RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 06/07/2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

Unidades evolutivas e conservação do Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* Linnaeus, 1758) no Brasil

Rullian César Ribeiro

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

Unidades evolutivas e conservação do Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* Linnaeus, 1758) no Brasil

Discente: Me. Rullian César Ribeiro

Orientador: Dr. José Maurício Barbanti Duarte

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento Animal

2023

R484u

Ribeiro, Rullian César
Unidades evolutivas e conservação do Veado-campeiro (Ozotoceros bezoarticus Linnaeus, 1758) no Brasil / Rullian César Ribeiro. -- Jaboticabal, 2023
104 p. : il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: José Maurício Barbanti Duarte

1. Genética. 2. Genética animal. 3. Genética de populações. 4. Ecologia. 5. Cervidae. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: UNIDADES EVOLUTIVAS E CONSERVAÇÃO DO VEADO-CAMPEIRO (Ozotoceros bezoarticus Linnaeus, 1758) NO BRASIL

AUTOR: RULLIAN CESAR RIBEIRO
ORIENTADOR: JOSÉ MAURICIO BARBANTI DUARTE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Genética e Melhoramento Animal, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOSÉ MAURICIO BARBANTI DUARTE (Participaçao Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV UNESP Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
JOSE MAURICIO BARBANTI DUARTE
Data: 25/07/2023 16:58:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. CYNTIA PERALTA DE ALMEIDA PRADO (Participaçao Virtual)
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / UNESP FCAV Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
CYNTIA PERALTA DE ALMEIDA PRADO
Data: 26/07/2023 17:59:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. ELIAS ALBERTO GUTIERREZ CARNELOSSI (Participaçao Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Sergipe (UFS) - Nossa S

ELIAS ALBERTO GUTIERREZ CARNELOSSI
Data: 26/07/2023 14:54:07-0300
Documento assinado digitalmente

SAURA RODRIGUES DA SILVA
Data: 25/07/2023 17:57:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Pós-Doutoranda SAURA RODRIGUES DA SILVA (Participaçao Virtual)
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV UNESP Jaboticabal

Profa. Dra. SUZANA GONZALEZ (Participaçao Virtual)
Departamento Biodiversidad y Genética / Insituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable
Montevidéu/UR

Susana González

Jaboticabal, 06 de julho de 2023

Dados curriculares do autor

O autor possui licenciatura (2012) e bacharelado (2013) em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, foi bolsista Capes/CNPq de iniciação científica junto ao departamento de fisiologia e morfologia da FCAV-UNESP atuando na área de fisiologia do stress em peixes. Atuou como representante discente junto ao conselho do curso de ciências Biológicas, e junto ao departamento de biologia, ambos pertencentes a FCAV-UNESP. Titulado como mestre em genética (2016) pelo Programa de Pós-Graduação em Genética do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - UNESP, Câmpus de São José do Rio Preto, sendo bolsista CNPq por 24 meses. Atuou como professor de Ensino Médio, Técnico, Educador Ambiental e EJA na rede pública e privada na região de Jaboticabal. É membro do Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE) desde 2018. É doutor em Genética e Melhoramento Animal pelo programa de Genética e Melhoramento Animal da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, sendo bolsista CNPq por quatro meses e Bolsista FAPESP por 44 meses. Suas principais áreas de atuação são genética geral, genética de populações e genética da conservação.

“-Wahanararai wahanararai, marinawah kinadih marinawah kinadih; tabarinih hidja hidyanih, hidja-hidjanih.”

Canto Kanamari

Dedico essa tese a todos aqueles que lutam
de alguma forma em prol da ciência e do meio ambiente no Brasil.

Agradecimentos

Esse trabalho não seria possível ser realizado da maneira que foi se não fosse o financiamento e bolsa outorgada a mim pela FAPESP (**Projeto 2019/07655-9**) e pelo suporte laboratorial, científico e intelectual dados pelo Núcleo de Pesquisa e Conservação de Cervídeos (NUPECCE), sob a coordenação do Prof. Dr. José Maurício Barbanti Duarte, o qual me orientou e confiou a execução deste projeto que me deu a oportunidade de conhecer nosso país de uma perspectiva única, e caminhar em direção a uma carreira científica. Ressalto a obra do Professor Barbanti, traduzida no NUPECCE, que por vezes funciona como um organismo vivo por meio de todos os colaboradores que ali estão e que ali passaram, fazendo com que o trabalho iniciado a mais de trinta anos continue produzindo tantos frutos em prol da conservação dos cervídeos e da ciência no Brasil.

Muitas foram as relações construídas ao longo do desenvolvimento deste trabalho, seja em discussões científicas, execução de trabalhos paralelos, me acompanhando nas aventuras de coleta pelo Brasil ou mesmo durante um simples café. Sem estas relações não seria tão prazeroso ter trilhado o caminho que me trouxe até aqui. Deixo aqui meu agradecimento aos contemporâneos de laboratórios os quais muitos chamo de amigos: Marcio de Oliveira Leite, Pedro Henrique de Faria Peres (Parlito), Francisco Grotta Neto (Chico), Eluzai Dinai Pinto Sandoval (Elu), Gabriela Vaccari (Gabi), Agda Bernegossi, Jeferson Freitas, Isabel Lima (Bel), Valdir, Eduard e Thaylâne. Um agradecimento especial ao João, nosso técnico de laboratório que possui uma paciência e calma invejável com todos os que ali passam.

Dois outros membros fundamentais no desenvolvimento dessa tese foram nossos cães farejadores Thunder e Nicks. Sem eles, e principalmente a Nicks que me acompanhou por praticamente todas as coletas realizadas, seria impossível realizar esse trabalho. Eles não só possibilitaram a realização desse trabalho como foram fundamentais na mudança da minha percepção em relação a relação com os animais. Muito obrigado.

Ao longo das coletas de campo tive a oportunidade de poder trabalhar com amigos antigos como a Alessandra Bertassoni (Alê) e de conhecer muitas pessoas que me auxiliaram, indicaram os caminhos e deram abrigo a mim e a meus companheiros na busca das amostras. Deixo um agradecimento especial ao seu Luiz, Vilhena - RO, Maurício Scherer, Parque Estadual do Espinilho – RS, Junior, PARNA da Serra Geral do Tocantins – TO, A equipe de brigadistas dos PARNA da Serra da Canastra, PARNA dos Campos Amazônicos, PARNA do Mapinguari, PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba – PI, ao Carlos (RPPN Yta-Y-Tiba), Fernanda G. Braga, Secretaria do Meio Ambiente do Paraná, Tatiane, PARNA da Chapada dos Veadeiros – GO, a professora Dra. Suzana Gonzalez.

Agradeço a meus pais, Rose e Marcos, pelo apoio e incentivo, mesmo sem entender direito o que eu estava fazendo atrás de fezes de veados com uma cachorra por tantos lugares, que sempre me foi dado. Através da luta e trabalho deles e de meus avós, Bida e Laura, consegui chegar até esse momento.

Mais uma vez agradeço a minha companheira de vida, amiga, cientista e agora mãe da minha filha, Amanda de Faria Santos (Dou). Sem seu apoio, paciência, compreensão, amor e dedicação não teria trilhado meu caminho da forma que fazemos. Tantos foram as situações ao longo do deste Doutorado que sua participação foi essencial que descrevê-las seria leviano. E junto a ela agradeço a meu filho Enzo, e minha filha Elis, que tanto me inspiram e me motivam diariamente a construir uma vida com essa família. O papai ama vocês.

Sumário

Resumo - Unidades evolutivas e conservação do Veado-campeiro 10
Abstract - Evolutionary units and conservation of Pampas deer 11
CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais 12
1. Introdução geral 12
2. Revisão de literatura 14
2.1. Relações filogenéticas 14
2.2. Taxonomia histórica de *Ozotoceros bezoarticus* 15
2.3. Citogenética 18
2.4. Genética populacional 18
2.5. Ecologia 21
2.6. Ciclo reprodutivo 23
2.7. Conservação 24
3. Referências bibliográficas 27
CAPÍTULO 2 - Padrões filogeográficos e definição de unidades evolutivas significativas e unidades de Manejo de Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*, LINNAEU 1758) 36
Resumo 36
1. Introdução 38
2. Material e Métodos 42
2.1. Obtenção de amostras 42
2.2. Extração, amplificação e identificação enzimática 45
2.3. Individualização das amostras 45
2.4. Sequenciamento 46
2.5. Análises 47
2.5.1. Diversidade genética e teste de neutralidade. 47
2.5.2. *Mismatch distribution* e distância genética 48
2.5.3. Comparação entre conjuntos amostrais 48
2.5.3.1. Rede haplotípica 48
2.5.3.2. Estruturação genética 48
2.5.3.3. História Evolutiva 49
3. Resultados 50
3.1. Diversidade genética e teste de neutralidade 50
3.2. Distribuição par-a-par 51
3.3. Rede de haplótipos 51

3.4. Estruturação genética 54
3.5. Análise de agrupamentos 55
3.6. História evolutiva 58
3.7. Teste de Mantel 60
4. Discussão 60
4.1. Diversidade genética 61
4.2. Padrão demográfico e teste de neutralidade 61
4.3. Padrões filogeográficos 62
4.4. Unidades evolutivas significativas e áreas prioritárias para a conservação 66
5. Conclusão 66
6. Referências bibliográficas 67
CAPÍTULO 3 - Distribuição e influência das transformações de campos naturais na conservação do Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* LINNAEU, 1758) 74
Resumo 74
1. Introdução 76
2. Material e métodos 79
2.1. Área de estudo 79
2.2. Obtenção dos pontos amostrais 80
2.3. Extração, amplificação e identificação enzimática 81
2.4. Individualização dos indivíduos 81
2.5. Modelagem de nicho ecológico 82
2.6. Distribuição geográfica histórica e atual 82
3. Resultados 84
3.1. Modelagem de nicho ecológico 84
3.2. Distribuição histórica e atual 85
4. Discussão 87
5. Conclusão 90
6. Referências bibliográficas 91
Anexo I 102

Resumo - Unidades evolutivas e conservação do Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* Linnaeus, 1758) no Brasil

O veado-campeiro é uma espécie que pertencente à família Cervidae e possui sua distribuição histórica em áreas abertas desde o sul amazônico até o norte da argentina. Seu período de atividade é diurno e possui busca ativa por alimento sendo um podador pastador, com preferência alimentar para brotos e flores. Até o momento existem cinco subespécies reconhecidas que foram descritas com base na sua morfologia e composição genética. Devido aos seu fácil avistamento e especificidade de *habitat* as pressões antrópicas têm causado impactos na conservação da espécie, sendo a conversão de vegetação nativa em áreas de plantio, caça, atropelamentos e entradas de doenças do gado as principais ameaças para a espécie. Esse trabalho teve como objetivo delimitar a estruturação genética das populações relictuais de veados-campeiros ao longo de sua distribuição no Brasil, utilizando pequenos fragmentos mitocondriais extraídos de DNA fecal partindo da hipótese que essas populações tenham se estruturado devido ao isolamento por distância. Foi realizada a modelagem de nicho ecológico da espécie, com o intuito de prospectar as áreas com a maior probabilidade de ocorrência da espécie baseando-se em variáveis climáticas e dados de cobertura do solo. Através das análises populacionais foi possível perceber que as populações amostradas possuem uma história filogeográfica representada por um clina genética o que refuta a hipótese de isolamento por distância e traz uma nova perspectiva sobre as conexões entre as populações da espécie. A partir da modelagem de nicho ecológico foi inferido que a área atual de distribuição da espécie sofre com o avanço da agropecuária sendo o plantio de soja o cultivo que possui o maior avanço sobre os campos naturais.

Palavras-chave: Genética de populações, nicho ecológico, veado-campeiro, filogeografia, soja.

Abstract - Evolutionary units and conservation of Pampas deer (Ozotoceros bezoarticus Linnaeus, 1758) in Brazil

The pampas deer (Cervidae) is a species that presents a historical distribution in open areas from the southern Amazonia to the northern Argentina. It is a browser and diurnal activity species, preferring sprouting grass and flowers as food. Until now, that are five recognized subspecies that was described based on their morphology and genetic composition. Due to easy sighting and habitat specificity, the anthropical pressures are causing impacts in the conservation of the species. The conversion of native vegetation into planting areas, hunting, road kills, and introducing of cattle diseases are the mainly threats for the species. This study aimed to delimit the genetic structure of the remaining populations of the pampas deer along its Brazilian distribution, using, for this, short mitochondrial genetic fragments obtained from faecal DNA. The initial hypothesis was that these populations were structured due to the process of isolation by distance. The niche modeling was performed aiming to prospect the areas with higher probability of species occurrence, based on climatic variables and soil covering data. The genetic population analyzes showed that the sampled populations present a phylogeographical history represented by a genetic cline, which refutes the isolation by distance hypothesis. This data also highlights a new perspective about connections among the populations of the species. From de niche modelling results, we also inferred that the current distribution area of the species is suffering due to advancement of agriculture, being the soybean planting the crop that has the greatest advance over natural fields.

Key words: Populations genetics, ecological niche, Pampas deer, phylogeography, soybean

CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais

1. Introdução geral

O Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* LINNAEUS, 1758) é encontrado em fitofisionomias de formações abertas, como o Cerrado, o Pampa e o Pantanal no Brasil. Seu período de atividade é diurno, portanto, visto com certa facilidade nos ambientes em que habita (Gonzalez *et al*., 1998; 2002). Ele possui tamanho médio, variando de 1,20 a 1,50 metro de comprimento e 0,7 a 0,75 metro de altura, com peso entre 30 e 40 Kg (Gimenez-dixon, 1986).

A espécie é seletiva em relação a sua alimentação, preferindo brotos, folhas e flores mais tenras, que sejam de fácil digestão e alto valor energético, sendo considerado um animal podador-pastador que procura ativamente e continuamente seu alimento (Mcarthur; Pianka, 1966; Rodrigues, 1996; Duarte *et al*., 2012). Apesar de ser seletivo em relação ao seu alimento, o Veado-campeiro possui plasticidade para se adaptar às condições do meio onde está inserido, podendo variar sua dieta escolhendo plantas que, geralmente, não são suas preferências em condições de ampla variedade de alimento (Cosse, 2010).

Atualmente, estão descritas cinco subespécies de veado-campeiro: *O. b. arerunguaensis* e *O. b. uruguayensis*, ambas identificadas no Uruguai (Gonzalez *et al*., 1998; 2002); O. b. celler, que vive na região do Pampa argentino, pé das cordilheiras dos Andes e Sul do Rio Negro; O*. b. Leucogaster*, encontrado no sudoeste brasileiro, sudeste boliviano, norte da Argentina e Paraguai; e, por fim, *O. b. bezoarticus*, que vive desde o sul amazônico até a região do Pantanal mato-grossense. Essas três últimas subespécies foram descritas por Cabrera (1943), baseando-se em dados morfológicos.

No que tange às questões conservacionistas, alguns fatores podem ser apontados como principais causas do declínio populacional da espécie em ambientes naturais, como a caça predatória e de subsistência, e a perda de habitat (Thornback; Jenkins, 1982; Robinson; Bennett, 1999; Peres, 2000; Weber; Gonzalez, 2003).

A perda de habitat foi um dos fatores que mais contribuíram para que este cervídeo se tornasse uma espécie ameaçada, visto que, de 1900 até o momento,

esta área foi reduzida a apenas 1% de seu tamanho original (Weber; Gonzalez, 2003; Gonzalez *et al*., 2010). Junto a isto, os atropelamentos em rodovias e dentro das lavouras, a substituição de campos por plantações e pastos, e a transmissão de enfermidades por outros ungulados domésticos são fatores agravantes para a conservação da espécie (Weber;Gonzalez, 2003; Duarte *et al*., 2012; Gonzalez *et al*, 2016).

Uma vez entendidas as possíveis ameaças para a espécie, é necessário que ações sejam determinadas para que ocorra a conservação das populações que ainda restam pelo Brasil. O Plano Nacional para a Conservação de Cervídeos Ameaçados de Extinção (PNCCAE) (Duarte *et al*., 2012) possui como um de seus objetivos a manutenção da viabilidade populacional genética e demográfica dos cervídeos encontrados em território nacional.

Entretanto, essas populações se encontram em um mosaico de biomas fragmentados, sofrendo forte pressão das ações antrópicas, o que deve contribuir para o agravamento demográfico da espécie nos próximos anos.

Conhecendo o perfil genético das populações relictuais e sua potencial distribuição, é possível que sejam determinadas Unidades Evolutivas Significativas (ESUs). Estas são definidas como linhagens de determinada espécie que possuam fluxo gênico altamente restrito em relação a outras linhagens do mesmo táxon e que sejam separadas filogeneticamente, apresentando monofilia para haplótipos mitocondriais ou diferença significativa na frequência de alelos nucleares de determinado locus (Moritz, 1994; Fraser; Bernatchez, 2001).

Este trabalho possui como objetivo caracterizar as populações de Veado-campeiros relictuais de acordo com seu padrão genético; testar a hipótese de isolamento por distância sob a estruturação das populações da espécie; determinar unidades evolutivas significativas (ESUs) para a espécie; modelar a distribuição potencial da espécie; compreender os impactos dos avanços agropecuários sobre as populações relictuais da espécie nos últimos 30 anos.

A região da Coxilha Rica (Figura 3, destaque III) é conhecida como um reduto da espécie no estado de Santa Catarina (Tortato;Althoff, 2011). No entanto, Mazzolli e Benedet (2009) relatam uma diminuição no tamanho populacional do Veado-campeiro na região. São necessários outros estudos para verificação efetiva dos níveis dessa redução populacional que ocorreu na região.

Os avanços agropecuários no Brasil fizeram com que vastas áreas naturais fossem substituídas por diversos tipos de culturas (Figura 5.b). (Weber; Gonzalez, 2003; Bernett *et al*., 2006; Carvalho *et al*.,2009; Duarte *et al*., 2012; Oliveira *et al*., 2017; Morini *et al*, 2023) o que indica que Mais de 50% dessas áreas são de plantio de soja, seguido de pasto, mosaico agrícola e silvicultura (Figura 5a). Juntando as categorias de uso de solo classificada pelo MapBio7, a agropecuária soma aproximadamente 90% da conversão de área natural em áreas de plantio e de gado. Essa conversão promove a perda de habitat do Veado-campeiro e exerce sobre a espécie a necessidade de uma rápida adaptação ao uso de áreas antropizadas, e a mudança de dieta devido a conversão das áreas naturais exercendo assim uma intensa pressão seletiva nas populações.

Não está claro na literatura se a conversão de campos naturais em áreas de plantio afugenta os espécimes. Há duas hipóteses a serem investigadas em futuros estudos: (i) a espécie se adapta as áreas convertidas, estabelecendo um uso harmônico com a ocupação antrópica; ou (ii) apesar da conversão de áreas naturais, a espécie usa a área convertida, mas não possui preferência por ela.

Além da perda de habitat por transformação das áreas naturais, a competição com espécies exóticas pode ser um fator de grande relevância para a continuidade de uma espécie em seu ambiente de distribuição histórica (Webb *et al*., 2006). Além das áreas de campo convertidas no sul do país, temos alguns registros de invasão pela espécie *Axis axis*, que vão desde o Parque Estadual do Espinilho até o entorno do Parque Nacional de Foz do Iguaçu – PR (Sponchiado *et al*., 2009 ; Preus *et al*., 2020; Foster *et al*., 2021). Ainda, são deficientes estudos que busquem a compreensão do impacto causado por essa espécie para os cervídeos brasileiros. Embora a presença de espécies exóticas traga uma série de problemas para as áreas onde são encontradas, a sua remoção é complexa por uma série de fatores. Entre eles, as comunidades locais

5. Conclusão

- A modelagem de nicho ecológico de Veado-campeiro realizada no trabalho condiz com a distribuição histórica da espécie;

- A região do Pampa e oeste da Bahia foram as que mais perderam áreas de habitat entre o período do estudo;

- A principal fonte de perda de habitat entre 1985 e 2021 foi o avanço da agropecuária;

- O avanço dos campos de soja foram responsáveis por mais de 50% da conversão dos campos;

- Se faz a necessidade de estudos que busquem entender a interação da espécie com a mudança no seu habitat;

- Estudos de densidade populacional em diferentes áreas de ocorrência da espécie contribuiriam para avaliar o real *status* de conservação do Veado-campeiro.

6. Referências bibliográficas

Araújo, JPJr, Noguei, MF, Duarte, JMB (2003) Survey for Foot-and-mouth Disease in the Endangered Marsh Deer (*Blastocerus dichotomus*) from Marshlands of the Parana´ River Basin, Brazil. **Journal of Wildlife Diseases**, 46 (3): 939–943.

Augusto H, Mendonça CR, Melo ACG, Durigan G (2015) Edge effects in savanna fragments: a case study in the cerrado, **Plant Ecology Diversity**, 8:4, 493-503, DOI: 10.1080/17550874.2015.1014068

Bennett AF, Radford JQ, Haslem A (2006) Properties of land mosaics: implications for nature conservation in agricultural environments **Biological Conservation** 133: 250–264.

Beuchle R, Grecchi RC, Shimabukuro YE, Seliger R, Eva HD, Sano E, Achard F (2015) Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach, **Applied Geography**, 58: 116-127.

Braga FG, González S, Maldonado JE (2005) Characterization of the genetic variability of Pampas deer in the state of Paraná. **Deer specialist group News**, 20.

Braga FG, Moura-Britto M, Margarido TCC (2000). Estudo de uma população relictual de Veado-campeiro, *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus) (Artiodactyla: Cervidae) no município da Lapa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 17 (1): 175-181.

Cabrera, A. (1943) Sobre la sistemática del venado y su variación individual y geográfica. **Revista del Museo de la Plata (NS)**, 18: 5-41.

Carvalho FMV, Marco Júnior P, Ferreira LG (2009) The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, 142: 1392–1403.

Carvalho FMV, Marco P, Ferreira LG (2009) The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil, **Biological Conservation**, 142 (7): 1392-1403, ISSN 0006-3207, https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.031.

Cosse M (2001) Dieta y solapamiento de la población de venado de campo De Los AjosL, (L. 1758) (ARTIODACTYLA: CERVIDAE). Montevideo. **Dissertação. Maestria en Zoologia**, Faculdad de Ciencias, Montevideo Uruguay.

Duarte JMB, Piovezan U, Zanetti ES, Ramos HGC (2012) Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Cervídeos Ameaçados de Extinção. **Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. 128 páginas.

Duarte JMB, Vogliotti A, Zanetti ES, Oliveira ML, Tiepolo LM, Rodrigues LF, Almeida LB, Braga FG (2012) Avaliação do Risco de Extinção do Veado-campeiro *Ozotoceros bezoarticus* Linnaeus, 1758, no Brasil. **Biodiversidade Bras**. 2: 20–32.

Elith J, Graham CH, Anderson RP, *et al.* (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography,** 29: 129–151.

Fahrig L (2003) Effects of habitat fragmentation on biodiversity Annu. **Rev. Ecol. Evol. Syst.** 34: 487-515.

Fahrig L, Arroyo-Rodríguez V; Bennett JR, Boucher-Lalonde V, Cazetta E, Currie DJ Eigenbrod F, Ford AT, Harrison SP, Jaeger JAG, Koper N, Martin AE, Martin JL, Metzger JP, Morrison P, Rhodes JR, Saunders DA, Simberloff D, Smith AC, Tischendorf L, Vellend M, Watling JI (2019) Is habitat fragmentation bad for biodiversity?, **Biological Conservation**, 230: 179-186.

Fahrig, L (2017) Ecological responses to habitat fragmentation per se. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst**., 8: 1-23.

Fielding, AH, Bell JF (1997) A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environ Conserv** 24: 38–49.

Fletcher RJ, Didham RK, Banks-Leite C, Barlow J, Ewers RM, Rosindell J, Holt RD, Gonzalez A, Pardini R, Damschen DI, Melo FPL, Ries L, Prevedello JÁ, Tscharntke, T, Laurance WF, Lovejoy T, Haddad NM (2018) Is habitat fragmentation good for biodiversity? **Biol. Conserv**. 226: 9-15.

Foster VC, Reginato T, Kotz A, Dias J, Barros Y (2021) First record of axis deer (*Axis axis* - Erxleben, 1777) in the State of Paraná, southern Brazil. **Amazing deer**, v.72. 2021.

Fraser DJ, Bernatchez L (2001) Adaptive evolutionary conservation: towards a unified concept for defining conservation units. **Molecular Ecology**, 10: 2741-2752.

Gibson DJ (2009) Grasses and Grassland Ecology. **Oxford Univ. Press**, 2009.

Gimenez Dixon, M (1986) *Ozotoceros bezoarticus*. **Red Data Book**, IUCN: Switzerland.

Glenn, T.; Bavis, R.; Bollback, J. [1998?] DNA extraction protocols using silica. **Laboratory of molecular systematics** MRC 534. Washington: Smithsonian Institution. Disponível em: <http://www.uga.edu/srel/DNA_Lab/protocols.htm>. Acesso em: 29 mar. 2004.

González S, 2016. *Ozotoceros bezoarticus*, 8235. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016.RLTS.T15803A22160030.en

González S, Cosse M, Braga FG, Vila AR, Merino ML, Dellafiore C, Cartes JL, Maffei L, Dixon MG (2010) Pampas deer *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus 1758). In: DUARTE, J. M. B.; GONZALEZ, S. (eds) **Neotropical Cervidology: biology and medicine of Latin American deer**. Funep/IUCN, Jaboticabal, 119–132.

González S, Jackson JJ, Merino ML (2016) *Ozotoceros bezoarticus*. **The IUCN Red List of Threatened Species** e.T15803A22160030. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T15803A22160030.en. Downloaded on 02 September 2018.

González S, Maldonado JE, Leonard JA, Vilà C, Duarte JMB, Merino M, Brum-Zorrilla N, Wayne RK (1998) Conservation genetics of the endangered Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). **Molecular Ecology**, 7: 47–56.

González S, Maldonado JE, Ortega J, Talarico AC, Bidegaraybatista L, Garcia JE, Duarte JMB (2009) Identification of the emdangered small red brocket deer (*Mazama bororo*) using noninvasive genetic techniques (Mammalia; Cervidae). **Molecular Ecology Resources**, Vancouver, 9:754-758.

Gonzalez, S.; Álvarez-Valin, F.; Maldonado, J. E. (2002) Morphometric differentiation of endangered pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*), with description of new subspecies from Uruguay. **Journal of mammalogy**, 83 (4): 1127-1140.

Guerra A, Roque FO, Garcia LC, Ochoa-Quintero JM, Oliveira PTS, Guariento RD, Rosa IMD (2020) Drivers and projections of vegetation loss in the Pantanal and surrounding ecosystems, **Land Use Policy**, 91: 104388, ISSN 0264-8377,

Gutiérrez EE, Helgen KM, Mcdonough MM, Bauer F, Hawkins MTR, Escobedo-Morales LA, Patterson BD, Maldonado JE (2017) A gene-tree test of the traditional taxonomy of American deer: The importance of voucher specimens, geographic data, and dense sampling. **ZooKeys** 697:87–131.

Gutiérrez EE, Maldonado JE, Radosavljevic A, Molinari J, Patterson BD, Martínez-C JM, Rutter AR, Hawking MTR, García, FJ, Helgen, KM (2015) The taxonomic status of Mazama bricenii and the significance of the Tíchira depression for mammalian endemism in the Cordillera de Mérida Venezuela. **PLoS One** 10(6): e0129113.

Hajji GM, Charfi-Cheikrouha F, Lorenzini, R. *et al*. (2008) Phylogeography and founder effect of the endangered Corsican red deer (*Cervus elaphus corsicanus*). **Biodivers Conserv,** 17: 659–673

Hassanin A, Delsuc F, Ropiquet A, Hammer C, Van Vuuren BJ, Matthee C, Ruiz-Garcia M, Catzeflis F, Areskoug V, Nguyen TT, Couloux A (2012) Pattern and timing of diversification of Cetartiodactyla (Mammalia, Laurasiatheria), as revealed by a comprehensive analysis of mitochondrial genomes. **Comptes Rendus. Biologies**, 335: 32–50.

Heckeberg NS, Erpenbeck D, Wörheide G, Rössner GE (2016) Systematic relationships of five newly sequenced cervid species. **PeerJ** 4: 2307,2016.

Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, 25(15): 1965–1978.

Hobbs, N. T. (1996) Modification of ecosystems by ungulates. **The Journal of Wildlife Management**, 60 (4): 695-713. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104388.

Janis CM, Damuth J, Theodor, JM (2000) Miocene ungulates and terrestrial primary productivity: Where have all the browsers gone? **PNAS**. 97:14.

Kawanami, A. E.; Oliveira, J. P. Arenales, A.; Crossley, B.; Woods, L. W, Duarte, J. M. B. Werther (2018) Detection of bluetongue virus in Brazilian cervids in São Paulo state. **Pesq. Vet. Bras**. 38 (1) 137-142.

Leandro, SFS, Carnelossi, EAG, Peres PHF, Ribeiro RC, Duarte JMB (2022) Definition of mtDNA Markers for Studies in Pampas Deer (*Ozotoceros bezoarticus*) based On Fecal Samples. **Int. J. Sci. Res. in Biological Sciences,** 9 (5): 01-08, October.

Lima FG, (2020) Avaliação de habitats abertos protegidos e dispersão do Veado-campeiro *Ozotoceros bezoarticus* Linnaeus 1758 no Cerrado brasileiro. 80f. **Dissertação de mestrado**. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO.

Luduvério DJ (2018) Status taxonômico de *Cervus rufus* Illiger, 1811 e sua caracterização genética e morfológica. 83 f **Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal)** Unesp, Jaboticabal.

Mantellatto AMB, Caparroz R, Christofoletti MD, Piovezan U, Duarte JMB (2017) Genetic diversity of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) population in the Brazilian Pantanal assessed by combining fresh fecal DNA analysis and a set of heterologous microsatellite loci. **Genetics and Molecular Biology**, 40 (4): 774-780.

Margarido TCC, Braga FG (2004) Mamíferos. In: Mikich SB, Bernils, RS (Eds). **Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná**. Governo do Estado do Paraná (IAP, SEMA), Curitiba, Brasil, 27-137.

Matte, A., Waquil, P.D. (2020) Productive changes in Brazilian Pampa: impacts, vulnerabilities and coping strategies. **Nat Hazards**. 102: 469–488.

Mazzolli M, Benedet RC (2009) Recent records, range loss, and current threats to the pampas deer *Ozotoceros bezoarticus* (Mammalia, Cervidae) in the state of Santa Catarina, **Brazil. Biotemas**, 22 (2): 137-142.

Mcartur RH, Pianka PE (1966) On optimal use of patchy environment. **The American Naturalist**, 100: 603-609.

Merino ML, Gonzales S, Leeuwenberg F, Rodrigues FHG, Pinder L, Tomas WM (1997) Veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*). In: Duarte, J.M.B. (Ed.). **Biologia e conservação de cervídeos Sul-Americanos: *Blastocerus*, *Ozotoceros* e *Mazama***. Jaboticabal: FUNEP, 42-58.

Morini RFS, Ribeiro RC, Trentini IP, Sandoval EDP, Silva AR, Oliveira ML (2023) Do media reports reflect the real threats to wildlife? **Biological Conservation**, 277.

Moritz C (1994) Defining 'Evolutionary Significant Units' for consrvation. **Trends in Ecology & Evolution**, 9 (10): 373-375.

Mourão GM, Coutinho M, Mauro R, Campos Z, Tomas WM, Magnusson W (2000) Aerial surveys of caiman, marsh deer and pampas deer in the Pantanal Wetland of Brazil. **Biological Conservation**, 92: 175-183.

Mullins KB, Faloona F (1987) Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase chaptalized chain reaction. **Methods of enzymology**, Maryland Heights, 155: 335-348.

Nogueira, CC *et al*. (2011) Vertebrados da Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins: faunística, biodiversidade e conservação no Cerrado brasileiro. **Biota Neotropica**, 11 (1): 229-338.

Oliveira ML, Norris D, Ramírez JFM, Peres PHF, Galetti M, Duarte JMB (2012) Dogs can detect scat samples more efficiently than humans: na experiment in a continuous Atlantic Forest remnant. **ZOOLOGIA**, 29 (2): 183–186.

Oliveira TE *et al*. (2017) Agricultural land use change in the Brazilian Pampa Biome: The reduction of natural grasslands, **Land Use Policy**, 63: 394-400.

Pearson RG (2007) Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners: synthesis. **American Museum of Natural History**.

Peres CA (2000) Effects of subsistance hunting on vertebrate community structure in Amazonian forests. **Conservation Biology**, 14: 240-253.

Pfeifer M, Lefebvre V, Peres, C *et al*. (2017) Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. **Nature** (551): 187–191 https://doi.org/10.1038/nature24457

Phillips SJ, Anderson RP, Schapired RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distribution. **Ecologival Modelling**, 190: 231-259.

Phillips SJ, Dudík M (2008) Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography** 31: 161–175.

Phillips SJ, Dudik M, Schapired RE (2004) Maximum entropy aproach to species distribution modeling. **In: International conference on machine learning**, 21, 2004, New York. Procedings... New York: ACM Press, 655-662.

Preuss JF, Posser E, Albrecht LB, Silva VPR, Bandiera FC (2020) First record of the exotic species *Axis axis* (Erxleben, 1777) (Artiodactyla, Cervidae) in the state of Santa Catarina, southern Brazil. **Check List**. 16 (5):1139–1142.

Rajão R, Soares-Filho B, Nunes F, Börner J, Machado L, Assis D, … Figueira, D. (2020). The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science**, 369(6501), 246–248. doi:10.1126/science.aba6646

Robinson JG, Bennett EL (1999) Hunting for Sustainability in Neotropical Forests. Columbia University Press, New York.

Rocha D, Vogliotti A, Gräbin D, Assunção W, Cambraia B, D'amico A, Sollmann R. (2019) New populations of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus* discovered in threatened Amazonian savannah enclaves. **Oryx**, 53 (4): 748-751.

Rodrigues FHG, Monteiro-Filho ELA (2000) Home range and activity patterns of pampas deer in emas national park, Brazil. **Journal of Mammalogy**, 81: (4)1136-1142.

Rodrigues FP, Garcia JF, Ramos PRR, Bortolozzi J, Duarte JMB (2007) Genetic diversity of two Brazilian populations of the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). **Brazilian Journal of Biology**, 67:805-811.

Rodrigues, FH. G.; Monteiro-Filho, E. L. A. Home range and activity patterns of pampas deer in Emas national park, Brazil. **Journal of Mammalogy**, 81: (4) 1136-1142.

Rodrigues, FHG (1996) História natural e biologia comportamental do Veado-campeiro no Parque Nacional das Emas. **In: XIV Encontro Anual de Etologia**, 223-231.

Ruder MG, Lysyk TJ, Stallknecht DE, Foil LD, Johnson DJ, Chase CC, David Dargatz A, Paul E, Gibbs J (2015) Transmission and Epidemiology of Bluetongue and Epizootic Hemorrhagic Disease in North America: Current Perspectives, Research Gaps, and Future Directions. **Vector-borne and zoonotic diseases**, 15:6.

Schmidt IB, Eloy L (2020) Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management, **Flora**, 268, 151613, ISSN 0367-2530,

Seidl AF, Silva JSV, Moraes AS (2001) Cattle ranching and deforestation in the Brazilian Pantanal, **Ecological Economics**, 36(3): 413-425, ISSN 0921-8009, https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00238-X.

Sharp RL, Larson LR, Gary T (2011). Factors influencing public preferences for invasive alien species management. **Green Biological Conservation,** 144:2097–2104.

Silva CA, Santilli G, Sano EE, Laneve G (2021) Fire Occurrences and Greenhouse Gas Emissions from Deforestation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**. 13(3):376. https://doi.org/10.3390/rs13030376

Souza at. al. (2020) Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, 12:17, 10.3390/rs12172735.

Souza JN, Oliveira ML, Duarte JMB (2013) A PCR/RFLP methodology to identify non-Amazonian Brazilian deer species**. Conservation Genetics Resources**, Dordrecht, 5(3):639-641.

Sponchiado J, Melo GL, Cáceres NC (2009) First record of the invasive alien species *Axis axis* (Erxleben, 1777) (Artiodactyla: Cervidae) in Brazil. **Biota Neotropica**, 11:(3).

Thornback, J.; Jenkins, M. (1982) **The IUCN Mammal Red Data Book Part II**. IUCN, Gland.

Tomas VM, Berlinck CN, Chiaravalloti RM *et al*. Counting the Dead: 17 Million Vertebrates Directly Killed by the 2020's Wildfires in the Pantanal Wetland, Brazil, 07 September 2021, PREPRINT (Version 1) **available at Research Square** [https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-859794/v1]

Tomás WM, Mcshea W, Miranda GHB, Moreira JR, Mourão G, Lima Borges, PAA (2001) survey of a pampas deer, *Ozotoceros bezoarticus* leucogaster (Arctiodactyla, Cervidae), population in the Pantanal wetland, Brazil, using the distance sampling technique. **Animal Biodiversity and Conservation**, 24:(1)101–106.

Tortato F, Althoff S (2011). Mammalia, Myrmecophagidae, *Myrmecophaga tridactyla* (Linnaeus, 1758) and Cervidae, *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus, 1758): Contribution to the knowledge of the historical distribution in Santa Catarina, southern Brazil. **Check List**, 7(2): 146-148.

Vila AR, Beade MS, Lamunière, DB (2008) Home range and habitat selection of pampas deer. **Journal of Zoology**, 276:95–102.

Walter Leal Filho, Ulisses M. Azeiteiro, Amanda Lange Salvia, Barbara Fritzen, Renata Libonati (2021) Fire in Paradise: Why the Pantanal is burning, **Environmental Science & Policy**, (123):31-34, ISSN 1462-9011, https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.005.

Webb CO, Gilbert GS, Donoghue, MJ (2006) Phylodiversity-dependent seedling mortality, size structure, and disease in a bornean rain forest. **Ecology** 87:123–131.

Weber M, González S (2003) Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. **Ecoscience**,10:(4)443-454.

Wilson DE, Reeder, DAM (2005) **Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference**. Johns Hopkins University Press.

Zucco CA (2015) Pampas deer on the move: spatial ecology and activity of *Ozotoceros bezoarticus* in the central pantanal of Brazil. 230f. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.