo, o número final de casais diminuiu ao longo dos anos de estudo.

A ocupação média dos sítios por casal foi de aproximadamente $20,7 \pm 1,8$ meses, com possibilidade de troca dos pares reprodutivos ao longo das amostragens, seja pela morte ou por abandono de um dos parceiros, após a época

reprodutiva. As regiões de dunas estudadas são distantes entre si, porém um jovem anilhado em março de 2018 na praia BRA foi avistado em outubro do mesmo ano na restinga da praia do INT, a 10km de distância.

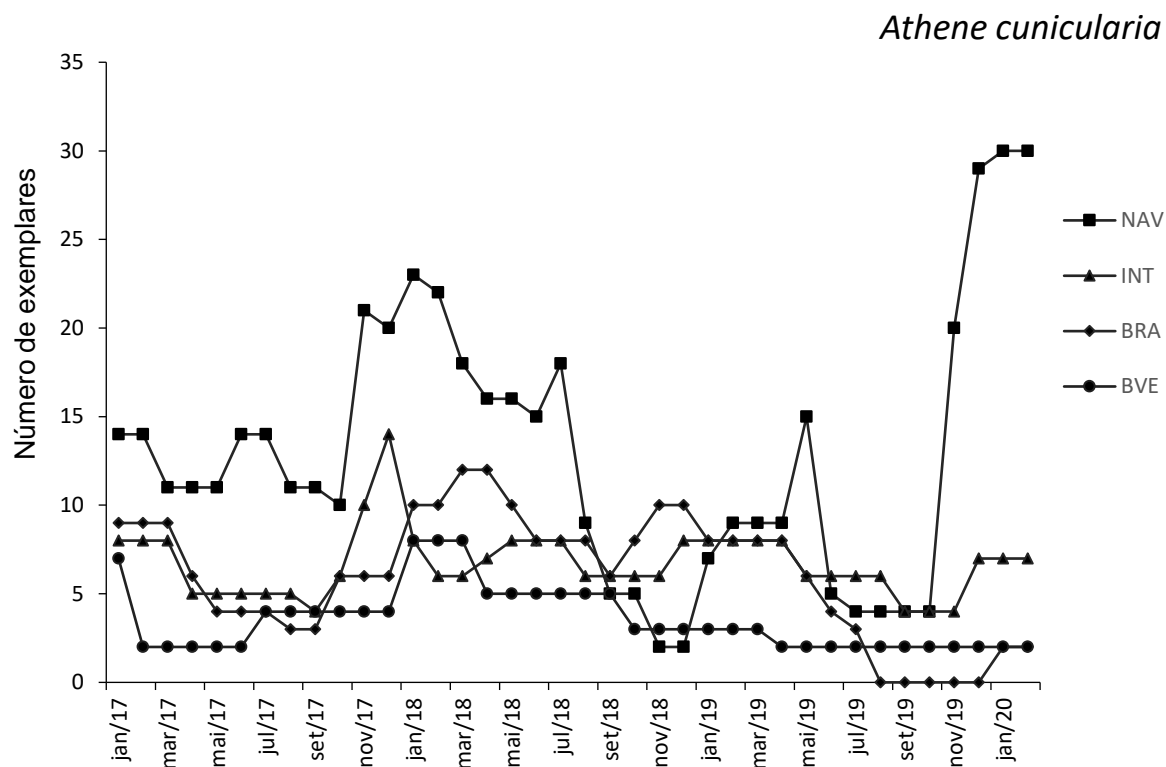


Figura 2. Variação do número de exemplares de *Athene cunicularia*, a coruja buraqueira, ao longo dos meses de estudo nos quatro ambientes litorâneos: INT (Interpraia), NAV (Navegantes), BVE (Barra Velha) e BRA (Brava), Litoral de Santa Catarina.

Reprodução

O período de reprodução da coruja *A. cunicularia* nas dunas monitoradas estendeu-se de setembro a março, com duração aproximada de 97 ± 5 dias, distribuídos entre corte, postura dos ovos, incubação na primavera e cuidados parentais, até o abandono da toca pelos filhotes no verão (Fig. 3).

Época reprodutiva *Athene cunicularia*

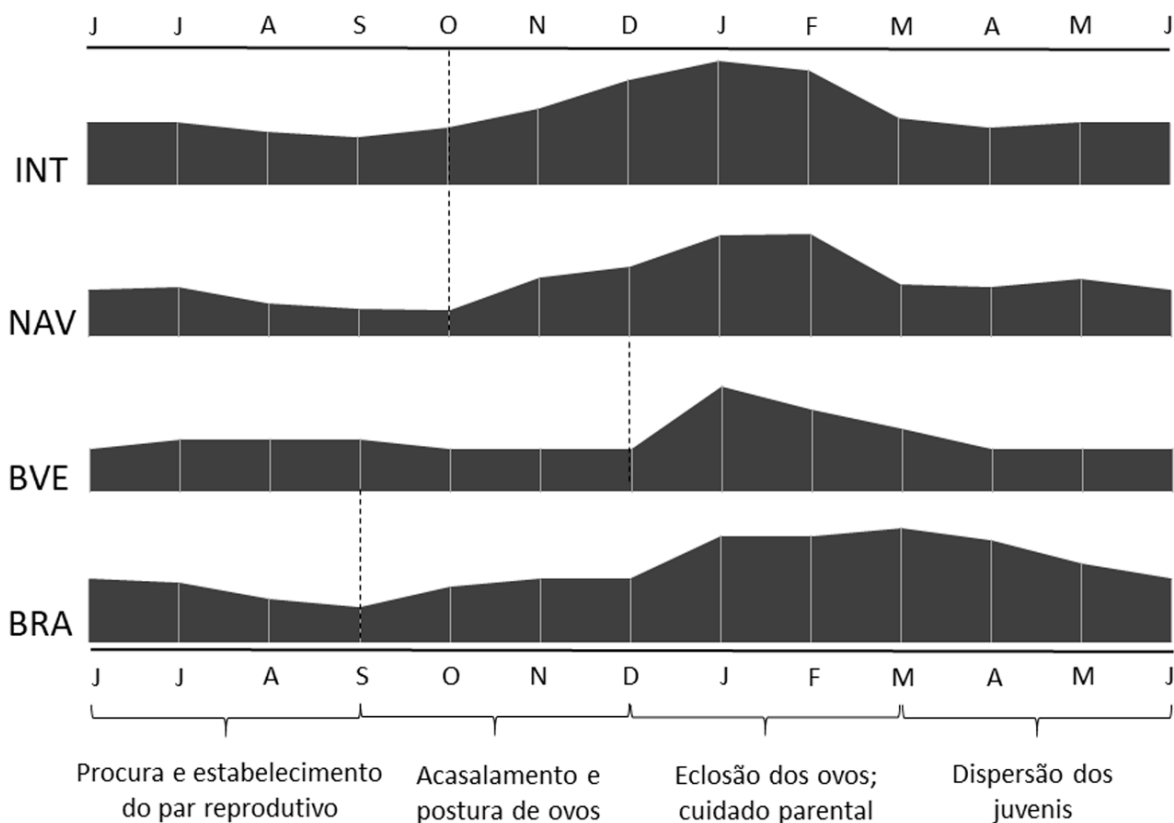


Figura 3. Período reprodutivo da coruja *A. cunicularia* ao longo do ano nas dunas estudadas em INT (Interpraias), NAV (Navegantes), BVE (Barra Velha), e BRA (Brava) no litoral de Santa Catarina.

Foram localizados seis casais no sítio INT, 13 em NAV, cinco em BV e sete em BRA. Entretanto, o sucesso reprodutivo variou entre $1,0 \pm 0,4$ (BVE) e $3,75 \pm 0,85$ (NAV). O tamanho da ninhada variou de um a sete filhotes, no entanto, a média para os locais variou de $2,0 \pm 0,6$ (BVE) a $3,0 \pm 0,6$ (INT) filhotes por casal (Tabela 1).

Os juvenis, após emergirem da toca permaneceram junto aos pais, por no mínimo de 30 dias. A partir desse tempo, a taxa de dispersão no mês seguinte variou de 7,9 a 37,5%, no segundo mês de 8,4 a 25%, no terceiro de 25 a 42,1% e no quarto entre 3,3 (INT) e 70,6% (BRA). Também foram observados, em alguns casos, a permanência de juvenis na toca dos parentais (Tabela 1).

Tabela 1: Dados dos exemplares capturados de *Athene cunicularia*, por região: número (Nº) de casais por região, valores médios (M) e erro padrão (ep) do número de casais reprodutivos, do número total de filhotes, média e erro padrão do número de filhotes por casal, e o tempo de permanência parental e da prole, no sítio reprodutivo: INT (Interpraias), NAV (Navegantes), BVE (Barra Velha), e BRA (Brava) no litoral de Santa Catarina.

Variáveis	SÍTIO			
	INT	NAV	BVE	BRA
Nº casais	6	13	5	7
M casais reprodutivos ± ep	1,5 ± 0,3	3,75 ± 0,85	1 ± 0,4	2 ± 0,4
Nº filhotes	12	36	7	19
M filhotes/casal	3 ± 0,58	2,7 ± 0,38	2 ± 0,6	2,7 ± 0,4
Permanência parental (%)	75	85,7	75	100
Permanência da Prole (%)	25	1,3	25	0
Total de indivíduos	24	72	16	30

Biometria

Entre as quatro regiões de dunas amostradas foram capturadas 23 corujas com duas recapturas (sete jovens, 16 adultos). A biomassa média variou de $177 \pm 2,5$ a $197,5 \pm 6,61$ gramas, tendo o valor médio geral para os adultos no litoral de Santa Catarina foi de $184,38 \pm 4,44$ gramas.

O comprimento de asa na população variou entre $17,25 \pm 0,25$ e $18,28 \pm 0,14$ cm; com a cauda dos variando entre 7,5 e $8,23 \pm 0,18$ cm. O comprimento do cúlmen variou entre $1,94 \pm 0,1$ e $2,1 \pm 0,13$ cm. O comprimento do tarso variou entre $5,13 \pm 0,2$ e $5,6 \pm 0,15$ cm e a extensão da boca entre $2,26 \pm 0,08$ e $2,52 \pm 0,07$ cm (Tabela 2). (Apêndice L).

Tabela 2. Valores médios (M) e respectivos erro-padrão (ep); valores mínimo (min) e máximo (max) das medidas de comprimento da asa, cauda, cúlmen, tarso, extensão da boca (cm) e da biomassa (g) dos adultos e jovens de *Athene cunicularia*, separados por local de captura: INT (Interpraias), NAV (Navegantes), BVE (Barra Velha), e BRA (Brava) no litoral de Santa Catarina.

Medidas		Adultos			Jovens		
		M ± ep	Min	Max	M ± ep	Min	Max
INT							
Número de indivíduos	7				1		
Comprimento da asa		18,26 ± 0,14	18	19	17	-	-
Comprimento da cauda		8,23 ± 0,18	7,5	9	6,5	-	-
Comprimento do cúlmen		2,03 ± 0,03	1,92	2,1	2,2	-	-
Comprimento do Tarso		5,13 ± 0,2	4,4	5,66	5,25	-	-
Extensão da base da boca		2,42 ± 0,08	2,16	2,72	2,81	-	-
Biomassa total		197,5 ± 6,61	185	215	215	-	-
NAV							
Número de indivíduos	6				1		
Comprimento da asa		18 ± 0,40	16,5	19	11,9	-	-
Comprimento da cauda		7,97 ± 0,18	7,4	8,5	8,4	-	-
Comprimento do cúlmen		2,09 ± 0,09	1,88	2,48	2,24	-	-
Comprimento do Tarso		5,6 ± 0,15	5,03	5,96	5,53	-	-
Extensão da base da boca		2,26 ± 0,08	1,96	2,5	2,1	-	-
Biomassa total		178,33 ± 7,92	145	200	190	-	-
BVE							
Número de indivíduos	2				1		
Comprimento da asa		17,25 ± 0,25	17	17,5	15	-	-
Comprimento da cauda		7,5 ± 0	7,5	7,5	6,5	-	-
Comprimento do cúlmen		2,1 ± 0,13	2,05	2,3	2,06	-	-
Comprimento do Tarso		5,35 ± 0,05	5,3	5,4	5,4	-	-
Extensão da base da boca		2,52 ± 0,07	2,44	2,59	2,55	-	-
Biomassa total		177,5 ± 2,5	175	180	190	-	-
BRA							
Número de indivíduos	4				2		
Comprimento da asa		17,9 ± 0,39	17	18,6	18,25 ± 0,25	18	18,5
Comprimento da cauda		8,1 ± 0,25	7,5	8,7	7,75 ± 0,75	7	8,5
Comprimento do cúlmen		1,94 ± 0,1	1,69	2,2	2,13 ± 0,17	1,95	2,3
Comprimento do Tarso		5,5 ± 0,09	5,27	5,72	5,48 ± 0,28	5,2	5,76
Extensão da base da boca		2,47 ± 0,09	2,25	2,66	2,46 ± 0,05	2,41	2,5
Biomassa total		188,33 ± 0,99	175	215	197,5 ± 2,8	195	200

DISCUSSÃO

Nas regiões estudadas a presença de corujas buraqueiras é comum (Branco et al. 2010). Porém, durante os anos de estudo houve uma diminuição do número de exemplares em três das quatro regiões estudadas. Isto pode ser consequência da ocupação humana, com construções ou atividades próximas à toca, uma causa semelhante à perda de áreas reportadas em diversas regiões norte americanas (Millsap & Bear 2000).

A coruja buraqueira geralmente utiliza tocas de mamíferos abandonadas como ninho (Poulin et al. 2005, Tubelis & Delitti 2010, Motta-Júnior et al. 2017). Porém, no ambiente de dunas esse hábito parece ser sem importância, pois o solo arenoso facilita a construção e manutenção das tocas. A ocorrência de tocas satélites foi comum nas áreas monitoradas, principalmente na região de NAV, provavelmente em função do elevado número de exemplares na região (Franco 2017), corroborado pela maior população desta coruja, registrada nessa área e oposto ao menor número médio de tocas-satélite observadas em BVE. Essas tocas auxiliam no cuidado parental, refúgios e proteção dos filhotes contra predadores (Belthoff & King 2002).

A busca por outras tocas esteve inversamente relacionada à permanência do casal reprodutivo, pois quanto mais estável o casal, menor seria a procura por novos abrigos (Rinding 2010). As corujas monitoradas mantiveram elevada fidelidade ao local de abrigo e reprodução, mas abandonando-as quando havia distúrbios externos, como observado em atropelamento de aves no processo de edificação das residências, circulação de pessoas e carros nas proximidades das dunas.

Um casal anilhado (BVE) nidificou três anos consecutivos na mesma toca, fato já observado, mesmo que em baixa frequência em outros ecossistemas (Catlin et al. 2005, Riding 2010). Esses autores também relataram elevadas taxas de dispersão nos casais que não obtiveram sucesso reprodutivo na temporada. No presente estudo, casais reprodutores que não foram sucedidos numa temporada, permaneceram na área, com sucesso num segundo momento, nas dunas de INT, NAV e BRA. A dispersão nos sítios amostrados, ocorreu principalmente com a morte de um membro do casal, fazendo com que o sobrevivente buscasse um parceiro em outros sítios (Catlin et al. 2005, Millsap & Bear 2000).

A nidificação da coruja buraqueira ocorre uma vez ao ano, entre setembro a março, início do período quente na América do Sul, época com alta disponibilidade de recursos para criação de seus filhotes (Zílio 2006). Devido às dificuldades encontradas não foi possível determinar quantos ovos foram depositados, entretanto segundo Wellicome (2002) a média de filhotes que chegavam à vida adulta representa em torno de 90% do tamanho da postura inicial da fêmea, dados obtidos através da observação com populações em regiões de pastagens no Canadá.

No litoral de Santa Catarina o número médio de filhotes foi similar ao encontrado por Millsap & Bear (2000) em áreas urbanas ($2 \pm 0,1$ a $2,9 \pm 01$ filhotes/ano). Esse autor, ressalta que em ambientes com menor perturbação urbana a produtividade foi menor que nos urbanizados, provavelmente pela disponibilidade de alimentos. Resultados similares com os menores números médios ocorrendo na área mais afastada da ocupação humana (BVE) e maiores nos ambientes mais próximos à urbanização (NAV e BVE); pois foi detectada uma significativa diferença alimentar (no presente estudo, capítulo III). Entretanto, os números médios de filhotes nas dunas amostradas foram menores que os

encontrados em ambiente urbano na Califórnia, América do Norte por Thomsen (1971), que também relacionou a disponibilidade do alimento com o sucesso reprodutivo.

A saída dos filhotes da toca, em sua maioria, acontece em conjunto, porém foram observados filhotes do mesmo casal em estágios diferentes, indicando uma possível assimetria na postura dos ovos (Welty et al. 2012).

Os primeiros filhotes deixaram a toca dos pais com no mínimo 30 dias, similar ao observado por Thomsen (1971) na Califórnia, contudo a maioria dos juvenis levaram de dois a três meses para se tornarem independentes e se dispersarem. Cerca de cinco permaneceram próximos aos pais, quando as áreas possuíam recursos e espaço para construção das tocas. Não foi possível estabelecer um padrão de dispersão, mas um juvenil marcado em BRA deslocou-se 10km, após sete meses, para se estabelecer na INT. Nas localidades de Idaho, áreas de campos agrícolas e Califórnia, ambiente próximo a construções urbanas, ambos nos EUA, os jovens de coruja buraqueira estabeleceram suas tocas em até cerca de três km dos pais (Thomsen 1971, Catlin et al. 2005, Riding 2010).

Em geral, a massa corporal de *A. cunicularia* no litoral de Santa Catarina é ligeiramente menor que nos exemplares do extremo sul da América (Del Hoyo et al., 1999, Baládrón et al. 2015) e semelhante ao único indivíduo avaliado por Marini (1997) no cerrado brasileiro. Os resultados sugerem essa diferença com os exemplares da subespécie *A. c. cunicularia* no território argentino (Baladrón et al. 2015), contudo, não é possível comparar, pelo fato dos dados brutos não estarem disponíveis. Além disso, deve-se considerar que a massa corporal flutua em função da qualidade e disponibilidade de alimento na região (Poulin et al. 1994).

Existe uma elevada carência de dados biométricos sobre a coruja buraqueira no território brasileiro. Assim, torna-se inviável estabelecer um padrão entre as

regiões, porém as medidas de comprimento do tarso, asa, cauda e cúlmen foram similares às obtidas na Argentina (Baladrón et al 2015).

É fundamental conhecer a biologia das espécies e compreender suas interações entre as áreas de distribuição. No litoral de Santa Catarina, *Athene cunicularia* possui tamanho corporal e apresenta uma dinâmica populacional similar às subespécies (*A. c. cunicularia*) ao longo da área de distribuição na América Latina. *Athene cunicularia*, mesmo sendo uma espécie comum e adaptada às áreas urbanas, demanda um monitoramento contínuo da população, pois os avanços das construções e a perda do ambiente natural, como as dunas, pode interferir na sua estratégia de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pelo apoio financeiro contínuo, ao ICMBio pela licença de coleta (número 56557-4). Agradecemos à Universidade Federal de São Carlos e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais - UFSCar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A., J.L. STAPE, P.C. SENTELHAS, J.L. DE M. GONÇALVES & G. SPAROVEK. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. 22(6): 711-728.

ARRUDA, C. M., OLIANI, S. R. & VAROLI, F. M. F. 2007. Estudo do comportamento de *Athene cunicularia* (Strigiformes: Strigidae) na região de Araçoiaba da Serra-São Paulo, Brasil. In: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG.

BALADRÓN, A. V., CAVALLI, M., ISACCH, J. P. & MADRID, E. 2015. Body size and sexual dimorphism in the southernmost subspecies of the Burrowing Owl (*Athene cunicularia cunicularia*). Journal of Raptor Research, 49(4), 479-485.

BELTHOFF, J.R. & R.A. KING. 2002. Nest-site Characteristics of burrowing owls (*Athene cunicularia*) in the Snake River Birds of Prey national conservation area, Idaho, and application to artificial burrow installation. Western North American Naturalist 62(1): 112-119.

- BOZINOVIC, F.; MEDEL, R. G. 1988. Body size, energetic and foraging mode of raptors in central Chile. *Oecologia*, 75 (3):456-458.
- BRANCO, J. O.; HILLESHEIM, J. C.; FRACASSO, H. A. A.; CHRISTOFFERSEN, M.L. & EVANGELISTA, C. L. 2010 Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. *Journal of Shellfish Research*. 29 (2): 503-512.
- CADENA-ORTÍZ, H. 2016. Diet of the Burrowing Owl *Athene cunicularia*, in two locations of the inter-Andean valley Ecuador. *Revista Brasileira de Ornithologia* 24(2):122-128.
- CATLIN, D. H., ROSENBERG, D. K., & HALEY, K. L. 2005. The effects of nesting success and mate fidelity on breeding dispersal in burrowing owls. *Canadian Journal of Zoology* 83(12):1574-1580.
- DEL HOYO, J., A. ELLIOTT & J. SARGATAL. 1999. Handbook of the birds of the world. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- FRANCO, F.F. 2017. Influência da urbanização sobre a distribuição e estratégias de defesa de tocas de *Athene cunicularia* (Molina,1782) (Aves: Strigiformes). Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia.
- FRANCO, F. F; MARÇAL JR, O. 2018. Influence of urbanization on the distribution and defense strategies of the Burrowing Owl *Athene cunicularia* in the city of Uberlândia, southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Ornithology* ,26:1-8.
- GILLIARD, E. T. 1940. Descriptions of seven new birds from Venezuela. *American Museum Novitates*. American Museum of Natural History, 1071: 13.
- HOLT, W., BERKLEY, R., DEPPE, C., ENRÍQUEZ ROCHA, P., PETERSEN, J. L., RANGEL SALAZAR, J. L., SEGARS, K. P., WOOD, K. L. & DE JUANA, E. 2014. Burrowing Owl (*Athene cunicularia*). In: DEL HOYO, J., 78 ELLIOTT, A.,1999. Handbook of the birds of the world. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- KLUTE, D.S., AYERS, L.W., GREEN, M.T., HOWE, W.H., JONES, S.L., SHAFFER, J. A. & ZIMMERMAN, T. S. 2003. Status assessment and conservation plan for the Western Burrowing Owl in the United States.
- KONIG, C., F. WIECK, AND J.H. BECKING. 1999. Owls: a guide to the owls of the world. Pica Press, The Banks, Sussex, U.K.
- LIMA, P. C. 2007. Comportamento reprodutivo da coruja-buraqueira *Athene cunicularia* gallaria (Temminck, 1822) em um enclave de cerrado no litoral norte da Bahia. *Atualidades Ornitológicas*, 135(1): 12-13.
- MARINI, M.A., MOTTA-JÚNIOR, J.C., VASCONCELLOS, L.A., & CAVALCANTI, R. B. 1997. Avian body masses from the cerrado region of central Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 8: 93-99.
- MENQ, W. 2018 Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) - Aves de Rapina Brasil. http://www.avesderapinabrasil.com/athene_cunicularia.htm (Último acesso em: 8/05/2019).
- MILLSAP, B. A. & BEAR, C. 2000. Density and reproduction of burrowing owls along an urban development gradient. *The Journal Wildlife management*, p. 33-41.

- MOTTA-JÚNIOR., J.; BUENO, A. A. & BRAGA, A. C. R. 2017. The Owls of Brazil. In: Neotropical Owls. Springer, Cham. p. 97-158.
- PERILLO, A., QUEIROZ, M. B., MAZZONI, L. G., & PESSOA, R. M, A. 2011. Padrões de atividade da coruja-buraqueira, *Athene cunicularia* (Strigiformes: Strigidae), no campus da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, e comentários sobre um peculiar comportamento de estocagem de alimento. *Atualidades Ornitológicas On-line*. 160:55-58.
- POULIN, B., LEFEBVRE, G. & MCNEIL, R. 1994. Characteristics of feeding guilds and variation in diets of bird species of three adjacent tropical sites. *Biotropica*, 23 (2) :187-197.
- POULIN, R. G., TODD, L. D., DOHMS, K. M., BRIGHAM, R. M., & WELLICOME, T. I. 2005. Factors associated with nest-and roost-burrow selection by burrowing owls (*Athene cunicularia*) on the Canadian prairies. *Canadian Journal of Zoology*, 83(10):1373-1380.
- RIDING, C.S. 2010. Effects of old nest material on occupancy and reuse of artificial burrows, and breeding dispersal by burrowing owls (*Athene cunicularia*) in southwestern Idaho. Master`s Degree Thesis, Boise State University Graduate College, Idaho, U.S.A.
- SANTOS, D.M. 2017. Characterization of food *Athene cunicularia* Strigiformes: Strigidae) (Burrowing Owl). *Ciência Animal Brasileira* 18:1-9
- SICK H. 2001. *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira. Rio de Janeiro, Brasil. p. 862.
- SOARES, M., SCHIEFLER, A. F. & XIMENEZ, A. 1992. Aspectos do comportamento de *Athene cunicularia* (Molina, 1782) (Alves: Strigidae), na restinga da Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*. 5(2): 71-74.
- THOMSEN, L. 1971. Behavior and ecology of burrowing owls on the Oakland Municipal Airport. *The Condor*, 73 (2):177-192.
- TUBELIS, D. P. & DELITTI, W. B. C. 2010. Fire management and the nesting of *Athene cunicularia* (Aves, Strigidae) in grasslands in central Cerrado, Brazil. *Biota Neotropica* 10 (2): 93-101.
- VIEIRA, L.A. & TEIXEIRA, R. L. 2008. Diet of *Athene cunicularia* (Molina, 1782) from a sandy coastal plain in southeast Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*. 23 (5):5-14.
- WELLICOME, T.I. 2002. Effects of food on reproduction in Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) during three stages of the breeding season. PhD Thesis, University of Alberta, Canada.
- WELTY, J.L., BELTHOFF, J.R., EGBERT, J., & SCHWABL, H. 2012. Relationships between yolk androgens and nest density, laying date, and laying order in Western Burrowing Owls (*Athene cunicularia hypugaea*). *Canadian Journal of Zoology*. 90(2): 182-192.
- ZILIO, F. 2006. Dieta de *Falco sparverius* (Aves: Falconidae) e *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) em uma região de dunas no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*. 14(4):379-392.

CAPÍTULO II: Comportamento de *Athene cunicularia* (Molina 1782) no litoral de Santa Catarina, Brasil, e a influência da urbanização na atividade diária.

RESUMO

A intensificação de atividades portuárias e turísticas na região litorânea do centro norte de Santa Catarina, Brasil, levou à expansão urbana e perda de ecossistemas naturais, aproximando o ambiente urbano das regiões de dunas. As aves são animais sensíveis a essa aproximação, contudo alguns grupos apresentam capacidade de adaptação, como a coruja *Athene cunicularia*, encontrada frequentemente em ambientes urbanos. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar os padrões comportamentais apresentados pela coruja *A. cunicularia* em diferentes áreas urbanizadas próximas às dunas do litoral centro-norte do estado de Santa Catarina. Categorizando os comportamentos e verificando a distância da emissão de alarme à aproximação de humanos em resposta à urbanização local. Foram analisadas as regiões de INT, NAV, BVE e BRA. Foi registrada a distância do primeiro alarme da coruja com a aproximação do observador e foram feitas observações mensais nos períodos do dia. Observações qualitativas, por observações *ad libitum* em casais e quantitativas, com observação de grupo focal do tipo varredura com intervalos de três minutos. Nos dados de distância, foi aplicada a análise Kruskal-Wallis e o teste de Dunn's *post hoc* e para os comportamentos, calcularam-se as frequências relativas e aplicou-se a Análise Discriminante (LDA), PERMANOVA e SIMPER. Foram totalizadas 214 horas de observações entre as praias estudadas, podendo-se concluir que existem alterações significativas em relação à distância para desencadeamento do comportamento de alarme, em BVE e BRA se diferenciando das outras áreas amostradas evidenciando a influência da urbanização no comportamento de alarme. Neste estudo foram identificadas seis categorias de comportamentos: repouso; alarme; manutenção corporal; manutenção da toca, interação social e forrageamento apresentados durante o dia. No entanto, os comportamentos do período noturno diferenciaram-se significativamente dos diurnos, com forrageamento mais expressivo.

Palavras-chave: ave, coruja buraqueira, comportamento de alarme, aproximação humana, mudanças comportamentais.

ABSTRACT

The intensification of port and tourist activities in the coastal region of the northern center of Santa Catarina, Brazil led to urban expansion and loss of natural ecosystems, bringing the urban environment closer to the dune regions. Birds are sensitive animals to this approach, however some groups have ability to adapt, such as the owl *Athene cunicularia*, often found in urban environments. In this context, the objective of the present study was to analyze the behavioral patterns presented by the owl *A. cunicularia* in different urbanized areas close to the dunes of the central-north coast of the state of Santa Catarina, categorizing the behaviors and assessing whether the alarm emission would be a response to the approach of humans, responding to local urbanization. The regions of INT, NAV, BVE and BRA were analyzed. The distance from the owl's first alarm was recorded as the observer approached and monthly observations were made during the day, qualitative observations, by ad libitum observations in couples and quantitative, with observation of a sweeping focal group with three-minute intervals. In the distance data, Kruskal-Wallis analysis and Dunn's post hoc tests were applied and for behaviors, relative frequencies were calculated and Discriminant Analysis (LDA), PERMANOVA and SIMPER were applied. There were 214 hours of observation between the sampled beaches, being possible to conclude that there were significant changes in the distance the alarm behavior for triggering, with BVE and BRA standing out from the other sampled areas, showing that urbanization influences the alarm behavior. In this study six categories of behavior were identified: rest; alarm; body maintenance; maintenance of the burrow, social interaction and foraging, presented during the day, however the night period behavior differed significantly from the daytime, with more expressive foraging.

Keywords: population, alarm, human approach, behavioral changes.

INTRODUÇÃO

A intensificação de atividades portuárias e turísticas na região litorânea do centro norte de Santa Catarina, Brasil (Santos Júnior & Do Amaral-Pereira 2011, Mallas 2009) levou à expansão urbana e perda de ecossistemas naturais (Alves & Baeninger 2008, Santos Júnior & Pereira 2011) tendo como consequência a aproximação do ambiente urbano com as regiões de dunas (Ruschmann 1993, Scherer et al. 2006; Smith et al. 2008). Essa proximidade interfere nas comunidades de animais silvestres, principalmente nos comportamentos e nas relações interespecíficas (Thomas et al. 2003, Burton 2007, Mendes 2008).

Aves são animais sensíveis aos impactos gerados pelo desenvolvimento urbano (Shochat et al. 2006), contudo alguns grupos apresentam capacidade de adaptação, demonstrando plasticidade comportamental em resposta às interações com animais domésticos e alterações tróficas por recursos alimentares ofertados pelas cidades (Silva 2006, Menezes & Ludwig 2013, Cavalli et al. 2016). Devido a esses fatores e à facilidade de observação e obtenção de dados comportamentais, as aves são frequentemente objeto de estudos no ambiente urbano, o que contribui para a elucidação de novas relações existentes (Argel de Oliveira 1995, Franchin & Junior 2004, Brun et al. 2019, Seress & Liker 2015, Franco & Marçal-Júnior 2018).

Athene cunicularia, conhecida como coruja buraqueira, é uma ave de rapina de pequeno porte pertencente à família Strigidae que apresenta hábitos diurnos, crepusculares e noturnos (Sick 2001). Ela é encontrada em regiões abertas, onde constrói suas tocas no solo ou reutiliza as construídas por outros animais (Sick 2001, Motta-Junior et al. 2017, Sazima & D'Angelo 2015). Esta espécie, é frequentemente observada nas regiões de dunas, área de fácil construção de tocas e disponibilidade de presas (Soares et al. 1992; Zilio 2006; Vieira & Teixeira 2008). Por ser uma coruja com hábitos diurnos é bastante conhecida pela população local

(Develey & Endrigo 2004) tendo sido alvo de estudos que enfatizaram sua dieta (Vieira & Teixeira 2008; Menezes & Meira 2012; Rasche 2018) e seu comportamento (Martins & Egler 1990; Franco & Marçal-Júnior 2018).

Compreender os comportamentos animais, migrações entre as populações e interações na comunidade, fornece informações importantes sobre sua biologia e saúde (Del Claro & Torezan-Silingardi 2006). Além disso, a coruja, como ave de rapina, é um elemento chave na dinâmica de populações nas comunidades em que se encontra inserida, nortando possíveis estratégias de conservação em áreas degradadas (Sick 2001, Kullberg & Ekman 2000).

A proximidade da coruja buraqueira com regiões urbanas é frequente, sendo geralmente encontrada em terrenos baldios e campos abertos (Ramos & Daudt 2004, Jacobucci 2007). Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar os padrões comportamentais apresentados da coruja *A. cunicularia* em diferentes áreas urbanizadas próximas às dunas do litoral centro-norte do estado de Santa Catarina. Inicialmente procurou-se testar se a emissão de alarme pelas corujas próximo das tocas seria uma resposta à aproximação de humanos. Hipotetizamos que as corujas apresentam diferentes respostas comportamentais de alarme frente ao observador entre ambientes com maior e menor distúrbio, sendo mais “ariscas” em ambientes com pouco distúrbio, apresentando reações a maiores distâncias do observador. Na sequência, verificou-se a existência de um padrão de atividade com o horário de observação. Hipotetizamos que existe um padrão de comportamento das corujas entre os horários de forrageio, socialização, limpeza da plumagem e repouso.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

As observações dos comportamentos da coruja buraqueira foram feitas em quatro regiões de dunas do estado de Santa Catarina, Brasil, nas praias dos municípios: Barra Velha (BVE - 26°35'14.00"S, 48°40'5.64"W; N =6); Navegantes (NAV - 26°53'22.33"S, 48°38'31.47"W; N =13); Praia Brava, Itajaí (BRA - 26°56'49.72"S, 48°37'44.25"W; N =11); Interpraias, Balneário Camboriú (INT - 27°1'18.75"S, 48°34'35.10"W; N= 18) (Figura 1). A vegetação da região é típica de restinga, com plantas rasteiras intercaladas com áreas arbustivas (Paz 2016).

As praias NAV e BRA estão inseridas em zonas urbanizadas, com movimentação de pessoas ao longo do ano, principalmente no período de verão devido ao intenso fluxo de turismo na região. A área da INT encontra-se relativamente próxima de habitações com pouco distúrbio, exceto na alta temporada, quando as moradias de veranistas são ocupadas. Já a praia BVE está mais afastada das moradias e da circulação de pessoas.

Registro dos comportamentos

Os registros dos comportamentos apresentados pela coruja foram efetuados durante o período de agosto de 2017 a agosto de 2019. Inicialmente foram identificadas as tocas ocupadas em cada praia e anotadas as coordenadas do GPS (Apêndice J) (*Garmin Etrex 12* e Google Earth).

Na sequência foram registradas, em todos os locais, a distância do primeiro alarme da coruja (vocalização, fuga ou *displays* de ameaça) em resposta à aproximação do observador. Essas observações foram realizadas apenas uma vez ao dia, por localidade, para evitar que as aves se habituassem com o pesquisador.



Figura1. Mapa da região centro-norte de Santa Catarina com as quatro regiões estudadas (Barra Velha, Navegantes, Brava e Interpreiras) e imagens de satélites que mostram a urbanização nos últimos 14/15 anos (2004 – 2019), retiradas do *Google Earth-Pro 2019*.

A aproximação foi feita com a utilização de roupas de coloração neutra (branca ou escura) e procurou-se manter a velocidade de aproximação. Após o primeiro alarme era feita uma marcação no chão local e tomada a distância em linha reta até o local onde a coruja estava, utilizando-se barbante e fita métrica e auxílio do aplicativo *Medida*, disponível para celulares.

Paralelamente foram feitas observações mensais nos períodos matutino (6:00 – 12:00), vespertino (13:00 – 18:00) e noturno (18:00 – 22:00). Essas observações foram realizadas em dias intercalados e os dados foram agrupados para se obter um panorama geral dos comportamentos das corujas nas áreas de amostragem, tendo em vista, que dentro desses horários são registrados os picos de comportamentos (Martins & Egler 1990, Jacobucci 2007).

Nessas observações foi respeitada uma distância mínima de aproximadamente 25 metros (previamente determinada) realizadas por no mínimo três horas consecutivas. As observações foram divididas em dois momentos: o primeiro qualitativo, descrevendo todos os comportamentos apresentados pelas corujas, caracterizado por observações “*ad libitum*” de casais ou grupos familiares, a fim de se construir uma planilha que seria usada posteriormente para a análise de frequência. E o segundo quantitativo, com observação de grupo focal do tipo varredura, momento dividido em intervalos de três minutos em que se anotava o comportamento apresentado naquele instante, resultando em 20 anotações dentro do prazo de uma hora. Esse método é utilizado para calcular o tempo gasto com as categorias (estados) comportamentais apresentados (adaptados de Altmann 1974).

Análises dos dados

Para comparar os resultados das distâncias de alarme entre os locais amostrados, os dados obtidos foram submetidos à análise não paramétrica Kruskal-Wallis com 95% de confiança e, se positivo, foi aplicado o teste de Dunn's *post hoc* para evidenciar quais locais diferiam significativamente dos demais.

Para análise dos comportamentos apresentados, os registros obtidos foram divididos em categorias e separados em três períodos: matutino, vespertino e noturno. Calcularam-se as frequências relativas dividindo-se o total de registros de uma categoria pelo total de eventos registrados e a razão foi transformada em porcentagem, para cada categoria apresentada. Aplicou-se ainda a Análise Discriminante (LDA) para verificar se os comportamentos variavam conforme o período do dia ou entre as estações do ano. Posteriormente foi aplicada uma PERMANOVA e se significativa, aplicada uma SIMPER para detectar qual(is) comportamento(s) estava(m) contribuindo para as diferenças entre os períodos e das estações.

Todos os testes foram realizados pelo programa PAST version 3.24 (Hammer et al. 2001).

RESULTADOS

Distância de Alarme

A distância média de aproximação para desencadear o comportamento de alarme da coruja buraqueira nas proximidades das tocas variou de $7,74 \pm 1,2$ metros em NAV (N=17), de $29 \pm 1,32$ BVE (N=6), $3,61 \pm 0,61$ BRA (N=11) e $6,52$

± 0,77m INT (N=18) e foram significativas (H=22,57, p= 4,76E-05), com BVE e BRA se diferenciando das outras áreas amostradas (Figura 2).

Categorias comportamentais

Foram utilizadas 214 horas de observações entre as praias amostradas, sendo 96h no período matutino, 32h no vespertino e 86h no noturno, e identificadas seis categorias de comportamentos da coruja buraqueira, descritas abaixo.

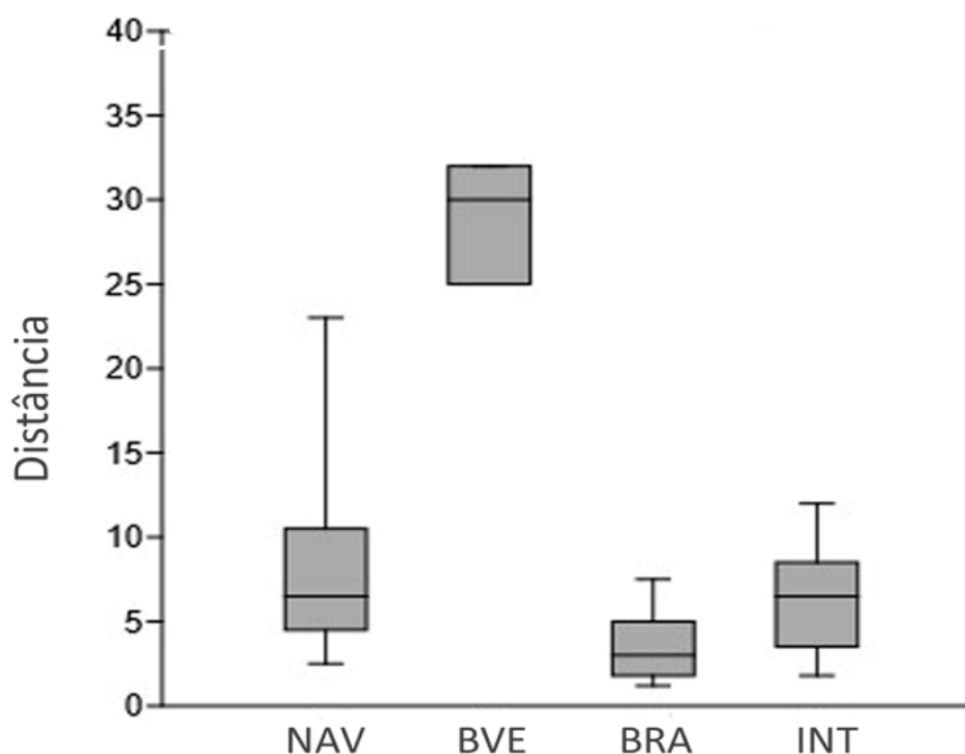


Figura 2. Média e erro padrão das distâncias de alarme das corujas em metros nas dunas das praias (NAV: Navegantes, BVE: Barra Velha, BRA: Itajaí, INT: Balneário Camboriú)

Na categoria repouso (RE) foram incluídos os comportamentos em que a coruja permanecia próximo à entrada da toca com uma ou duas pernas apoiadas no solo ou em poleiro; espreguiçava-se movimentando uma pata para trás juntamente com as asas de modo a esticá-las, bem como, quando permanecia dentro da toca sem emissão aparente de som.

No forrageio (FO) foram incluídos os comportamentos de caça a partir do poleiro para o solo; estacionário caminhando; voos curtos; caça peneirando o chão, quando o indivíduo procurava com o auxílio do bico as presas locais e as capturavam; captura em área visível e momentos de ausência da coruja nas proximidades da toca com retorno de alguma presa.

No período matutino e vespertino a coruja utilizou pouco tempo com forrageio, mas aproveitou as oportunidades, capturando como exemplo, lagartos, pássaros e insetos. Ao crepúsculo as corujas ficam mais ativas e iniciam a caça, peneirando na região de dunas e posteriormente alçando voos mais longos, muitas vezes retornando com roedores para as proximidades da toca. Foram observados em alguns momentos deslocamentos para área de asfalto, peneirando na presença de luz artificial, comportamento que pode acarretar atropelamentos dessas aves, fato que ocorreu com três indivíduos jovens durante o estudo.

Na categoria alarme (AL), a coruja passava da observação passiva para ativa, vocalizando em direção a um alvo específico com as asas afastadas do corpo em posição de voo e emissão sonora frente a um perigo. Quando havia filhotes nas bordas da toca, a vocalização atuava como alerta para a busca de abrigo. Os comportamentos de AL são mais direcionados quando há perigo de aproximação, como aves maiores sobrevoando a região ou cães ao redor. Com grande frequência a coruja apresentava *displays* como vocalização para alertar os jovens ou para tentar afugentar um possível predador. Também alçavam voos para pontos mais distantes, porém sempre observando a sua toca. Houve uma rara ocorrência em que houve ataque efetivo a um cão a mais de 50 metros da toca.

Em manutenção corporal (BM), estão compreendidos os comportamentos de arrumação e limpeza da plumagem nas regiões do tórax, sobre as asas e pernas efetuadas com o auxílio do bico. Na manutenção da toca (BuM), a coruja utilizava as pernas para deslocar a areia, alargar ou escavar novas tocas. Na Interação social (IS), positiva: observada a catação entre os pares ou filhos; vocalização de contato à distância com a aproximação dos pares; interação, como brincadeiras entre os filhotes; e negativa: quando havia confronto aéreo; patadas de uma sobre a outra e vocalizações que as afastavam.

Comportamentos não contabilizados, devido a raros momentos, porém observados, foram interações interespecíficas, quando indivíduos de *Vanellus chilensis* (quero-quero) que vivem na mesma área, emitiam sinal de alarme na possível aproximação de predador, e negativas, como do sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*) que atacava a coruja enquanto se encontrava em RE nos poleiros, ataques que aparentemente não a incomodavam.

Frequência dos comportamentos

Na Figura 3 são apresentadas as frequências relativas dos seis comportamentos, registrados em cada período de observação, com os dados agrupados por praia. Em geral, o RE foi a atividade mais frequente (51%), seguida da BM (15%), FO (15%), IS (8%), AL (6%) e BuM (4%).

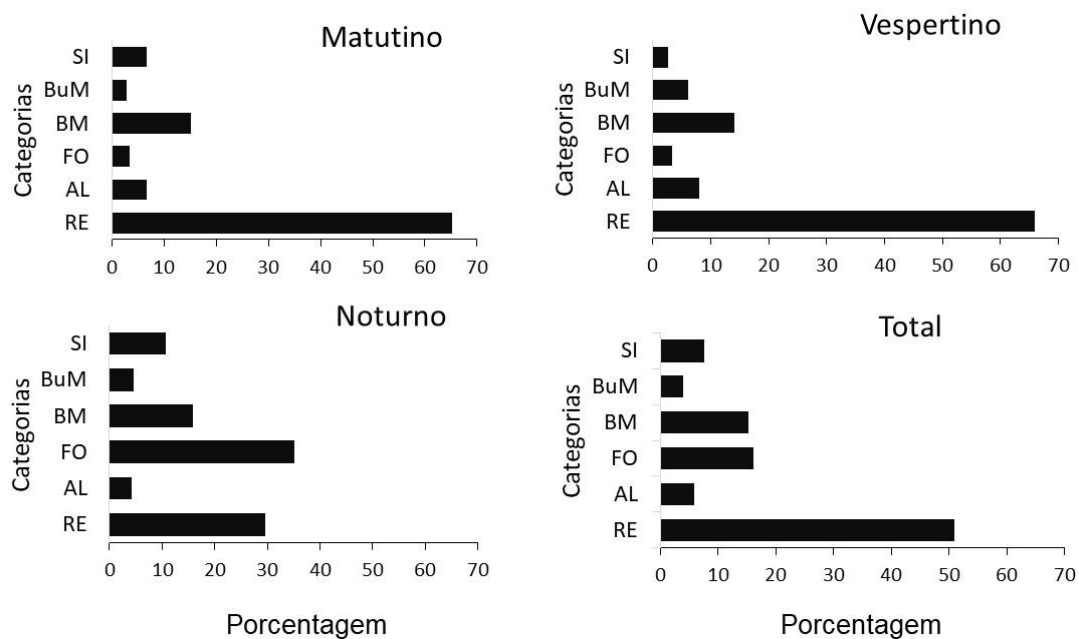


Figura 3. Frequência de ocorrência relativa de cada categoria de comportamento: interação social (SI), manutenção da toca (BuM), manutenção corporal (BM), Forrageamento (FO), alarme (AL) e repouso (RE).

Na análise discriminante (LDA) (Figura 4), o primeiro eixo explicou 98,95% dos resultados e o segundo os outros 1,05%. No primeiro eixo fica evidenciado que os períodos matutino e vespertino foram mais similares entre si e diferentes em relação ao noturno.

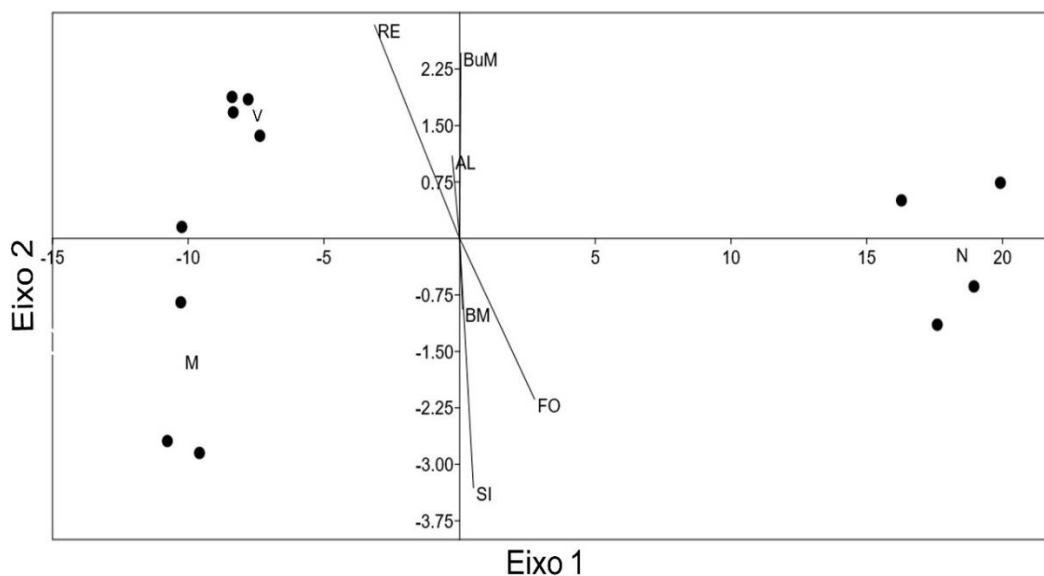


Figura 4. Análise discriminante relacionando as categorias de comportamentos RE (Repouso), AL (Alarme), FO (Forrageio), BM (Manutenção corporal), SI (Interação social), e BuM (Manutenção da toca) com os três períodos do dia, M (matutino), T (vespertino) e N (noturno).

Este resultado foi confirmado pela PERMANOVA ($F=22,6$, $p=0,0042$), em que o período noturno foi significativamente diferente do matutino e vespertino. Aplicando-se a análise SIMPER (Tabela 1), o comportamento de FO contribuiu para a diferença do período noturno, tendo sua frequência aumentada, assim como SI. O comportamento RE, também esteve presente no período noturno, porém com uma contribuição menor que nos outros períodos.

Tabela 1. Resultado do teste SIMPER, mostrando a contribuição de cada categoria de comportamento para cada período do dia. RE = Repouso, AL = Alarme, FO= Forrageio, BM =Manutenção corporal, SI = Interação social e BuM = Manutenção da toca.

Comportamento	Dissimilaridade (média)	Contribuição (%)	Cumulativo (%)	Matutino	Vespertino	Noturno
RE	974.4	54.62	54.62	65	65.9	29.6
FO	678.3	38.02	92.65	3.59	3.28	35
SI	54.57	3.059	95.71	6.68	2.66	10.7
AL	35	1.962	97.67	6.75	7.97	4.11
BuM	21.65	1.214	98.88	2.71	6.1	4.7
BM	19.96	1.119	100	15.2	14.1	15.9

DISCUSSÃO

As distâncias de emissão de alarme pela coruja buraqueira em BVE e BRA foram significativamente diferentes entre as praias. Os casais que fizeram suas tocas em BVE, foram os mais sensíveis à aproximação de humanos, principalmente os distantes das moradias e com menor circulação nas proximidades das tocas, enquanto, na BRA, as corujas se habituaram ao fluxo de automóveis e pessoas nas imediações das tocas. Esses comportamentos foram similares aos registrados em ambientes urbanizados na cidade de Campinas, SP (Jacobucci 2007), evidenciando a plasticidade comportamental

da coruja *Athene cunicularia* (Moroni et al. 2017), como já reportado para outras espécies de aves na presença de humanos (Bisson et al. 2009).

A resposta comportamental da coruja frente à aproximação pode ser influenciada por outros fatores, como velocidade de aproximação; modo de aproximação (térreo ou aéreo) e em resposta a diferentes níveis de ameaças à população local, através da percepção de risco por parte desta. Entretanto, o predador é um influenciador potencial nessa resposta (Stankowich & Blumstein 2005).

Essa plasticidade, inicialmente pode favorecer a permanência das corujas em ambientes urbanizados, diminuindo estresses ocasionados pela presença humana, embora o tempo de ocupação seja incerto (Santos Júnior & Pereira 2011), por torná-las mais suscetíveis à captura e reduzir seu habitat, principalmente nas regiões litorâneas de Santa Catarina, em franca expansão urbana (Millsap & Bear 2000, Stankowich & Blumstein 2005).

O repouso foi o comportamento predominante na coruja buraqueira sendo um dos mais frequentes nesta espécie (Martins e Egler 1990, Soares et al. 1992, Specht et al. 2013), e foi observado principalmente em poleiros nas proximidades das tocas. Os comportamentos de FO foram observados frequentemente no crepúsculo e no período noturno, caracterizando-a como ave de alimentação crepuscular-noturna, semelhante ao já reportado em estudos prévios realizados em ambientes de dunas no estado de Santa Catarina (Soares et al. 1992) e ambientes urbanizados em Minas Gerais (Specht et al. 2013), em que estes autores constataram maiores atividades de forrageio com a mudança de luminosidade no entardecer, momento que associaram à maior disponibilidade de presas.

Dentro da categoria FO, o comportamento mais frequentemente observado por Specht et al. (2013) foi o peneiramento pelo chão. No presente estudo a coruja iniciava sua alimentação peneirando a região próxima, porém depois de vocalizações de socialização elas alçavam grandes voos que demoravam de minutos até horas para retorno, o que dificultou a quantificação dos comportamentos de caça, como apresentados pela literatura. Como observado no presente estudo, a coruja mesmo estando em um ambiente de restinga, locomoveu-se para as ruas em algumas ocasiões, possivelmente atraídas pelos insetos ao redor de luzes artificiais (Barghini & Medeiro 2006), alimento frequentemente encontrado na sua dieta por diversos estudos (Menezes & Meira 2012, Pafume et al. 2013, Santos et al. 2017).

Interações interespecíficas positivas e negativas entre aves são comuns em alguns grupos nos ambientes urbanos e naturais como parte do dia a dia do animal (Silva & Carmo 2015). A coruja buraqueira é um potencial predador dos filhotes de quero-quero (*Vanellus chilensis*) (Costa 2002, Maruyama et al. 2010), contudo, no presente estudo houve diversos registros da proximidade desses animais ocupando o mesmo terreno, apresentando alarmes que funcionam como alerta para ambas as espécies contra aproximações de pessoas, cães e outros e aves maiores.

Interações negativas, como comportamentos de ataque contra potenciais predadores, são registradas em alguns grupos de aves (Sordahl 1990), para afastá-los através de uma estratégia que incite o medo, porém os colocam em perigo de um possível contra-ataque. Contudo, no presente estudo a coruja foi passiva nas tentativas de ataque do sabiá do campo, espécie já observada

realizando o comportamento de ataque contra o mãe-da-lua (*Nyctibius griseus*) (Castro-Siqueira 2010).

No presente estudo, *Athene cunicularia* apresentou plasticidade comportamental em relação à emissão de alarme em resposta à aproximação humana, demonstrando uma variação comportamental significativa entre os ambientes, influenciada pela proximidade da sua toca em ambientes onde há maior movimentação, como cidades e regiões próximas a moradias, demonstrando que a coruja apresenta diferenças significativas nas percepções de perigo frente aos humanos conforme a urbanização local. Este comportamento auxilia sua permanência em locais urbanizados, porém pode em alguns casos deixá-las vulneráveis e suscetíveis à captura.

A coruja buraqueira é uma ave de hábitos dioturno, possuindo diferentes comportamentos ao longo do dia, sendo que durante o período diurno seus comportamentos são mais voltados aos cuidados corporais, manutenção da toca, vigilância e descanso. Contudo, no período noturno a dedicação maior foi ao forrageio, frequentemente alçando voos longos, em busca de alimentos.

Considerando-se que é uma ave de hábitos noturnos os indivíduos ficam sujeitos a atropelamentos, eletrocussão, ou ataques por animais domésticos, nas áreas intensamente urbanizadas. A manutenção das populações de corujas demandará maiores esforços por parte do poder público para preservação e conservação dos habitats naturais remanescentes e até do tombamento de algumas áreas. Ações estratégicas voltadas para diferentes setores da sociedade são urgentemente requeridas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pelo apoio financeiro contínuo ao ICMBio pela licença de coleta (número 56557-4). Agradecemos à Universidade Federal de São Carlos e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais – UFSCar e ao sempre amigo Germano H. C. Barrilli pelo auxílio nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.
- ALVES, P. A. & BAENINGER, R. A. 2008. Região Metropolitana de Florianópolis: migração e dinâmica da expansão urbana. Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais–ABEP–Caxambu–MG, 20.
- ARGEL-DE-OLIVEIRA, M. M. 1995. Aves e vegetação em um bairro residencial da cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*. 12(1): 81-92.
- BARGHINI, A. & DE MEDEIRO, B. 2006. A Iluminação Artificial e o Impacto sobre o Meio Ambiente. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*. (5):4- 15.
- BISSON, I.A., BUTLER, L.K., HÁ YDEN, T.J., ROMERO, L.M. & WIKELSKI, M.C. 2009. No energetic cost of anthropogenic disturbance in a songbird. *Proceedings of the Royal Society B: Biological*. 276: 961–969.
- BRUN, F.G. K., LINK, D. & BRUN, E.J. 2019. O emprego da arborização na manutenção da biodiversidade de fauna em áreas urbanas. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 2(1):117-127.
- BURTON, N.H.K. 2007. Landscape approaches to studying the effects of disturbance on waterbirds. *Ibis* 49:95-101.
- CASTRO-SIQUEIRA, L. 2010. Observation of mobbing towards a Common Potoo (*Nyctibius griseus*). *Wilson Bulletin* 91(1):133
- CAVALLI, M., BALADRÓN, A.V., ISACCH, J.P., BIONDI, L. M. & BÓ, M.S. 2016. Differential risk perception of rural and urban Burrowing Owls exposed to humans and dogs. *Behavioural Processes*. 124: 60-65.
- COSTA, L. C. M. 2002. O comportamento interespecífico de defesa do quero-quero, *Vanellus chilensis* (Molina, 1782) (Charadriiformes, Charadriidae). *Revista de Etologia* 4(2): 95-108.

- PAZ, D. F. 2016. Enquadramento Legal Da Vegetação Do Litoral Centro-Norte De Santa Catarina. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.
- DEL-CLARO, K. & TOREZAN-SILINGARDI, H.M. 2006. Comportamento animal, interações ecológicas e conservação. In: ROCHA, C.F.D.R., SLUYS, M.V, BERGALLO, HG Biologia da Conservação: Essências. Rio de Janeiro: Instituto Biomas. Rima Editora, p. 399-410.
- DEVELEY, P.F. & ENDRIGO, E. 2004. Guia de campo: aves da grande São Paulo. São Paulo: São Paulo: Aves e Fotos. 295 p.
- FRANCHIN, A.G. & JÚNIOR, O.M. 2004. A riqueza da avifauna no Parque Municipal do Sabiá, zona urbana de Uberlândia (MG). Biotemas. 17(1): 179-202.
- FRANCO, F. F. & MARÇAL-JUNIOR, O. 2018. Influence of urbanization on the distribution and defense strategies of the Burrowing Owl *Athene cunicularia* in the city of Uberlândia, southeastern Brazil. Revista Brasileira de Ornitologia. 26(1): 1-8.
- HAMMER, O.H., D.A.T & RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Palaeontol Electronica 4(1): 9.
- JACOBUCCI, G.B. 2007. Comportamento de alarme em corujas buraqueiras (*Athene cunicularia*) durante o período reprodutivo no sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Zoociências. 9(2): 145-150.
- KULLBERG, C. & EKMAN, J. 2000. Does predation maintain tit community diversity? Oikos. 89 (1): 41-45.
- MALLAS, D. 2009. Os portos brasileiros na globalização: Uma nova geografia portuária. Encontro de Geógrafos da América Latina.12.
- MARTINS, M. & EGLER, S.G. 1990. Comportamento de caça em um casal de corujas buraqueiras (*Athene cunicularia*) na região de Campinas, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Biologia. 50 (3): 579-584.
- MARUYAMA, P.K., CUNHA, A.F., TIZO-PEDROSO, E., DEL-CLARO, K. 2010. Relation of group size and daily activity patterns to southern lapwing (*Vanellus chilensis*) behaviour. J. ethol, 28(2): 339-344.
- MENDES, I. 2008. Caracterização dos impactos causados pela ocupação de áreas costeiras: a Praia Brava como estudo de caso-Itajaí/SC. Trabalho de Conclusão de Curso- Engenharia Sanitária, 109 p. acessado em janeiro de 2020 <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/124348>
- MENEZES, L.N. & DE TONI MEIRA, N. 2012. Análise da ecologia alimentar da *Athene cunicularia* (Aves, Strigidae) numa área sob influência antrópica no município de Assis-SP. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR.15 (1): 37-41.
- MENEZES, L.N. & LUDWIG, P.R. 2013. Diversidade alimentar da coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) em ambiente antropomorfizado no município de Maracá/SP. J Health Sciences Institute. 31(4):347-350.
- MILLSAP, B.A. & BEAR, C. 2000. Density and reproduction of Burrowing owls along an urban gradient. Journal of Wildlife Management. 64(1): 33-41.

- MORONI, E., CRIVELARO, A. Z., SOARES, T. L. & GUILLERMO-FERREIRA, R. 2017. Increased behavioural responses to human disturbance in breeding burrowing owls *Athene cunicularia*. *Ibis*, 159 (4): 854-859.
- MOTTA-JÚNIOR., J.; BUENO, A. A. & BRAGA, A. C. R. 2004. Corujas Brasileiras. Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Disponível em <http://143.107.244.86/labecoaves/PDFs/pdf30CorujasIBC.pdf>. Último acesso: 07/02/2020.
- PAFUME, A., ARAÚJO, M.M.S. & BRITO, C. A. 2013. Dieta alimentar da coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) e sua relação com a ação antrópica, Uberlândia-MG E-Rac, 1(1): 1-10.
- RAMOS, L.A. & DAUDT, R.B. 2005. Avifauna urbana dos balneários de Tramandaí e Imbé, litoral norte do Rio Grande do Sul. *Biotemas*. 18 (1): 181-191.
- RASCHE, C.C.M. 2018. Dieta de *Athene cunicularia* (Molina, 1782) no campus da Univates, Lajeado-RS. TCC. Disponível em : <<http://hdl.handle.net/10737/1788>>
- RUSCHMANN, D.V.D.M. 1993. Impactos ambientais do turismo ecológico no Brasil. *Turismo Em Análise*, 4: 56-68.
- SANTOS, D. M., CORDEIRO, V. L., CARDOSO, C. B., ANDREA, M. V., ADORNO, E. V. & DE OLIVEIRA, K. N. 2017. Caracterização alimentar da *Athene cunicularia* (Strigiformes: Strigidae) (coruja buraqueira). *Ciência Animal Brasileira*, 18:1-9.
- SANTOS JÚNIOR, A. & DO AMARAL PEREIRA, R. M. F. 2011. As recentes transformações sócio-espaciais do litoral de Santa Catarina: o caso da Praia Brava-Itajaí-SC. *Geosul*, 26(51):109-128.
- SAZIMA, I., & D'ANGELO, G. B. 2015. Associações de aves com insetos sociais: um sumário no Sudeste do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 105(3): 333-338.
- SCHERER, M., FERREIRA, C.M., MUDAT, J., & CATANEO, S. 2006. Urbanização e gestão do litoral centro-sul do estado de Santa Catarina. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 13: 31-50
- SERESS, G. & LIKER, A. 2015. Habitat urbanization and its effects on birds. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 61 (4):373-408.
- SHOCHAT, E., P.S. WARREN, S.H. FAETH, N.E. MCINTYRE & D. HOPE. 2006. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends Ecology Evolution*. 21(4):186-191.
- Sick H. 2001. *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira. Rio de Janeiro, Brasil. 862.
- SILVA, C. & DO CARMO, R.S. 2015. Comportamento Allopeening entre urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) e caracará (*Caracara plancus*) no nordeste brasileiro.
- SILVA, F. C. A. 2006. Ecologia alimentar de *Athene cunicularia* e *Tyto alba* (Aves, Strigiformes) na cidade de Curitiba e Região Metropolitana, Estado do Paraná= Crescimento dos filhotes da coruja das torres *Tyto alba* (Aves Strigiformes) nos municípios de Curitiba e Colombo, Estado do Paraná.

SMITH, J.R.; FONG, P. & AMBROSE, R.F. 2008. The impacts of human visitation on mussel bed communities along the California coast: are regulatory marine reserves effective in protecting these communities? *Environmental Management*. 41(4):599-612.

SOARES, M., SCHIEFLER, A. F. & XIMENEZ, A. 1992. Aspectos do comportamento de *Athene cunicularia* (Molina, 1782) (Alves: Strigidae), na restinga da Praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, 5(2):71-74.

SORDAHL, T.A. 1990. The risks of avian mobbing and distraction behavior: an anecdotal review. *The Wilson Bulletin*. 102(2):349-352.

SPECHT, G.V., GONÇALVES, G.L. & YOUNG, R.J. 2013. Comportamento de caça da coruja buraqueira, *Athene cunicularia* (Molina, 1782) (Aves: Strigiformes) em ambiente urbano em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana*. 11(1-2):17-20.

STANKOWICH, T. & BLUMSTEIN, D.T. 2005. Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological*, 272: 2627–2634.

THOMAS, K., KVITEK, R.G. & BRETZ, C. 2003. Effects of human activity on the foraging behavior of sanderlings *Calidris alba*. *Biological Conservation*, 109:67-71.

VIEIRA, L. A., & TEIXEIRA, R. L. 2008. Diet of *Athene cunicularia* (Molina, 1782) from a sandy coastal plain in southeast Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, 23(5): 5-14.

ZILIO, F. 2006. Dieta de *Falco sparverius* (Aves: Falconidae) e *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) em uma região de dunas no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 14(4), 379-392.

CAPÍTULO III Feeding ecology ecology of the burrowing owl *Athene cunicularia* (Molina, 1782) on the coast of Santa Catarina, Brazil

RESUMO

O processo de urbanização contribui para a perda de habitats e de biodiversidade, influenciando a dinâmica de diversas comunidades biológicas locais. O litoral de Santa Catarina, estado do sul do Brasil, passa por esse processo, que vem aumentando devido às atividades portuárias e ao elevado turismo na região. As corujas, como predadoras de topo, são importantes nas relações das comunidades dos ambientes onde vivem. Neste contexto, estudamos a dieta de *Athene cunicularia*, a coruja buraqueira, objetivando o conhecimento de sua alimentação e a comparação desta entre quatro populações distintas, em localidades de dunas do litoral norte do estado de Santa Catarina: Interpraias - Balneário Camboriú (INT), Praia Brava – Itajaí (BRA), Praia Central - Navegantes (NAV) e Península - Barra Velha (BVE). Devido às diferentes ocupações nas regiões estudadas, hipotetizamos que haverá maior abundância e conseqüentemente maior consumo de insetos considerados pragas urbanas nas áreas de BRA, NAV e INT em detrimento de BVE, ambiente mais afastado das construções urbanas. As coletas de regurgitos das corujas foram realizadas mensalmente de janeiro a dezembro de 2017. Foi aplicada a análise não paramétrica PERMANOVA para se identificar se há diferenças no peso dos regurgitos e nos itens alimentares entre as populações estudadas e entre as estações do ano. Também foi calculada a amplitude de nicho para cada local e para as estações do ano. As coletas totalizaram 1064 regurgitos, que incluíram 20 itens alimentares, dentre eles: invertebrados pertencentes aos Arachnida, Insecta e Crustacea Malacostraca (83%); vertebrados pertencentes a Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia (8,6%); sementes (6,38%) e materiais diversos, de origem antrópica (0,19%). Não houve diferença entre os pesos dos regurgitos, entretanto as dietas observadas em INT e em BRA foram significativamente diferentes, provável reflexo dos microambientes nos quais a coruja buraqueira está inserida, evidenciando que além de uma alimentação generalista, esta espécie tem capacidade de se adaptar a alterações originárias da urbanização.

Palavras chave: restinga, alimentação, urbanização, regurgitos alimentares, aves de rapina.

ABSTRACT

The urbanization process contributes to losses of habitat and biodiversity, influencing the dynamics of local biological communities. The coast of Santa Catarina, state of southern Brazil is undergoing intense urbanization, which is increasing due to port activities and high tourism in the region. Owls, as top predators, are important in the relationships of the communities they belong. In this context, we study the diet of *Athene cunicularia*, the burrowing owl, aiming the knowledge of its feeding and its comparison among four populations in dunes localities of the north coast of Santa Catarina, Interpreiras - Balneario Camboriu (INT), Brava - Itajaí (BRA) Beach, Central Beach - Navegantes (NAV) and Peninsula - Barra Velha (BVE). Due to the different occupations of the regions studied, we hypothesized that there will be greater abundance and consequently higher consumption of insects considered urban pests in the areas of BRA, NAV and INT to the detriment of BVE. The collection of owl regurgitation was performed monthly from January to December 2017. The non-parametric PERMANOVA analysis was applied to identify if there were differences in food pellets weight and type of food items between the studied populations and between the seasons of the year. Also, niche breadth was calculated for each location and for seasons. The collections totaled 1064 regurgitation pellets, including 20 food items, among them: invertebrates belonging to Arachnida, Insecta and Crustacea Malacostraca (83%), vertebrates belonging to Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Birds and Mammalia (8.6%), seeds (6.38%) and miscellaneous materials of anthropic origin (0.19%). There was no difference between regurgitation weights, however diets observed in INT and in BRA were significantly different, a result that may be a reflection of the microenvironments in which the burrowing owl is inserted, showing that in addition to a generalist diet, this species has the capacity to adapt to urban changes.

Keywords: Coastal vegetation. Feeding. Urbanization. Regurgitation pellets. Birds of prey.

INTRODUCTION

The northern coast of Santa Catarina state in southern Brazil, is experiencing increasing urban occupation, driven by tourism in the beach regions (Santos Júnior & Pereira 2011) and port expansion in the Itajaí Valley (Mallas 2009), which impacts dune ecosystems (Mendes 2008). These environments harbor high diversity of invertebrate animals (Branco et al. 2010, Heusi-Silveira et al. 2012) and small vertebrates (Rocha & Van Sluys 2007, Kunz et al. 2011, Grose & Cremer 2015).

The Burrowing Owl, *Athene cunicularia* (Molina 1782), reaches about 22 cm in length and body mass between 144 and 205 g (Sick 1997, Baladrón et al. 2015). It has a wide geographical distribution, occurring from Canada to Argentina, and in most of Brazil, except in the northwestern portion of the country (Avibase 2019). It builds its burrows in open environments with natural or modified ground vegetation, such as cerrado (Brazilian tropical savanna eco-region), pastures, land wasteland and on the coast. It is also found on the dunes, and this preference for open environments may be related to the ease of hunting and protection of the lair, as well as the possible adaptation to niches available among predators (Sick 1997, Odum 2006). It is a generalist and opportunistic species with a broad trophic spectrum (Motta-Junior et al. 2017, Santos et al. 2017, Roque-Vásquez et al. 2018). It expels undigested remains of prey, like bones and chitin parts, known as regurgitation or egagrópila, in the perch and vicinity areas of the burrows, fundamental in the identification of their diet (Sick 1997), an important characteristic for non-invasive studies of their diet.

Studies on trophic ecology of birds such as top predators, provide insight into niche amplitude, foraging behavior, seasonal prey fluctuations and energy demand (Emlen 1966, Krebs 1989, Develey & Peres 2000), as well as changes in the local community, providing subsidies for the management and conservation of degraded areas (Primack & Rodrigues 2001). Owls, as predators, are important in the trophic relationships of the environments in which they live (Furness & Greenwood 1983, Ricklefs 2003), showing, when present, variations in local community and ecological relationships.

Although common in the dune region, the diet of *A. cunicularia* on the Brazilian coast is still poorly known, highlighting some studies carried out in southeastern Brazil by Vieira & Teixeira (2008) and in the south by Soares et al. (1992), Zilio (2006) and Branco et al (2010). Thus, this study aimed to perform an inventory and comparison of *Athene cunicularia* diet in four dune regions of the central north coast of Santa Catarina. The chosen areas undergo increasing urban occupation, at different levels, with housing construction increasingly closer to the dune regions, leveraged by the port activity and tourism of the region in high season, which drives the construction of summer houses (Santos Junior & Pereira 2011).

Due to the different occupations in the studied regions we listed steps to know better the burrowing owls present in the coast. First, an evaluation of the collected regurgitation was made to know if the quality of the sites would influence the regurgitation pellets measurements. We hypothesized that weight would be related to the abundance of food items provided by the environment. Also, a niche breadth analysis was performed according to location to find out, whether or not, the owl shows any feeding preference in the face of changing resource availability

throughout the year. We hypothesized that resource use may have a cyclical characteristic, with less variety in the winter months. Finally, food items were categorized by location and season to find out if there were any preferred items. We hypothesize that features may vary, but there should be preferences depending on local availability. We assume that different urban occupations influence these resources, such as the presence of urban pests.

MATERIAL AND METHODS

Areas of study

Four dune regions located in the central – north coast of Santa Catarina, southern Brazil (Figure 1) – were sampled. The climate of the regions is Cfa type, temperate hot and humid, with rainfall throughout the year and average temperatures ranging from 20 to 22 ° C (Alvares et al. 2013). Coastal vegetation in the study areas is composed of remnants of the Atlantic Forest, grass and typical restinga plants (Klein & Rodriguez 1978, Marenzi 2006).

The Interpraias (INT) region (Balneario Camboriu - 27° 1'18.75 "S, 48° 34'35.10" W) has an extension ranging from 1.5 to 1.7km and an average width of 35m, almost all of it, there are shrubbery almost all the way, with houses and businesses nearby and artificial night lighting in some places. Brava Beach (BRA) (2.6km and 34m) (Itajaí -26° 56'49.72 "S, 48° 37'44.25" W), which has ground vegetation in the dune strip, the villas and trade houses are very close to the dune strip, having artificial lighting in almost all its extension.

Navegantes Central Beach (NAV) (10km & 28m) (Navegantes - 26 ° 53'22.33 "S, 48 ° 38'31.47" W), the largest beach in extension of the current study,

with villas, shops and artificial night lighting very close to all extension, has parts with shrub and other with undergrowth and Barra Velha Peninsula Beach (BVE) (Barra Velha, 26 ° 35'14.00 "S, 48 ° 40'5.64" W) with 5.8km average length and width of 30m, with shrub and undergrowth, has a greater distance from the regions with housing and part without artificial lighting near the dunes.

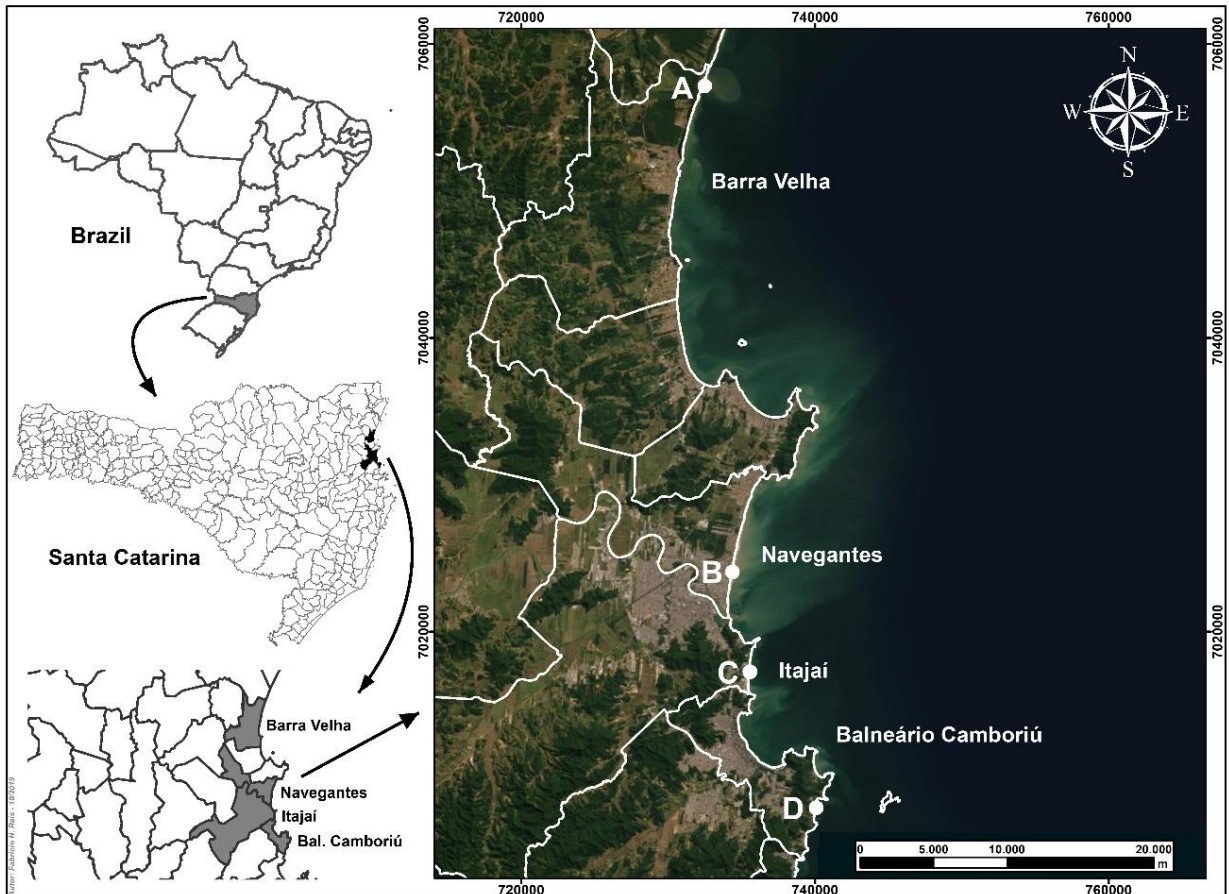


Figure 1: Location of the four regions studied: Barra Velha, Navegantes, Praia Brava and Barra Velha, northern coast of Santa Catarina, Brazil.

Sampling owl pellets

For material collections, the SISBIO authorization number 56557-4 was issued. Regurgitation pellets were collected monthly on all beaches from January to December 2017. Perches near the active owl burrows were surveyed,

preferably during the daytime. Whole regurgitation were selected and stored in plastic bags labeled with location identification, and collection date.

In the laboratory the regurgitation pellets were dehumidified in an oven at 50°C for 48 hours, then weighed in a weighing scale (precision 0.01g). They were then immersed in NaOH (10%) solution for six hours, sieved, rinsed in running water, left in 10% volume hydrogen peroxide solution, rinsed again and brought to the oven for drying at 50 ° C for four hours (Granzinoli & Motta-Junior 2010) for further screening.

Food items were separated under a stereoscopic microscope (Stemi DV4 Stereo Microscope, Carl Zeiss, Germany -32x) into morphospecies categories and identified at the lowest possible taxonomic level, with the help of specialized bibliographies, reference collections and expert consultation. Counting was performed so as not to overestimate the samples by counting identifiable parts only or in pairs in each item found. Materials such as Styrofoam, plastic, nylon, paper and foam were considered material of anthropic origin (M.A). (Appendix K).

Data Analysis

Firstly, the weight data were grouped by location and separated into seasons: spring (October - December), summer (January - March), autumn (April - June) and winter (July - September) and submitted to PERMANOVA analysis (Anderson 2001) to test for differences between seasons and between locations.

Subsequently, the niche amplitude of each location and between seasons was calculated using the Levins index (Krebs 1989) $B=1/\sum pi^2$, where B = niche amplitude; pi = proportion consumed by each food item. To standardize the

measurements, the Hurlbert formula (1978) was applied: $B_{st} = (B - a_{min}) / (n - a_{min})$, where B_{st} = Levins index value; B = niche breadth; n = total number of items consumed and a_{min} = is the lowest proportion observed among items consumed. The amplitude was expressed in a scale from 0 to 1, values close to zero indicate smaller amplitude with predominance of consumption of few groups, while those of 1 a large niche amplitude, with a great variety of prey (Krebs 1989). For normality, niche amplitude data were tested by Shapiro - Wilk and submitted to the Tukey test (Zar 2010), to verify if there were differences between niche amplitudes in the seasons.

Finally, to test the significance of differences in food item composition between seasons and areas, numerical data were transformed into relative abundance and subjected to multivariate permutational variance analysis (PERMANOVA) with 9999 permutations and significance ≤ 0.05 . When significant differences were observed, the data were subjected to SIMPER multivariate analysis (Clarke 1993) to detect which food items contributed most to the differences between the sampled areas. All tests were performed by the PAST version 3.24 program (Hammer et al. 2001).

RESULTS

A total of 1064 regurgitation pellets were collected from January to December 2017 in the four regions studied. In INT 210 regurgitations pellets were obtained, in BRA, NAV and BVE were 221, 516 and 117 respectively. The regurgitations pellets average weight and standard errors ranged from 1.39 ± 0.46 to 2.1 ± 0.48 grams (Figure 2). PERMANOVA analysis indicated that there

were no differences in average weight values between locations and seasons ($F = 1.694, p > 0.05$).

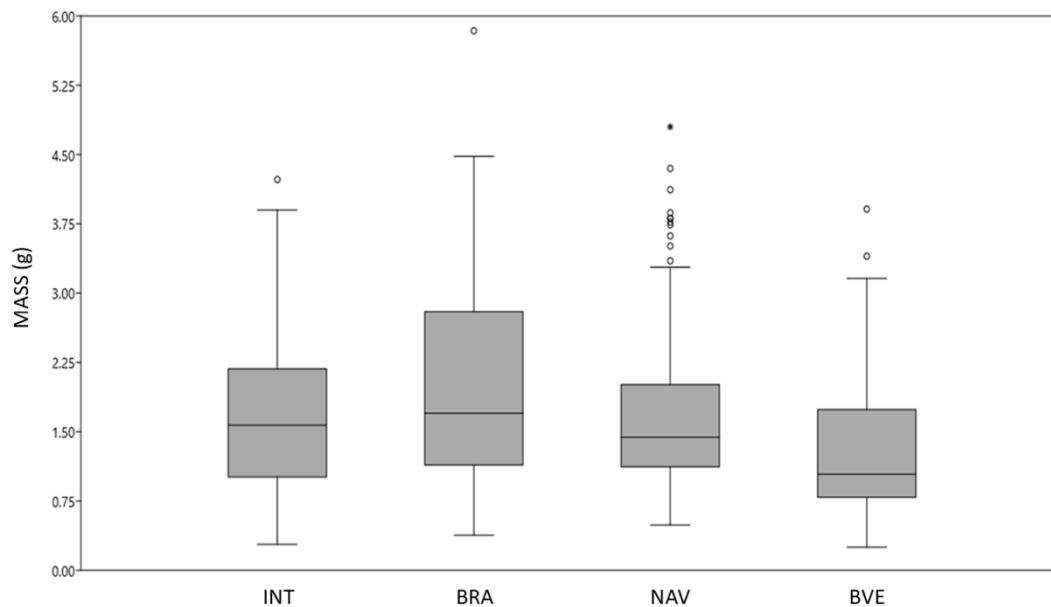


Figure 2: Average values, amplitude of variation and standard error for the weight of burrowing owl, *Athene cunicularia* regurgitation pellets on the beaches of Interpraia, Praia Brava, Navegantes and Barra Velha.

NAV beach has the largest niche amplitude ($B_{st} = 0.3426$), followed by BVE ($B_{st} = 0.2649$), BRA ($B_{st} = 0.2615$) and INT ($B_{st} = 0.2023$). Niche amplitude differences between seasons were significant, with winter ranging from autumn ($p = 0.01088$) and summer ($p = 0.002$). Summer and fall had higher niche amplitudes in all locations, dropping by up to approximately 50% in winter (Figure 3).

The Burrowing Owl's diet consisted in 20 food items, three of which were invertebrates (Arachnida, Insecta and Malacostraca), considered the most abundant that represented 84.83% of the diet, five vertebrates (Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Birds and Mammalia) with 8.6%, in addition to seeds (6.38%) and anthropic origin material (0.19%) (Table 1).

Levins index

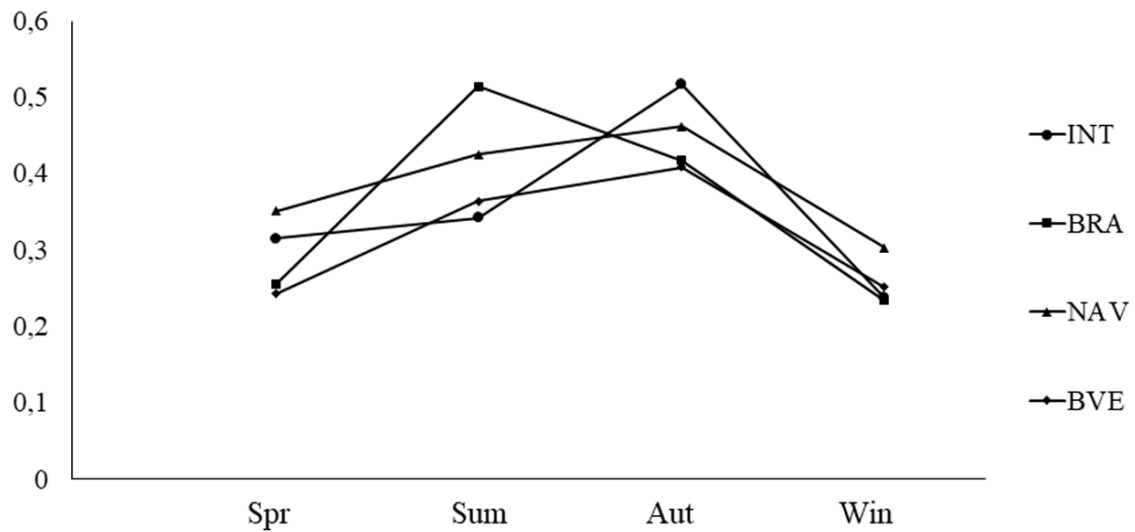


Figure 3. Niche breadth in Interpraias (INT), Brava (BRA), Navegantes (NAV) and Barra Velha (BVE) by seasons: spring (Spr), summer (Sum), autumn (Aut) and winter (Win).

Invertebrates were distributed in 11 orders, with variations of the most abundant representatives in the different regions (Table 1). Orthoptera was the dominant item with frequency higher than 30% in all beaches, Coleoptera was among the most abundant second in BRA beaches with 18.2%, NAV (16.6%), BVE (29.2%) and third INT (9.3%). Araneae was over 5% on BRA, NAV and BVE beaches. Hymenoptera presented more frequently than 5% in INT and NAV, but above 5%, there was Blattaria in INT and NAV and Dermaptera in BRA. A group of dune environments and present in the owl diet, totaling 4% in BE, were the Decapoda, having as main representative the *Ocypode quadrata* crab. Among the vertebrates, the order Rodentia presented the highest abundance, from 4 to 5% in all beaches, being over 5% in INT. (Appendix M).

Table 1: Total number (N) and relative frequency (FR) of all food items present in the regurgitation pellets, broken down by region of collection. Interpraias (INT), Brava (BRA), Navegantes (NAV), Barra Velha (BVE). M.A = Material of anthropic origin

FOOD TYPE	INT		BRA		NAV		BVE		TOTAL	
	N	FR	N	FR	N	FR	N	FR	N	FR
Arthropoda										
Arachnida										
Araneae	166	0,045	79	0,054	350	0,104	137	0,075	732	0,070
Opiliones	3	0,001	0	0,000	3	0,001	0	0,000	6	0,001
Ixodida	3	0,001	0	0,000	0	0,000	0	0,000	3	0,000
Malacostraca										
Decapoda	24	0,006	50	0,034	54	0,016	75	0,041	203	0,020
Insecta										
Orthoptera	1253	0,337	662	0,451	1044	0,309	711	0,388	3670	0,353
Dermaptera	118	0,032	79	0,054	14	0,004	4	0,002	215	0,021
Blattaria	268	0,072	104	0,071	336	0,099	16	0,009	724	0,070
Hemiptera	110	0,030	6	0,004	151	0,045	25	0,014	292	0,028
Coleoptera	346	0,093	267	0,182	560	0,166	534	0,292	1707	0,164
Hymenoptera	828	0,223	88	0,060	294	0,087	58	0,032	1268	0,122
Lepidoptera	0	0,000	0	0,000	1	0,001	1	0,001	2	0,000
Total invertebrates	3119	0,838	1335	0,909	2807	0,831	1561	0,853	8822	0,848
Chordata										
Osteichthyes	0	0,000	0	0,000	16	0,005	0	0,000	16	0,002
Amphibia										
Anura	87	0,023	55	0,037	111	0,033	37	0,020	290	0,028
Reptilia	0	0,000	12	0,008	12	0,004	2	0,001	26	0,003
Aves	19	0,005	2	0,001	13	0,004	12	0,007	46	0,004
Mammalia										
Chiroptera	2	0,001	1	0,001	0	0,000	0	0,000	3	0,000
Marsupialia	0	0,000	1	0,001	8	0,002	0	0,000	9	0,001
Rodentia	195	0,052	62	0,042	160	0,047	88	0,048	505	0,049
Total vertebrates	303	0,081	133	0,091	320	0,095	139	0,076	895	0,086
Seeds	292	0,078	1	0,001	248	0,073	122	0,067	663	0,064
M.A.	7	0,002	0	0	4	0,001	9	0,005	20	0,002
Total	3721		1469		3379		1831		10400	

Food items did not vary significantly between seasons, but significant differences in dietary composition between INT and BVE were observed ($F = 2.693$, $p = 0.028$) (Table 1). Blattaria and Hymenoptera taxa were the most abundant items in INT; Coleoptera and Decapoda in BVE (Table 2).

Table 2. Parameters obtained by SIMPER analysis with significant proportions on the differences in food items between the regions of Interpraias (INT) and Barra Velha (BVE).

Taxon	Dissim.Mean	Contrib. %	Cumulative%	Mean INT	Mean BVE
Coleoptera	10,25	24,82	24,82	0,0902	0,295
Hymenoptera	8,771	21,23	46,05	0,209	0,034
Orthoptera	8,402	20,34	66,38	0,356	0,379
Blattaria	2,934	7,102	73,49	0,0649	0,00775
Seed	2,399	5,806	79,29	0,0794	0,0685
Decapoda	1,827	4,423	83,72	0,00545	0,042
Dermaptera	1,487	3,599	87,32	0,0308	0,00213
Araneae	1,452	3,516	90,83	0,0454	0,0745
Rodentia	1,178	2,85	93,68	0,0556	0,051
Amphibian	1,081	2,617	96,3	0,0267	0,0208
Hemiptera	0,8512	2,06	98,36	0,0271	0,0124
M.A	0,2844	0,6883	99,05	0,00112	0,00513
Birds	0,2225	0,5386	99,59	0,00595	0,00653
Reptilia	0,0575	0,1392	99,72	0	0,00115
Opiliones	0,04375	0,1059	99,83	0,000875	0
Ixodida	0,03	0,07261	99,9	0,0006	0
Lepidoptera	0,02	0,04841	99,95	0	0,0004
Chiroptera	0,02	0,04841	100	0,0004	0
Osteichthyes	0	0	100	0	0
Marsupial	0	0	100	0	0

DISCUSSION

Variations in the average weight of regurgitation pellets were probably related to the type of prey consumed, because, although there were differences in prey composition between INT and BVE localities, the average weights were similar between the sampled beaches, refuting our first differentiation hypothesis,

perhaps due to the few differences between the available items in the four regions studied. The weight of regurgitation pellets recorded on the Santa Catarina coast were higher than in the coastal region of Venezuela (Roque-Vásquez et al. 2018) and lower than in the sandy desert of Argentina (Nabde et al. 2008). They were, however, similar to those obtained for this species in the urban areas of Curitiba and Colombo, Paraná, Brazil (Silva 2006) and in other South American environments (Medina et al. 2013, Limonggi 2014, Cadena et al. 2016). The observed differences are possibly associated with the variety of owls present at the sampling sites, size, or perhaps the eating habits of burrowing owl subspecies throughout their wide range (Baladrón et al. 2015, Menq 2018).

Analysis of *A. cunicularia* diet indicated that the species acts as a generalist and opportunistic predator, foraging on a wide range of prey such as insects, arachnids, crustaceans, fish, amphibians, reptiles, birds and mammals. A general diet was also recorded for this species in North America by Hall et al. (2009), Trulio & Higgins (2012), Browning (2016) and Mills (2016) in Central America by Ayma et al. (2019), in Brazil by Motta-Junior & Alho (2000), Zílio (2006), Vieira & Teixeira (2008) and Santos et al. (2017) and other South American countries Nabte (2008), Andrade et al. (2010) and Carevic et al. (2013).

The broad trophic spectrum therefore seems to be typical of this species regardless of habitat type or region, and may reflect its foraging habits that include daytime, twilight and nighttime, thus allowing access to a wide range of prey (Vieira & Teixeira 2008, Santos et al., 2017). Even acting as a generalist, when considering her diet quantitatively, niche amplitude values were low, a consumption of few items in high abundance, indicating a tendency to expert and opportunistic. Amplitudes lower than these were recorded by Motta-Junior (2006)

and similar by Siervi (2015), both in Cerrado environments. The variations presented in the niche amplitude of the burrowing owl between the seasons showed that in spring, summer and autumn times the niches expanded due to greater variability and availability of accessed items, significantly reducing in winter, due to the availability of prey caused by the drop in temperature (Rodrigues 2004, Siervi 2014), confirming the hypothesis of the alternation of food items according to the item's availability in the environment, exhibit food plasticity.

Despite the wide trophic spectrum, *A. cunicularia* presented a diet composed mainly of insects, corresponding to 80% of the consumed items. Similar proportions were reported in other regions of the country (Motta-Junior & Alho 2000, Vieira & Teixeira 2008, Santos et al. 2017). Orthoptera contributed with values higher than 30% of the sampled items, similar to that recorded in the dunes areas of Rio Grande do Sul (Zílio 2006), cerrado in São Paulo countryside (Motta-Junior & Alho 2000) and prairie regions in the Texas, USA (Browning 2016). This group, Orthoptera, besides being abundant, was present in all seasons of the year, being characterized as an important item in the diet of the Burrowing Owl (Silva 2006). In the case of beaches, the fact that the nearest vegetation is predominantly small sandbank, should favor the occurrence of insects over birds and mammals.

Coleoptera were among the three main items used by *A. cunicularia*, as this has been a basic prey of the species in Brazilian regions (Motta-Junior & Bueno 2004, Bastian et al. 2008, Vieira & Teixeira 2008, Santos et al. 2017) and other countries of America (York et al. 2002, Tommaso et al. 2009, Hall et al. 2009, Trulio & Higgins 2012, Chandler 2015, Mills 2016). Another important group

in the diet of owls on this beach was crabs (*Ocypode quadrata*), found in dune environments, especially during the spring and summer seasons (Blankensteyn 2006, Zílio 2006, Branco et al. 2010), as their return in biomass is higher than most predated invertebrates (Bernardes et al. 2004).

The predominance of invertebrates underscores the ease with which these prey can be accessed by small predators such as the Burrowing Owl (Sick 1997; Zílio 2006), while vertebrates, items with frequency less than 5%, become important when computing their biomass, such as rodents, an item reported as frequent in other studies of this species (York et al. 2002, Motta-Junior & Garlic 2000, Williford et al. 2009, Carevic et al. 2013, Mills 2015). Seeds, items not common for carnivores, were present in their diet in INT, NAV and BVE, the three regions with presence of shrubbery, Menezes & Ludwig (2013) found in the owl's diet vegetable items, including seeds, concluded which may come from the stomach of beetles preyed on by owls, a conclusion previously proposed by Sick (2001), or from rodent feeding (Sick 1997).

The difference in dietary composition between INT and BVE probably reflects the availability of prey in the microenvironments exploited by the Burrowing Owl, since in INT the sandbank strip is interconnected to publicly lit building areas, while in BVE the sandbank is far away from housing and artificial lighting; In addition, INT was the region with the lowest niche amplitude compared to the other regions. Blattaria and Hymenoptera were frequent and abundant in the INT region, mainly the groups considered pests in urban environments (Vianna et al. 2001, Zorzenon 2002), and thus contributed with high frequency in the *A. cunicularia* diet. Coleoptera are a group commonly found in urban environments attracted by artificial lighting (Castro et al. 2016), however, were

abundant in BVE, probably associated with abundant vegetation near the burrows. This difference confirms the final hypothesis, because due to human occupations, there is a greater supply of items considered urban pests that are attracted to food and waste, consequently owls take advantage of this availability by feeding frequently on these items.

Adaptation to change may be a decisive factor for the survival of the species, which has been losing natural habitats in different regions of the Americas (Jones & Bock 2002, Chipman et al. 2008, Santos et al. 2017). This study indicated that the differences obtained in relation to the food items consumed, partially understanding the hypothesis raised by the present study, may reflect the microenvironments to which the burrowing owl is inserted, evidencing its generalist feeding, its opportunistic behavior with cyclical feeding and its capacity to adapt to the urban changes that have been growing exponentially in recent decades.

ACKNOWLEDGMENT

We thank CAPES for continuing financial support to ICMBio for the collection license (number 56557-4). We thank to Federal University of São Carlos and Graduate Program in Ecology and Natural Resources – UFSCar and José Carlos Motta-Júnior for support in identifying food items.

REFERENCES

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M. & SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 22:711-728.
- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1):32-46.
- ANDRADE, A., NABTE, M.J. & KUN, M.E. 2010. Diet of the Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) and its seasonal variation in Patagonian steppes: implications for biodiversity assessments in the Somuncurá Plateau Protected Area, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 45(2):101-110.

AVIBASE. <http://avibase.bsc-eoc.org/avibase.jsp?lang=EN> (último acesso em 20/04/2019).

AYMA, G.R., KERSTUPP, A.O., VELASCO, A.G. & ROJAS, J.I.G. 2019. Diet and Prey Delivery of Burrowing Owls (*Athene cunicularia hypugaea*) During the Breeding Season in the Chihuahuan Desert, Mexico. *J. raptor res.* 53(1): 75-83.

BALADRÓN, A.V., CAVALLI, M., ISACCH, J.P. & MADRID, E. 2015. Body size and sexual dimorphism in the southernmost subspecies of the Burrowing Owl (*Athene cunicularia cunicularia*). *Journal of Raptor Research*, 49(4): 479-486.

BASTIAN, A.M.S., FRAGA, E.D., MÄDER, A., GARCIA, S.A. & SANDER, M. 2008. Análise de egagrópilas de coruja-buraqueira, *Athene cunicularia* (Molina, 1782) no Câmpus da UNISINOS, São Leopoldo-RS (Strigiformes: Strigidae). *Biodiversidade Pampeana*, 6(2).

BERNARDES, C.X., DA SILVEIRA, E.F., PÉRICO, E. & SOMMER-VINAGRE, A. 2004. Distribuição espacial e ocupação de tocas do caranguejo fantasma *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Decapoda: Ocypodidae) na Praia do Siriú, SC. *Revista de Iniciação Científica da ULBRA*, (3).

BLANKENSTEYN, A. 2006. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23(3): 870-876.

BRANCO, J.O., HILLESHEIM, J.C., FRACASSO, H.A.A., CHRISTOFFERSEN, MARTIN, L. & EVANGELISTA, C.L. 2010. Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. *Journal of Shellfish Research*, 29 (2): 503-512.

BROWNING, A. 2016. Influence of Landscape Variables on the Diet of Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) in the Texas Panhandle. Tese de Doutorado. West Texas A&M University, Texas.

CADENA-ORTÍZ, H., GARZÓN, C., VILLAMARÍN-CORTÉZ, S., POZO-ZAMORA, G.M., ECHEVERRÍA-VACA, G., YÁNEZ, J. & BRITO-M, J. 2016. Diet of the Burrowing Owl *Athene cunicularia*, in two locations of the inter-Andean valley Ecuador. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 24(2):122-128.

CAREVIC, F.S., CARMONA, E.R. & MUÑOZ-PEDREROS, A. 2013. Seasonal diet of the burrowing owl *Athene cunicularia* Molina, 1782 (Strigidae) in a hyperarid ecosystem of the Atacama Desert in northern Chile. *Journal of Arid Environments*, 97:237-241.

CASTRO, H.T.T., GODOY, D., PASSOS, M.I.S., COELHO, L.B.N. & DA-SILVA, E.R. 2016. Besouros (Coleoptera) atraídos por luminárias em localidades serranas no interior do Estado do Rio de Janeiro. In: DA-SILVA, E.R., PASSOS, M.I.S., AGUIAR, V.M., LESSA, C.S.S. & COELHO, L.B.N. (eds.) – Anais do III Simpósio de Entomologia do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro.144-150.

CHANDLER, S.L. 2015. Burrowing Owl (*Athene cunicularia*) diet and abundance at a stopover and wintering ground on Southeast Farallon Island, California. MSc thesis. San Jose State University. San Jose, California.

CHIPMAN, E.D., MCINTYRE, N.E., STRAUSS, R.E., WALLACE, M.C., RAY, J.D. & BOAL, C.W. 2008. Effects of human land use on western Burrowing Owl foraging and activity budgets. *Journal of Raptor Research*, 42(2): 87-98.

CLARKE, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in Community structure. *Austral Ecol.* 18:117 – 143.

DEVELEY, P.F. & PERES, C.A. 2000. Resource seasonality and the structure of mixed species bird flocks in a coastal Atlantic forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 16 (1):33-53.

- EMLÉN, J.M. 1966. The role of time and energy in food preference. *The American Naturalist*, 100(916):611-617.
- FUNESS, R.W. & GREENWOOD, J.J.D. 1983. *Birds as Monitors of Environmental Change*. Chapman & Hall, London.
- GRANZINOLLI, M. A. M., & MOTTA JÚNIOR, J. C. 2010. Aves de rapina: levantamento, seleção de habitat e dieta. *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. In: Von Matter, S., Straube, F. C., de Queiroz Piacentini, V., Accordi, I. A., & Cândido Jr, J. F. *Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Technical Books Editora.
- GROSE, A.V. & CREMER, M.J. 2015. Aves migratórias no litoral norte de Santa Catarina, Brasil. *Ornithologia*. 8 (1):22-32.
- HALL, D.B., GREGER, P.D. & ROSIER, J.R. 2009. Regional and seasonal diet of the Western Burrowing Owl in south central Nevada. *Western North American Naturalist*, 69(1):1-9.
- HAMMER, O. H., D.A.T, RYAN & P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4:1, 2001.
- HEUSI-SILVEIRA, M., LOPES, B.C., IDE, S., CASTELLANI, T.T. & HERNÁNDEZ, M.I. 2012. Beetle (Insecta, Coleoptera) assemblage in a Southern Brazilian restinga: effects of anthropogenic disturbance and vegetation complexity. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 47(3): 203-214.
- JONES, Z.F. & BOCK, C.E. 2002. Conservation of grassland birds in an urbanizing landscape: a historical perspective. *The Condor*.104(3): 643-651.
- KLEIN, R.M. & RODRIGUEZ, H.B. 1978. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. In *Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina*. IOESC.5:1-24.
- KREBS, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York.
- KUNZ, T.S., KUNZ, T., JUNIOR, I.G. & GIASSON, L. 2011. Novos registros de répteis para as áreas abertas naturais do planalto e do litoral sul de Santa Catarina, Brasil. *Biotemas*. 24(3): 59-68.
- LIMONGGI, T. 2014. Caracterización de la dieta y comportamiento alimentario de *Athene cunicularia* (Mochuelo de Hoyo) en el Hato Masaguaral. Edo. Guárico, Venezuela. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencia y Tecnología, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.
- MALLAS, D. 2009. Os portos brasileiros na globalização: Uma nova geografia portuária. Encontro De Geógrafos Da América Latina. 12. In: Encontro De Geógrafos Da América Latina, 12. Egal, Montevideú.
- MARENZI, A.W.C. 2006. Development of Mussels *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca-Bivalvia) in Culture in South Brazilian. *Journal of Coastal Research*, 1102-1105.
- MEDINA, C.A., ESTRAVER, W.Z., VELÁSQUEZ, L.P., RODRÍGUEZ, E.H. & QUEZADA, A.G. 2013. Dieta de la lechuza de los arenales, *Athene cunicularia*, en Trujillo y en el Cerro Campana, La Libertad (Perú). *Rebiol*, 33(2):99-106.
- MENDES, I. 2008. Caracterização dos impactos causados pela ocupação de áreas costeiras: a Praia Brava como estudo de caso-Itajaí/SC. Itajaí, Santa Catarina.
- MENQ, W. 2018 Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*) - Aves de Rapina Brasil. http://www.avesderapinabrasil.com/athene_cunicularia.htm (Último acesso em: 8/05/2019).

- MILLS, K.L. 2016. Seabirds as part of migratory owl diet on Southeast Farallon Island, California. *Marine Ornithology*. 44:121-126.
- MOTTA-JUNIOR, J.C. 2006. Relações entre cinco Strigiformes simpátricas na região central do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Ornithologia*, 14(4): 359-377.
- MOTTA-JUNIOR, J. C., BRAGA, A. C. R., & GRANZINOLLI, M. A. M. 2017. The Owls of Brazil. In *Neotropical Owls*, Springer, Cham. 97-158.
- MOTTA-JUNIOR, J.C. & ALHO, C.J.R. 2000. Ecologia alimentar de *Athene cunicularia* e *Tyto alba* (Aves: Strigiformes) nas Estações Ecológica de Jataí e Experimental de Luiz Antônio, SP. *Estação Ecológica de Jataí*, 1:346.
- NABTE, M.J., PARDIÑAS, U.J.F. & SABA, S.L. 2008. The diet of the Burrowing Owl, *Athene cunicularia*, in the arid lands of northeastern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environmental*. 72:1526–1530.
- ODUM, E. P., & Odum, H. T. 2006. *Ecologia*. 5ª ed. Editora Guanabara, Rio de Janeiro.
- PRIMACK, R.B. & RODRIGUES, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Ed. dos Autores, Londrina.
- RICKLEFS, R.E. 2003. *A economia da natureza*, 5ª ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro
- ROCHA, C.F.D. & VAN SLUYS, M. 2007. Herpetofauna de restingas. *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia. 44-65.
- RODRIGUES, W.C. 2004. Fatores que Influenciam no Desenvolvimento dos Insetos. *Info Insetos*. (4):1-4.
- ROQUE-VÁSQUEZ, G., MUÑOZ-GIL, J., MARÍN-ESPINOZA, G., & VELÁSQUEZ-ARENAS, R. 2018. Variación estacional de la dieta del mochuelo de hoyo (*Athene cunicularia*) en un hábitat xerofítico del noreste de Venezuela. *The Biologist*. 15(2).
- SANTOS JÚNIOR, A. & DO AMARAL PEREIRA, R.M.F. 2011. As recentes transformações sócio espaciais do litoral de Santa Catarina: o caso da Praia Brava–Itajaí-SC. *Geosul*. 26 (51):109-128.
- SANTOS, D.M., CORDEIRO, V.L., CARDOSO, C.B., ANDREA, M.V., ADORNO, E.V. & DE OLIVEIRA, K.N. 2017. Caracterização Alimentar Da *Athene Cunicularia* (Strigiformes: Strigidae) (Coruja Buraqueira). *Ciência Animal Brasileira*, 18.
- SICK, H. 1997. *Ornithologia Brasileira*, edição revista e ampliada por José Fernando Pacheco. Rio de Janeiro.
- SIERVI, T.C. 2014. Dieta e seleção de coleópteros copro-necrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) pela coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*, Strigiformes: Strigidae) em campos da Estação Ecológica de Itirapina, Estado de São Paulo, Brasil. MSc. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- SILVA, F.C.A. 2006. Ecologia alimentar de *Athene cunicularia* e *Tyto alba* (Aves, Strigiformes) na cidade de Curitiba e Região Metropolitana, Estado do Paraná. MSc. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
- SOARES, M., SWCHIEFLER, A.F. & XIMENEZ, A. 1992. Hábitos alimentares de *Athene cuniculata* (Molina, 1782) (Aves, Strigidae) na restinga da praia da Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, 5(85):89.
- TOMMASO, D.C., CALLICÓ FORTUNATO, R.G., TETA, P. & PEREIRA, J.A. 2009. Dieta de la Lechucita Vizcachera (*Athene cunicularia*) en dos áreas con diferente uso de la tierra en el centro-sur de la provincia de La Pampa, Argentina. *Honero*. 24(2):87-93.

TRULIO, L.A. & HIGGINS, P. 2012. The diet of western burrowing owls in an urban landscape. *Western North American Naturalists*, 72(3):348-357.

VIANNA, E.E., BERNE, M. & BERNE, P. 2001. Desenvolvimento e longevidade de *Periplaneta americana* (Linneu, 1758) (Blattodea: Blattidae). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(2):111-115.

VIEIRA, L.A. & TEIXEIRA, R.L. 2008. Diet of *Athene cunicularia* (Molina, 1782) from a sandy coastal plain in southeast Brazil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*. 23(5): 5-14.

VON MATTER, S., STRAUBE, F.C., ACCORDI, I., PIACENTINI, V. & CÂNDIDO-JR., J.F. 2010. Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.

WILLIFORD, D.L., WOODIN, M.C., SKORUPPA, M.K. & HICKMAN, G.C. 2009. Rodents new to the diet of the Western Burrowing Owl (*Athene cunicularia hypugaea*). *The Southwestern Naturalist*, 54(1): 87-91.

YORK, M.M., ROSENBERG, D.K. & STURM, K.K. 2002. Diet and food-niche breadth of Burrowing Owls (*Athene cunicularia*) in the Imperial Valley, California. *Western North American Naturalist*, 62(3):3.

ZAR, J.H. 2010. *Bioestatistical Analysis*. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall.

ZILIO, F. 2006. Dieta de *Falco sparverius* (Aves: Falconidae) e *Athene cunicularia* (Aves: Strigidae) em uma região de dunas no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 14(4):379-392.

ZORZENON, F.J. 2002. Noções sobre as principais pragas urbanas. *Biológico*, São Paulo, 64(2):231-234.

CONCLUSÃO GERAL

As informações obtidas nesse trabalho contribuíram para ampliar o conhecimento sobre a biologia da espécie *Athene cunicularia* (Molina 1782) no litoral norte de Santa Catarina, com os exemplares apresentando valores médios de medidas corporais similares àquelas já reportadas para a subespécie *A. c. cunicularia* para a região sul.

A coruja buraqueira das regiões de dunas possui hábitos comportamentais adaptados a ambientes urbanizados, contudo a aproximação humana reduz seus *displays* de proteção tornando-as suscetíveis a predadores antrópicos, apesar de adaptadas a ambientes urbanizados.

Flutuações na população da coruja buraqueira indicam tendência de redução nas dunas das praias amostradas, dessa forma, a preservação da restinga é fundamental na manutenção dessa ave nos ecossistemas costeiros, oferecendo abrigo e alimentos. Para a conservação da biodiversidade local, a coruja pode ser indicada como espécie bandeira, pois sua presença na região litorânea e a plasticidade dos seus hábitos comportamentais as tornam conhecidas e apreciadas pela população.

A interação entre pesquisadores e a administração municipal nas localidades onde as populações de *A. cunicularia* estão instaladas nas restingas é de grande relevância para poder garantir a preservação dos habitats naturais dos quais esta espécie depende totalmente para a construção de tocas e para alimentação e reprodução. A sensibilização do poder público e da população local nas áreas estudadas dependerá de entendimentos entre o setor acadêmico e o setor administrativo, razão pela qual as informações geradas neste trabalho

deverão ser transformadas não só em artigos científicos, mas também ser convertidas em material de divulgação formatada para diferentes públicos-alvo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a realização deste estudo existiram algumas dificuldades que poderão ser aperfeiçoadas em estudos futuros, tais como: 1- sucesso relativamente baixo na amostragem de exemplares, comparado ao amplo esforço utilizado nas capturas, aconselha-se a utilização simultânea de diferentes métodos para melhores resultados. 2- A dificuldade de monitoramento dos animais marcados, pois facilmente se dispersavam e não eram mais vistos. Assim, aconselha-se o uso de anilhas com marcações eletrônicas pois estas provavelmente permitiriam o acompanhamento e a obtenção de maiores detalhes sobre a dispersão e 3- na identificação dos machos e fêmeas, pois as diferenças visuais são pequenas. Para dados mais confiáveis a tipagem sanguínea seria eficiente, podendo esse método ser ampliado para indivíduos jovens.

Os estudos comportamentais de estresse são importantes para se detectarem diferenças nos ambientes e podem ser aliados a testes sanguíneos de estresse crônico para resultados mais amplos. Além disso, os testes genéticos podem auxiliar na identificação de parentesco nos indivíduos de cada região, determinando a conectividade e as trocas genéticas entre as populações de regiões próximas.

O desenvolvimento de projetos de extensão envolvendo ações de educação ambiental serão muito importantes para a preservação das poucas áreas remanescentes de vegetação natural, das quais a conservação das

populações de *Athene cunicularia* dependem. A realização de projetos da Universidade em parceria com secretarias ou setores de meio ambiente das prefeituras e alunos e professores das escolas de primeiro e segundo grau em diferentes municípios seria de grande relevância.

APÊNDICES



Apêndice A: Exemplar da espécie *Athene cunicularia*. (Foto Alana D. Rocha)



Apêndice B (1,2,3 e 4): Capturas através da armadilha Tomahawk. (Fotos: Alana D. Rocha)



Apêndice C (1 e 2): Corujas anilhadas no trabalho com anilhas vermelhas numeradas. (Fotos: Alana D. Rocha).



Apêndice D (1,2,3 E 4): Manuseio dos exemplares de coruja buraqueira para anilhamento, pesagem e obtenção de medidas. (Fotos: Débora Canteri).



Apêndice E: Filhotes nos primeiros dias após a saída da toca, (1) em cima de uma armadilha e (2) na restinga. (Fotos: Alana D. Rocha).



Apêndice F: Áreas de nidificação da coruja buraqueira do INT. Ponto 1(1 e 2), ponto 2 (3,4,5 e 6) e ponto 3 (7 e 8). (Fotos: Alana D. Rocha).



Apêndice G: Áreas de nidificação da coruja buraqueira do NAV. Ponto 1 ao 8. (Fotos: Alana D. Rocha).



Apêndice H (1 a 8): Áreas de nidificação da coruja buraqueira em BVE. Ponto 1 (7), ponto 2 (1 e 2), ponto 3 (3, 4 e 5) e 4 (6). (Fotos: Alana D. Rocha).

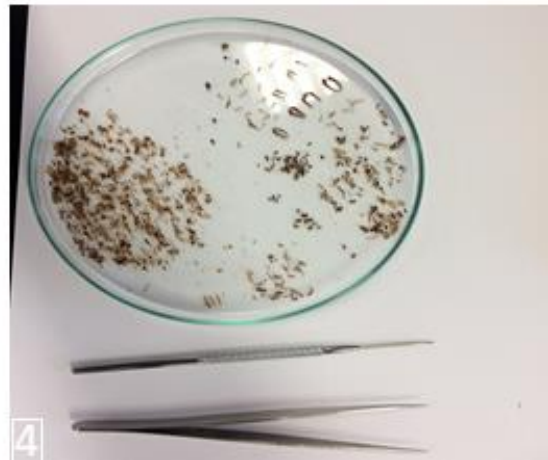


Apêndice I (1 a 8): Áreas de nidificação da coruja buraqueira BRA. Ponto 1 (1 e 2), ponto 2 (3 e 4), ponto 3 (5, 6 e 8) e 4 (7) (Fotos: Alana D. Rocha).

COORDENADAS GEOGRÁFICAS

BVE	Ponto 1	26°35'15.95"S	48°40'6.27"W
	Ponto 2	26°36'15.90"S	48°40'28.69"W
	Ponto 3	26°37'40.90"S	48°40'49.76"W
	Ponto 4	26°36'52.95"S	48°40'39.36"W
NAV	Ponto 1	26°53'48.81"S	48°38'34.90"W
	Ponto 2	26°53'32.63"S	48°38'32.82"W
	Ponto 3	26°53'21.78"S	48°38'31.15"W
	Ponto 4	26°53'1.96"S	48°38'27.46"W
	Ponto 5	26°52'48.29"S	48°38'25.26"W
	Ponto 6	26°52'22.42"S	48°38'19.16"W
	Ponto 7	26°52'13.83"S	48°38'17.97"W
	Ponto 8	26°52'1.02"S	48°38'15.82"W
	Ponto 9	26°51'48.54"S	48°38'13.56"W
BRA	Ponto 1	26°57'17.96"S	48°37'49.28"W
	Ponto 2	26°57'15.64"S	48°37'49.08"W
	Ponto 3	26°57'14.47"S	48°37'46.72"W
	Ponto 4	26°57'3.11"S	48°37'45.48"W
	Ponto 5	26°56'59.53"S	48°37'47.57"W
INT	Ponto 1	27° 2'55.75"S	48°35'21.24"W
	Ponto 2	27° 1'54.97"S	48°35'2.65"W
	Ponto 3	27° 0'35.34"S	48°34'51.89"W
	Ponto 4	27° 0'32.14"S	48°34'52.71"W

Apêndice J: Coordenadas geográficas dos pontos os quais tiveram corujas ao longo do desenvolvimento do projeto, nas quatro regiões amostradas (BVE, NAV, BRA e INT).



Apêndice k (1,2,3 e 4): Preparação e triagem dos regurgitos. (Fotos: Alana D. Rocha).

Corujas	No. anilha	data	Local	J/A	Comp. base boca (mm)	Comp. Cúlmen	Comp. bico com narina (mm)	Comp. asa (cm)	Comp. cauda (cm)	Peso total (g)	Tarso (mm)
1	1	13/11/2016	INT	Adulto	22	16,3	21	18	8,5	200	55,6
2	2	13/11/2016	INT	Adulto	23,6	16,5	21	18,5	8	195	45,2
3	3	13/11/2016	INT	Adulto	26	15,5	19,2	18	7,5	185	44
4	27	29/03/2017	NAV	Adulto	19,6	15,5	20,1	18	7,4	175	18,9
5	26	28/04/2017	NAV	Adulto	22,8	20,3	25	18,2	8,3	145	57,8
6	28	05/05/2017	INT	Adulto	24,1	16,5	21,5	18	9	185	51,9
7	29	02/06/2017	NAV	Adulto	24,9	15,3	18,8	19	8,1	175	59,6
8	32	14/09/2017	BRA	Adulto	25,6	12,4	17,2	18,5	8,7	190	55,9
9	33	14/09/2017	BRA	Adulto	26,6	13,9	19	18,6	8	215	54,1
10	34	15/11/2017	INT	jovem	28,1	16	22	17	6,5	215	52,5
11	30	30/10/2017	NAV	jovem	21	16	22,4	11,9	8,4	190	55,3
12	31	03/11/2017	BVE	jovem	25,5	16,3	20	15	6,5	190	54
13	35	17/11/2017	NAV	Adulto	21,6	14,9	20	17,3	8	195	57
14	36	17/11/2017	NAV	Adulto	25	13,9	19,6	16,5	7,5	180	50,3
15	37	01/12/2017	BVE	Adulto	24,4	16,7	23	17	7,5	180	53
16	40 e 50	06/12/2017	INT	Adulto	27,2	15,6	19,3	18	8,5	215	55,5
17	41	25/11/2018	BRA	Adulto	22,5	14,6	19,6	17	8,2	175	52,7
18	35	21/01/2018	NAV	REC	22,4	16,1	22	19	8,5	200	53
19	42	26/01/2018	BVE	Adulto	25,9	14	19,6	17,5	7,5	175	54
20	43	10/04/2018	BRA	Adulto	24,1	15,2	19,8	17,5	7,5	175	57,2
21	44	30/04/2018	BRA	jovem	25,1	16	23	18	8,5	200	57,6
22	45	30/04/2018	BRA	jovem	24,1	14,9	19,5	18,5	7	195	52
23	46	10/07/2018	INT	Adulto	24,6	15,6	21	18,3	8,1	190	54,4
24	47	25/09/2018	INT	Adulto	21,6	16,4	20,1	19	8	200	56,6
25	44	out/18	INT	REC	-	-	20,7	-	-	-	-

Apêndice L: Medidas de todas corujas buraqueiras capturadas entre os quatro ambientes: BVE, NAV, BRA e INT.

BVE		NAV		BRA		INT	
Item alimentar	F (%)	Item alimentar	F (%)	Item alimentar	F (%)	Item alimentar	F (%)
Orthoptera	38,80	Orthoptera	30,90	Orthoptera	45,10	Orthoptera	33,67
Coleoptera	29,20	Coleoptera	16,60	Coleoptera	18,20	Hymenoptera	22,25
Araneae	7,50	Araneae	10,40	Blattaria	7,10	Coleoptera	9,30
Sementes	6,70	Blattaria	9,90	Hymenoptera	6,00	Sementes	7,85
Rodentia	4,80	Hymenoptera	8,70	Araneae	5,40	Blattaria	7,20
Decapoda	4,10	Sementes	7,30	Dermaptera	5,40	Rodentia	5,24
Hymenoptera	3,20	Rodentia	4,70	Rodentia	4,20	Araneae	4,46
Anura	2,00	Hemiptera	4,50	Anura	3,70	Dermaptera	3,17
Hemiptera	1,40	Anura	3,30	Decapoda	3,40	Hemiptera	2,96
Blattaria	0,90	Decapoda	1,60	Reptilia	0,80	Anura	2,34
Aves	0,70	Osteichthyes	0,50	Hemiptera	0,40	Decapoda	0,64
M.A.	0,50	Dermaptera	0,40	Aves	0,10	Aves	0,51
Dermaptera	0,20	Aves	0,40	Chiroptera	0,10	M.A	0,19
Reptilia	0,10	Reptilia	0,40	Marsupialia	0,10	Opiliones	0,08
Lepidoptera	0,10	Marsupialia	0,20	Sementes	0,10	Ixodida	0,08
		M.A.	0,10			Chiroptera	0,05
		Opiliones	0,10				
		Lepidoptera	0,10				

Apêndice M: Tabela apresentando os itens alimentares inseridos pela coruja buraqueira em ordem crescente de frequência (porcentagem) por localidade BVE, NAV, BRA e INT. Destacando-se em negritos os itens que somam próximo a 80% do consumo.