

MODELAGEM PREDITIVA DE DISTRIBUIÇÃO DO TAPETI (*Sylvilagus brasiliensis*) E DA LEBRE-EUROPEIA (*Lepus europaeus*)

TAPETI (*Sylvilagus brasiliensis*) DISTRIBUTION PREDICTIVE MODELING AND THE EUROPEAN HARE (*Lepus europaeus*)

¹CRUZ, Karine; ²JARDULI, Lucas Ribeiro

^{1e2}Curso de Ciências Biológicas – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos- Unifio/FEMM

RESUMO

Dentro de ambientes com recursos suficientes para todos, os Lagomorfos geralmente se evitam. Entretanto, a introdução de animais exóticos, como a lebre-europeia, somado a crises climáticas e constante expansão antrópica, tem feito com que animais silvestres da fauna local, como o Tapeti, sejam ameaçados. Em diversos locais do mundo constatou-se que quando o domínio geográfico de lebres se sobrepõe ao nicho de coelhos, as populações nativas são negativamente impactadas. A modelagem preditiva de distribuição espacial escolhida foi abastecida de dados de ocorrência georreferenciados e suas variáveis ambientais, resultando em um mapa que sugere em escala quais os locais com maior possibilidade de ocupação pelas espécies analisadas. No modelo de nicho para o Tapeti foi observado uma grande preferência para o litoral brasileiro de São Paulo até o Rio Grande do Norte, também faz-se presente em quatro das cinco regiões do país. Para a lebre-europeia, o espaço melhor adequado engloba a região sudeste e sul do Brasil. Ao comparar as modelagens, foi possível identificar uma sobreposição de nicho intensa no estado de São Paulo; uma situação preocupante, uma vez que a invasão biológica é considerada a segunda maior causa promotora de perda de biodiversidade e conhecida por impactar o ecossistema através de predação, competição e mudanças na estrutura do habitat, muitas vezes levando ao desaparecimento da espécie nativa.

Palavras-chave: *Sylvilagus brasiliensis*; Modelagem Preditiva de Distribuição; *Lepus europaeus*.

ABSTRACT

On environments with enough resources, Lagomorphs usually avoid each other. However, the insertion of exotic animals, like the European hare, adding up with climatic crises and constant anthropic expansion, make native animals, such as the Tapeti, be threatened. In several places around the world it has been found that areas where the geographic domain of hares overlap rabbit niches, the native populations are negatively impacted. The chosen predictive modeling of spatial distribution were provided with occurrence georeferenced data and its respective environmental variables, resulting in suggestive maps of which places are most likely to be occupied by the species analyzed. Was observed on Tapeti's obtained niche model that the rabbits have a great preference for the Brazilian coast from São Paulo to Rio Grande do Norte, also being present in four of five country regions. To the European hare, the best suitable space has been shown to be the Southeast and South region of Brazil. When comparing both models, it was possible to identify an intense niche overlap in the São Paulo state; which is a worrisome situation, since biological invasion is the second biggest reason of biodiversity lost, it being known for impacting important ecosystem services through predation, competition and changes in habitat structure, usually leading to the disappearance of the native species.

Keywords: *Sylvilagus brasiliensis*; Predictive Modeling of Spatial Distribution; *Lepus europaeus*.

INTRODUÇÃO

Em ambientes que há provisão de recursos suficientes, em geral, os membros da Ordem Lagomorpha se evitam, quando não pertencem a mesma espécie. Interações diretas são motivadas por disputa de recursos limitados como comida e abrigo, e pela habilidade de se dispersar e ocupar habitats disponíveis (ROSIN, GILIO, MERIGGI, 2008). Esses são dois dos pré-requisitos para a existência de competição: ter

necessidades ambientais semelhantes em habitats “pobres” e que qualquer uma das duas espécies envolvidas possa habitar o local que a outra é ausente (FLUX, 2008).

O Tapeti *Sylvilagus brasiliensis*, um pequeno lagomorfo sul-americano, que em conjunto da redução de disponibilidade de habitat enfrenta também um aumento crescente de competição pelo o que ainda existe, com espécies exóticas maiores originárias até mesmo de outro hemisfério, como a lebre-européia (*Lepus europaeus*), natural de toda a Europa e parte da Ásia e introduzida na região neotropical a partir do século 19, que ocorre atualmente então em todo o território Argentino e Uruguai, além de Sul do Brasil e Chile (SILVEIRA, 2020). O sucesso da invasão da lebre, está ligada primariamente a sua habilidade de dispersão e a atitude colonizadora em espaços de pequena vegetação natural ao redor de paisagens majoritariamente dominadas pela agricultura, como foi visto anteriormente em parte da Europa por Edwards *et al.* (1981), que demonstrou que em todas as áreas de estudo, coelhos europeus eram ausentes onde as lebres eram ocasionalmente observadas, que infere ainda que o aumento de áreas agropastoris está ligada ao declínio de populações de coelhos nativos (ROSIN, GILIO, MERIGGI, 2008).

Em trabalhos anteriores pelo mundo, com exceção de ilhas isoladas como o caso de *Pentalagus* e *Nesolagus*, foi-se constatado por CHAPMAN e FLUX (1990) que a extensão do domínio geográfico por lebres frequentemente ultrapassa e envolve aquele ocupado por diversos gêneros de coelhos, como por exemplo *L. americanus* e *Sylvilagus floridanus* (Eastern cottontail), *L. californicus* e *Sylvilagus nuttallii* (Mountain cottontail), *L. townsendii* e *Brachylagus idahoensis* (Pigmy rabbit), *L. capensis* e *Pronolagus rupestris* (Smith's red rock hare), *L. ruficaudatus* e *Caprolagus hispidus* e *L. crawsha* e *Poelagus marjorita* (Bunyoro rabbit). Especificamente sobre o *Sylvilagus brasiliensis* e o *L. europeus* na América Latina, sabe-se desde 1953 que as lebres afugentam os coelhos no Chile e que o tapeti foi substituído na paisagem argentina em apenas seis anos (HOUSSE, 1953; GRIGERA, RAPOPORT, 1983).

Ainda, no Brasil, não há trabalho científico que discuta a atual situação entre os lagomorfos e a sobreposição de nicho. Questão importante, pois, segundo Flux (2008), a agressão interespecífica observada historicamente como a que ocorre entre coelhos e lebres é capaz de estabelecer novos ou redefinir seus nichos ecológicos. A disputa por habitat com espécies invasoras transforma então a realidade de animais silvestres da fauna local já em perigo de extinção, consequência de crises climáticas e constante expansão antrópica, em algo ainda mais difícil, dando-se valor então a afirmativa de que a invasão biológica seja considerada a segunda maior causa promotora da perda

de biodiversidade (COURTENAY JR.; WILLIAMS, 1992; FULLER et al. 1999).

Assim, uma forma de se manter atento a súbitas mudanças e estar preparado para intervir quando necessário, além de ser considerado como um componente significativo para o planejamento de conservação é a modelagem preditiva de distribuição espacial (AUSTIN, 2002). Ela se utiliza de dados de ocorrência de uma espécie em determinados locais e suas variáveis ambientais para que seja possível aferir qual a possibilidade da sua distribuição em outros locais de acordo com as condições ambientais da região (GIANNINI, 2012), desta forma pode cruzar informações entre animais diferentes que competem pelo mesmo espaço e observar se o tamanho do ambiente comporta a convivência de ambos sem causar estresse ao ponto de que um deixe de existir na dita região, o que é possível e inclusive já foi sugerido para lebres e coelhos da montanha por Hulbert *et al.* (1996), uma vez que as espécies podem coexistir e evitar competição no uso espacial se houver área geográfica suficiente e recursos disponíveis (WOLFE *et al.*, 1996).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo investigar a possível sobreposição de nicho entre duas espécies, entre as quais uma nativa (tapeti) e outra invasora (lebre-europeia), além dos efeitos que isso pode trazer para tais espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados de distribuição e ocorrência das duas espécies foram obtidos através do banco de dados presente na plataforma Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2021). As variáveis bioclimáticas foram obtidas através das plataformas World Climate Data (WORLDCLIM, 2022 www.worldclim.org/) e AMBDATA (a partir da Divisão de Processamento de Imagens da Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)) para avaliar as regiões de maior adequabilidade climática para cada espécie. A fim de gerar o Modelo de Nicho Ecológico, e assim prever a distribuição potencial S *Sylvilagus brasiliensis* e *Lepus europaeus* foram utilizadas seis variáveis bioclimáticas, entre as tais: Temperatura média anual (Bio 01), temperatura máxima do mês mais quente (Bio 05), temperatura mínima do mês mais frio (Bio 06), precipitação média anual (Bio 12), precipitação máxima do mês mais chuvoso (Bio 13) e precipitação mínima do mês mais seco (Bio 14). Em seguida, com a utilização de dados do Global Biodiversity Information Facility (GBIF) e SpeciesLink.net. no software QGIS 3.16.3 — hannover, foram demarcados pontos georreferenciados de ocorrência de ambas as espécies.

Para os procedimentos de modelagem foi usado somente o algoritmo MaxEnt

versão 3.4.4. MaxEnt (Entropia Máxima; PHILLIPS *et al.*, 2022) é o algoritmo de Modelagem de Distribuição de Espécies (SDM) mais amplamente usado. A ideia foi estimar a distribuição de destino encontrando a distribuição de entropia máxima (ou seja, que é mais próxima de uniforme) sujeita à restrição de que o valor esperado de cada característica sob esta distribuição estimada corresponde à sua média empírica. Este modelo de distribuição foi selecionado devido à capacidade de modelar a relação das espécies com o ambiente apenas com dados de presença (PHILLIPS *et al.*, 2022).

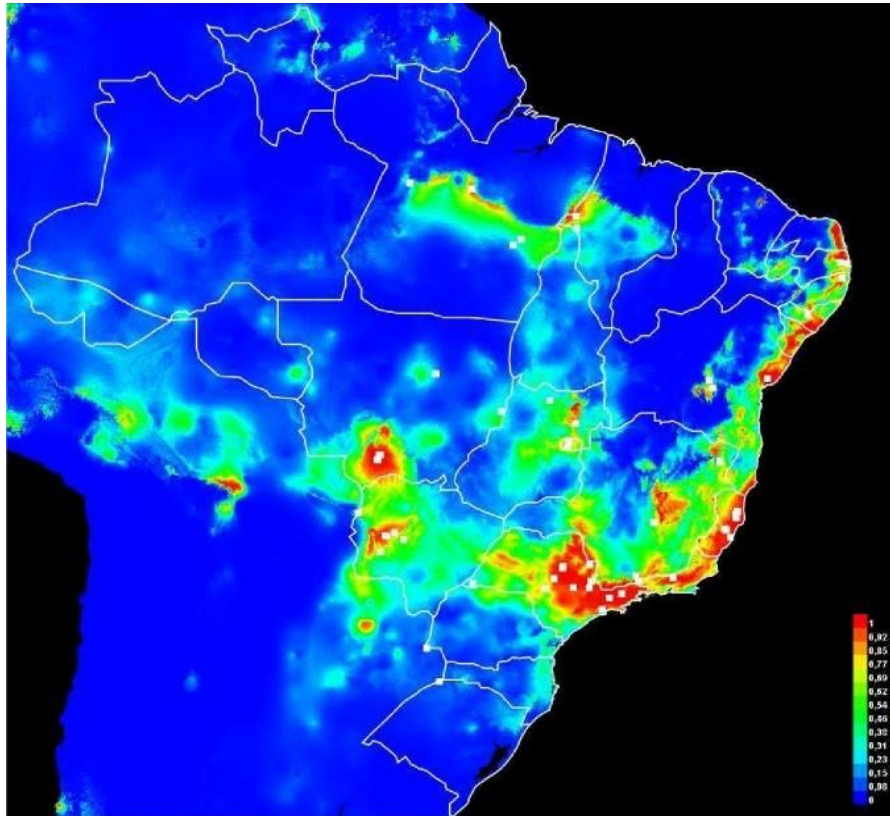
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas das espécies estudadas, conforme a Figura 1 e 2 indicam áreas com maior adaptabilidade de nicho (vermelho, para uma alta chance de ocorrência, corroborada por avistamentos e vestígios, que alterna gradativamente para tons de azul, indicando locais que de acordo com os dados biogeoclimáticos inseridos no programa, não são adequados para essas espécies).

O modelo de nicho gerado para o Tapeti demonstra maior adaptabilidade e ocorrência para o litoral brasileiro que se estende de São Paulo até o Rio Grande do Norte. Ele também aparece no sul do Mato Grosso ao centro-oeste do Mato Grosso do Sul, na região central de Goiás e Pará, e na área de divisa entre Pará, Maranhão e Tocantins. Dessa forma, sua presença de modo abundante é constatada em pelo menos 4 biomas brasileiros (Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal e Amazônia), e em 4 das cinco regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, excluindo a região Sul).

Na porção próxima a corpos d'água (Rio Irri, Rio Xingu e Rio Tocantins), sua ocorrência é fortemente relacionada a bacias hidrográficas do Tocantins e do Amazonas. Quanto as porções referentes ao Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a presença deles pode estar associada a presença de corpos d' água, já que o sul do Mato Grosso possui riqueza de rios e o local do Rio Negro e Taquari coincidem com onde há maior adaptabilidade para essa espécie. Essa predileção por ambientes próximos a água foi observada também por Parera (2002), que percebeu que os Tapetis habitam regiões de mata e campos, principalmente regiões de transição entre bosques e áreas mais abertas, e até mesmo bordas de cursos d'água e regiões alagadas.

Figura 1 - Modelagem preditiva de nicho para *Sylvilagus brasiliensis*.

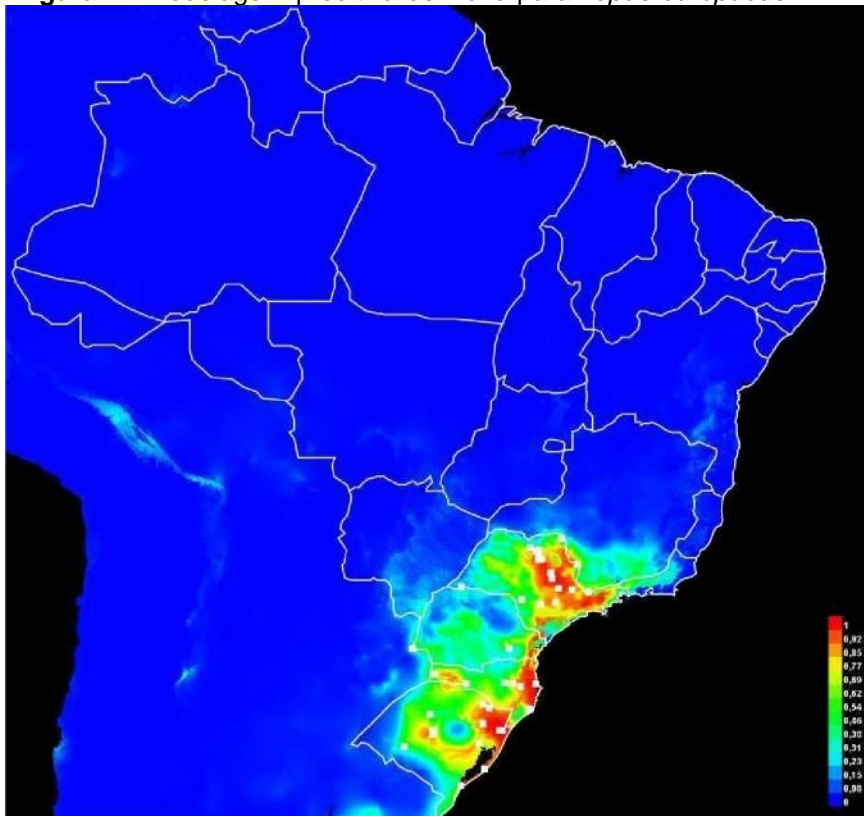


No modelamento de nicho gerado para a lebre-europeia, a ocorrência somente engloba a região sudeste e sul do Brasil, o estado de São Paulo completo, e em menor intensidade o sul dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Confirmando DE FARIA (2016), a taxa de dispersão para lebres-europeias no Brasil é ainda maior do que a estipulada por Bonino et al em 2010 para outros países da América do Sul. Dessa forma, o mapa sustenta que a espécie tem uma alta capacidade de se expandir geograficamente de modo rápido e que *L. europaeus* vem aumentando seus domínios de forma intensa; que estabelece ocupação completa em praticamente 5 estados em apenas 70 anos desde a sua introdução na fronteira do Rio Grande do Sul com o Uruguai a partir de 1950 (DE FARIA, 2016). Outros exemplos da facilidade de adaptação e domínio da lebre foram as vistas no Chile e Argentina, que também tiveram o animal introduzido de forma inadequada e que foi declarada como “peste” pelo Governo Federal em 1907, cerca de apenas 10 anos depois da primeira vez que foi trazidas aos países (JAKSIC et al, 2002).

Apesar de ser uma espécie nativa de regiões com temperaturas mais frias, a lebre europeia esta presente em praticamente todos os continentes, tendo preferencia para ambientes de campo, desertos e regiões semiáridas, como estepes e a Caatinga brasileira (FLUX, 2008). Entretanto, ainda que tenha-se tido avistamentos delas na

região nordeste do país, a modelagem preditiva criada não indica que ela seja um local que os animais se estabeleceriam, ainda que com o passar dos anos esteja sendo observado que as lebres têm expandido seu território cada vez mais ao norte. A razão para isso deve ser mais estudada, verificando se *L. europaeus* prioriza espaços onde houveram maiores impactos humanos como desflorestamento, fragmentação da vegetação nativa, queimadas, e áreas agropastoris (DE FARIA, 2016), à um clima e temperatura próximos da sua região nativa; já que de acordo com o Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, um dos fatores para seu tremendo sucesso em colonização é sua facilidade em se adaptar em locais com grandes variações de temperatura e umidade.

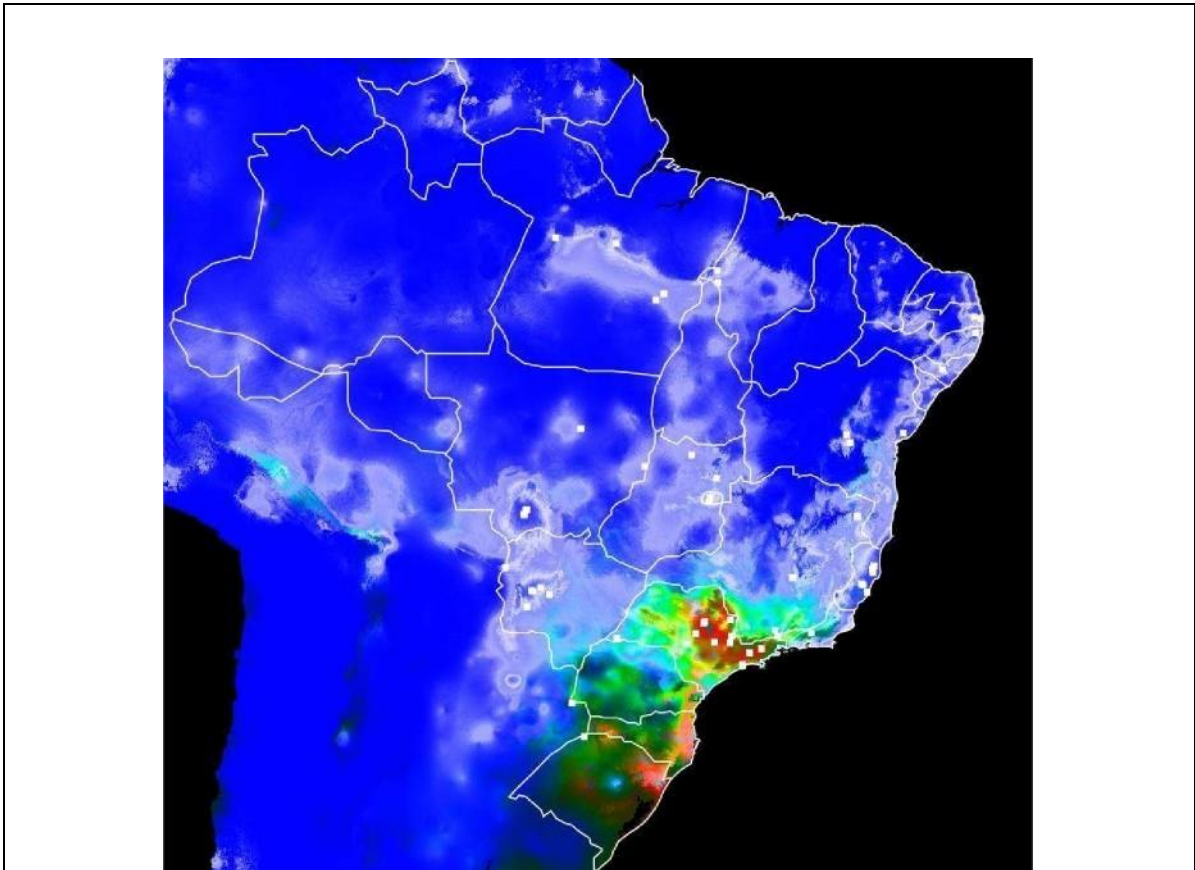
Figura 2 - Modelagem preditiva de nicho para *Lepus europaeus*.



Quando combinamos ambas as imagens (Figura 3), é possível observar que os locais onde há uma maior sobreposição de nicho é disparadamente no estado de São Paulo, com foco na região centro-leste, seguida do Norte do estado do Paraná e sul de Minas Gerais. Outro local importante, mas em bem menor intensidade, pode ser considerado o leste de Santa Catarina e extremo nordeste do Rio Grande do Sul. Esse quadro mostra uma situação preocupante, uma vez que a presença de espécies invasoras causam distúrbios que alteram negativamente populações nativas e seu

impacto dentro do ecossistema através de predação, competição e mudanças na estrutura do habitat (DE FARIA, 2016). Segundo os estudos de GRIGERA, RAPOPORT (1983), de acordo com prefeitos de cidades do interior da Argentina do século passado, as lebres substituíram completamente os coelhos de suas regiões em apenas seis anos, o que torna a previsão para o cenário brasileiro preocupante.

Figura 3 - Combinação dos mapas para visualização da sobreposição de nichos entre as espécies estudadas



CONCLUSÃO

O trabalho em questão analisa a potencial distribuição entre os lagomorfos *S. Brasiliensis* e *L. europaeus* no território brasileiro e conclui que através da análise de distribuição que as espécies ocupam nichos semelhantes, com maior sobreposição na região sul e sudeste do país.

Fica evidente a necessidade de mais estudos focados no monitoramento dos dessas espécies para que se tente evitar consequências econômicas e ecológicas, através de medidas como de contenção de propagação da lebre-europeia, com vista à conservação dos habitats e impactos em espécies nativas perturbadas pela invasão

de seu ambiente, assim como para reduzir a sua interferência nas áreas destinadas à agricultura

REFERÊNCIAS

AUSTIN, M. P. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. **Ecological Modelling**, 2002, 157 p. Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Florianópolis — SC.
<<http://bd.institutohorus.org.br>>

BONINO, N., *et al.* Dispersal of the European hare, *Lepus europaeus* in South America. **Folia Zool.** 2010.

CHAPMAN J. A.; FLUX, J. E. C. **Rabbits, hares and pikas.** Status survey and conservation action plan. IUCN, Gland, Switzerland. 1990.

CHAPMAN J.A.; FLUX, J. E. C. **Introduction to the Lagomorpha. Lagomorph Biology: Evolution, Ecology, and Conservation.** Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008. Columbia University Press, New York, 45 p.

DE FARIA, G. M. M., *et al.* Geographic distribution of the European hare [*Lepus europaeus*] in Brazil and new records of occurrence for the Cerrado and Atlantic Forest biomes. **Mammalia**, v. 80, n. 5, p. 497-505, 2016. Disponível em:
<<http://hdl.handle.net/11449/168849>>.

EDWARDS, W.R. *et al.* **The abundance of cottontails in relation to agricultural land use in Illinois (U.S.A.) 1956—1978, with comments on mechanism of regulation.** 1981.

FLUX; J.E.C. A Review of Competition between Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) and Hares (*Lepus europaeus*). **Lagomorph Biology: Evolution, Ecology, and Conservation.** Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008.

FULLER, B. L. **Animal home ranges and territories and home range estimators. Research techniques in animal ecology, controversies and consequences.**

GIANNINI, T. C. *et al.* Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia** [online]. 2012, v. 63, n. 3. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1590/S2175-78602012000300017>>.

GRIGERA, D. E.; RAPOPORT, E. H. Status and Distribution of the European Hare in South America. **Journal of Mammalogy**, 1983.

HOUSSE, P. R. **Animales salvajes de Chile en su clasificacion moderna. Su vida y costumbres.** University of Chile Publications, Santiago, Chile. 1953.

HULBERT, 1. A. R.; IASON, G.R.; RACEY, P. A. Habitat utilization in a stratified upland landscape by two lagomorphs with different feeding strategies. **Journal Appl Ecology.** 1996. 33 p.

JAKSIC, F. M., et al. Invaders Without Frontiers: Cross-border Invasions of Exotic Mammals. **Biological Invasions**, 4, 16 p. 2002.

PARERA, A. **Los mamíferos de la Argentina y la región austral de Sudamérica**. Buenos Aires: El Ateneo, 2002, 454 p.

PHILLIPS, S. J.; Miroslav Dudík, Robert E. Schapire. **Maxent software for modeling species niches and distributions** (Version 3.4.1). Disponível em: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/.

ROSIN, A.V.; GILIO N., MERIGGI, A. **Introduced lagomorphs as a threat to “native” lagomorphs. The case of the Eastern cottontail (*Sylvilagus floridanus*) in northern Italy**. Lagomorph Biology: Evolution, Ecology, and Conservation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008.

SILVEIRA, F. F. da. Fauna Digital Rio Grande do Sul. BiMaLab (UFRGS). Silveira, F.F. 2020. **Fauna digital do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://ufrgs.br/faunadigitalrs>.

WOLFE A; WHELAN J., HAYDEN, T. J. The diet of the mountain hare (*Lepus timidus hibernicus*) on coastal grassland. **Journal of Zoology of London**. 1996. 240 p