



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



Endozoocoria em áreas úmidas do Sul do Brasil: o gado bovino como vetor de dispersão de plantas aquáticas

Milena Rosa Pereira

Orientador: Prof.^a Dr.^a Cristina Stenert

Rio Grande
2025



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



Endozoocoria em áreas úmidas do Sul do Brasil: o gado bovino como vetor de dispersão de plantas aquáticas

Aluno: Milena Rosa Pereira

Orientador: Prof.^a Dr.^a Cristina Stenert

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

Rio Grande
2025

Ficha Catalográfica

P436e Pereira, Milena Rosa.

Endozooecoria em áreas úmidas do Sul do Brasil: o gado bovino como vetor de dispersão de plantas aquáticas / Milena Rosa Pereira. – 2025.

65 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Rio Grande/RS, 2025.

Orientadora: Dra. Cristina Stenert.

1. Pampa 2. Banhados 3. Mamíferos domésticos 4. Zooecoria
I. Stenert, Cristina II. Título.

CDU 581.5

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG) INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS	
---	--	---

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS – N° 004/2025

Às 08:30 hs (oito horas e trinta minutos) do dia 06 (seis) do mês de março de 2025 (dois mil e vinte e cinco), via Webconferência, no link: <https://conferenciaweb.mp.br/sala/glauco-cesar-dias-delevedove>, reuniram-se docentes, discentes e comunidade em geral, para a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado da acadêmica **Milena Rosa Pereira**. A Dissertação intitulada **“Endozocoria em áreas úmidas do sul do Brasil: o gado bovino como vetor de dispersão de plantas aquáticas”** foi avaliada pela Banca Examinadora composta pela Prof.^a Dra. Cristina Stenert Maltchik Garcia (Orientadora e Presidente da banca); Prof.^a Dr.^a Edélti Faria Albertoni (FURG) e Prof. Dr. Gerhard Ernst Overbeck (UFRGS). Após a defesa e arguição pública, a Banca Examinadora reuniu-se, para deliberação final, e considerou a acadêmica **APROVADA**. Desta forma, a acadêmica concluiu mais uma das etapas necessárias para a obtenção do grau de **MESTRE EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS**. Nada mais havendo a tratar, às 10:55 (dez horas e cinquenta e cinco minutos) foi lavrada a presente ata, que lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora, pela Acadêmica e pela Coordenadora do Curso.

Documento assinado digitalmente
gov.br CRISTINA STENERT MALTCHIK GARCIA
Data: 06/03/2025 10:00:52-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dra. Cristina Stenert Maltchik Garcia

Documento assinado digitalmente
gov.br EDELTÍ FARIA ALBERTONI
Data: 06/03/2025 11:09:09-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Edélti Faria Albertoni

Documento assinado digitalmente
gov.br GERHARD ERNST OVERBECK
Data: 06/03/2025 11:23:29-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Gerhard Ernst Overbeck

Documento assinado digitalmente
gov.br MILENA ROSA PEREIRA
Data: 06/03/2025 18:00:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Milena Rosa Pereira

Documento assinado digitalmente
gov.br CAMILA DE MARTINEZ GASPAR MARTINS
Data: 24/03/2025 18:03:18-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.^a Dra. Camila de Martinez Gaspar Martins
Coordenadora do Curso

Resiliência

[Sentido figurado]

Capacidade natural para se recuperar de uma situação adversa, superação.

Capacidade de quem se adapta às intempéries, às alterações ou aos infortúnios.

[Origem etimológica]

Do inglês *resilience*, do latim *resilio*, *-ire*, **brotar**.

Dedico este trabalho a todas as plantas que brotaram.

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo à Universidade Federal do Rio Grande (FURG), essa universidade pública e de qualidade, que acolhe seus alunos como uma mãe. Agradeço também ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PPGBAC) por todas as oportunidades e aprendizados proporcionados nesses dois anos de mestrado. Aproveito para agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que, através da bolsa concedida, permitiu que eu fizesse do estudo e da pesquisa o meu trabalho até aqui.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cristina Stenert, por ter me contagiado com seu entusiasmo pelo tema da dispersão e por ter me recebido de braços abertos, apesar de saber que eu começaria do zero nessa área do conhecimento. Sinto-me privilegiada por ter tido a sorte de encontrar uma profissional tão humana, incentivadora e generosa.

Agradeço ao Prof. Dr. Leonardo Maltchik, que não é oficialmente meu coorientador, mas considero como tal. Também fui agraciada por seu entusiasmo, generosidade e ideias. Agradeço em especial pela ajuda nas saídas de campo; não teria sido tão divertido se não tivéssemos ido na Betsy.

Agradeço também aos meus colegas de laboratório, por toda a ajuda e apoio. Em especial, ao Daniel Mendonça, estagiário de iniciação científica, que compartilhou comigo muitas horas de triagem e comemorou cada semente encontrada. Agradeço também à preciosa colaboração e expertise dos coautores do manuscrito originado desta dissertação: Me. Pedro Hoffmann, Me. Andressa Adolfo, Daniel Mendonça, Dr.^a Sônia Hefler, Dr. Andy Green, Dr. Leonardo Maltchik e Dr.^a Cristina Stenert. Agradeço ainda ao Dr. Giliandro Silva pela ajuda com as identificações.

Agradeço aos professores do PPGBAC, que compartilharam comigo tanto conhecimento e dedicação à vida acadêmica. Agradeço também aos servidores, técnicos e trabalhadores terceirizados; com certeza, a realização deste trabalho, e da pós-graduação como um todo, teria sido muito mais difícil, e até impossível, sem eles.

Agradeço aos membros da banca examinadora, Prof.^a Dr.^a Edélti Faria Albertoni e Prof. Dr. Gerhard Ernst Overbeck, por aceitarem participar deste momento tão importante da minha formação. Assim como agradeço aos membros suplentes da banca, Prof. Dr. Cleber Palma Silva e Prof. Dr. Elvio Sergio Figueredo Medeiros, pela disponibilidade.

Agradeço à vida, pois tive a sorte de ter pais que sempre incentivaram meus estudos. Meu pai, Laudenir de Oliveira Pereira, *in memoriam*, que me ensinou a procurar no dicionário sempre que encontrasse uma palavra cujo significado eu não soubesse. À minha mãe, Iara Rosa, que me fazia refazer minhas lições porque sabia que eu poderia fazer melhor. Ela também, anos depois, muitas e muitas vezes, me deu suporte financeiro para que eu pudesse estudar e recomeçar. Obrigada.

Agradeço também à minha irmã, Debora Rosa Pereira, que é uma presença e um apoio tão certo e constante, que nem consigo imaginar como seria não ter uma irmã. Agradeço ao meu cunhado, Michel Fucolo, por todos os churrascos vegetarianos, afinal, nem só de trabalho vive um pós-graduando. E, claro, agradeço à existência dos meus sobrinhos, Eduardo e Caroline. É uma alegria vê-los crescer, tão amorosos e inteligentes, com certeza uma versão melhorada de toda a família que veio antes deles.

Não poderia deixar de agradecer aos meus gatos, Preto, Will, Bebê, Benedito, Ana, Nala e Nino, e à minha cadela, Clarisse, as companhias mais fiéis que alguém poderia ter. Gostaria de deixar registrado meus sentimentos, em especial à Bombom, *in memoriam*, que virou estrelinha numa madrugada, enquanto eu me preparava para apresentar meu seminário de acompanhamento.

Agradeço aos meus amigos, em especial à minha amiga Luana, por ter me incentivado (insistido até!) para que eu fizesse a seleção de mestrado. É muito valioso quando temos em nossa vida alguém que acredita em nós, mesmo quando nós mesmos duvidamos. Além disso, foi minha parceira de pós-graduação e, mesmo sendo de outro programa, ouviu meus desabafos e comemorações, compartilhou os próprios desafios e alegrias comigo e me levou para vários rolês com seus colegas da EMA.

Por fim, agradeço à Espiritualidade, que me guia e sustenta, minha fonte de sabedoria, coragem e amor, que coloca o chão quando decido dar um passo em direção ao desconhecido.

Esses são só alguns agradecimentos, porque a verdade é que muitos colaboraram para que eu chegasse até aqui, tanto na realização desta dissertação quanto na minha trajetória pessoal e acadêmica. Então, deixo registrado meu agradecimento a todos que colaboraram de alguma forma, tenham tido ou não consciência e intenção de ajudar.

Muito obrigada!

RESUMO

A diversidade de espécies em áreas úmidas temporárias e isoladas é um tópico intrigante para a ecologia, sendo o processo de dispersão responsável pelo movimento de organismos entre habitats na paisagem. A dispersão zoocórica passiva ocorre quando organismos são transportados nas partes externas de animais (epizoocoria) ou via trato digestivo (endozoocoria). Animais selvagens como anfíbios, mamíferos e especialmente aves têm se mostrado bons vetores de dispersão passiva para organismos aquáticos em sistemas de áreas úmidas. No entanto, o papel dos animais domésticos neste importante processo ecológico é pouco conhecido. O principal objetivo deste estudo foi analisar o papel do gado bovino (*Bos taurus*) na dispersão de plantas de áreas úmidas via endozoocoria no sul do Brasil. O estudo foi realizado em três campos nativos com áreas úmidas utilizadas para pastejo pelo gado. Um total de 10 amostras fecais foram coletadas em cada área, totalizando 30 amostras no estudo. As amostras coletadas foram levadas ao laboratório, onde sementes e plantas inteiras foram quantificadas, identificadas e monitoradas quanto à sua viabilidade. O aumento do número de plantas, a germinação de sementes e o resultado positivo para o teste de tetrazólio foram usados como indicadores de viabilidade. Um total de 982 propágulos e plantas inteiras de 37 táxons de plantas de áreas úmidas, pertencentes a 14 famílias de angiospermas e duas famílias de pteridófitas, foram observados. Dez táxons eram de plantas aquáticas, sete terrestres e 19 cresciam tanto na água quanto na terra. Um total de 10 famílias apresentou sementes viáveis, e o número de sementes viáveis correspondeu a 26,2% do total de sementes observadas. Nossos resultados mostraram que o gado presta serviços de suporte para áreas úmidas em matrizes campestres, atuando como um vetor de dispersão para a biodiversidade aquática. Nossos resultados demonstraram que o gado corretamente manejado pode fornecer serviços ecossistêmicos importantes para a manutenção da biodiversidade de plantas aquáticas em áreas úmidas no sul do Brasil.

Palavras-chave: Pampa, banhados, mamíferos domésticos, zoocoria.

ABSTRACT

The species diversity of temporary and isolated wetlands is an intriguing topic for ecology, with the dispersal process being responsible for the movement of organisms between habitats in the landscape. Zoochoric passive dispersal occurs when organisms are transported on the external parts of animals (epizoochory) or via the digestive tract (endozoochory). Wild animals such as amphibians, mammals and especially birds have been shown to be good passive dispersal vectors for aquatic organisms in wetland systems. However, the role of domestic animals in this important ecological process is little known. The main goal of this study was to analyze the role of cattle (*Bos taurus*) in the dispersal of wetland plants via endozoochory in southern Brazil. The study was carried out at three native grasslands with wetlands used for grazing by cattle. A total of 10 fecal samples was collected in each site, totaling 30 samples in the study. All collected samples were taken to the laboratory, where seeds and whole plants are being quantified, identified and monitored for their viability. The increase in the number of plants, seed germination and a positive result from a tetrazolium test are being used as indicators of viability. A total of 982 propagules and whole plants from 37 wetland plant taxa, belonging to 14 angiosperm families and two fern families, were observed. Ten taxa were aquatic plants, seven were terrestrial and 19 grew both in water and on land. A total of 10 families presented viable seeds, and the number of viable seeds corresponded to 26.2% of the total number of seeds observed. Our results demonstrated that cattle can provide important ecosystem services for maintaining aquatic plants biodiversity in wetlands through sustainable livestock farming in southern Brazil.

Key-words: Pampa, wetlands, domestic mammals, zoochory.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação, fruto do trabalho desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PPGBAC) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), está organizada em três seguimentos principais: 1) Introdução Geral, contendo definições, principais conceitos, trabalhos na área e caracterização do vetor animal estudado; 2) Capítulo 1, intitulado “Dispersal of aquatic plants by cattle in Neotropical wetlands”, formatado e submetido na revista Biotropica em novembro de 2024; e 3) Considerações finais. A introdução geral e as considerações finais estão formatadas de acordo com as normas da ABNT. O foco principal da dissertação foi a dispersão de plantas através do gado bovino (*Bos taurus*) em áreas úmidas no sul do Rio Grande do Sul.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT.....	ix
APRESENTAÇÃO	x
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	13
INTRODUÇÃO GERAL.....	14
Áreas úmidas	14
Dispersão de organismos aquáticos por diferentes vetores animais	16
O gado bovino	21
REFERÊNCIAS.....	23
CAPÍTULO 1	31
ABSTRACT	32
INTRODUCTION	33
METHODS	35
Study area.....	35
Sampling design.....	36
Viability test: germination and tetrazolium	38
Data analysis	39
RESULTS	39
Plant taxa composition	39
Seed viability.....	40
DISCUSSION	41
ACKNOWLEDGEMENTS	47
AUTHOR CONTRIBUTIONS.....	47
CONFLICT OF INTEREST STATEMENT	47
DATA AVAILABILITY STATEMENT	48
REFERENCES	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS.....	58
ANEXOS.....	1

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figure 1. Study area within the Pampa biome, highlighting the specific sites where *Bos taurus* fecal samples were collected.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Table 1. Plant taxa (seeds, microsporangia, megasporangia and whole plants) from cattle (*Bos taurus*) feces, substrate type, life form (A = amphibious, E = emergent, FF = fixed floating, FL = free floating, SF = fixed submersed, H = herb), subtotal of viable seeds confirmed by germination (G) and tetrazolium test (T), and non-viable seeds and total number of propagules and whole plants recovered in samples.

INTRODUÇÃO GERAL

Áreas úmidas

Em fevereiro de 1971, a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, também conhecida como Convenção de Ramsar, definiu áreas úmidas como áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa. Essa definição extremamente ampla pode ser considerada um impulso inicial na caracterização desses ecossistemas, embora não seja totalmente clara (Shine & Klemm 1999). A diversidade de tipos de áreas úmidas torna desafiador estabelecer uma definição única que englobe todos esses ecossistemas (Maltchik et al. 2018). Dessa forma, alguns pesquisadores sugerem que a definição fundamental de áreas úmidas se baseie em três atributos principais: presença de água, solos hidromórficos e biota adaptada à água (Cowardin et al. 1979). Não possuindo uma definição própria de áreas úmidas, o Brasil assinou a Convenção de Ramsar em 1993 (ratificando-a pelo Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996), mas o processo de inventariar e classificar as áreas úmidas brasileiras tem sido lento, justamente pela falta de parâmetros para as diversas áreas úmidas que compõem nossos ecossistemas (Junk et al. 2014; Cunha et al. 2015). Assim, uma definição para as áreas úmidas, mais ajustada aos ecossistemas brasileiros, foi proposta mais recentemente: “Áreas Úmidas são ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanentemente ou periodicamente inundados por águas rasas ou com solos encharcados, doces, salobras ou salgadas, com comunidades de plantas e animais adaptadas à sua dinâmica hídrica” (Cunha et al. 2015; Junk et al. 2020).

O Brasil possui grandes áreas úmidas, como as da Amazônia e do Pantanal, mas também áreas úmidas de menor tamanho na região sul do Brasil. Embora faltem inventários que detalhem tal característica das áreas úmidas do sul do Brasil, das 3.441 áreas úmidas identificadas por Maltchik et al. (2003) no estado, aproximadamente 40% delas possuem áreas de superfície inferiores a 5 ha. Nos campos de altitude da Mata Atlântica, as áreas úmidas são caracterizadas como menores, mais rasas, mais isoladas, predominantemente temporárias e apresentando mais de um período seco por ano (Pires

et al. 2018; Knauth et al. 2018). Já no Pampa, as áreas úmidas são maiores, mais profundas, não isoladas, com forte redução de água superficial no verão e, quando intermitentes, apresentam apenas uma seca anual (Knauth et al. 2019; Bertuzzi et al. 2019; Bacca et al. 2021). Apesar de suas pequenas superfícies, as áreas úmidas do sul do Brasil têm uma diversidade alta de espécies de vários grupos taxonômicos, fornecendo serviços ecossistêmicos, ou seja, os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, do ecossistema (Costanza et al. 1997), semelhantes aos das grandes áreas úmidas tropicais. De fato, um estudo com mais de 300 áreas úmidas em 51 países indicou que áreas úmidas menores oferecem uma maior variedade de serviços ecossistêmicos do que áreas maiores (Chaikumbung et al. 2016). Nesse sentido, mais do que caracterizar as áreas úmidas, desde a Convenção de Ramsar, os pesquisadores têm proposto um uso inteligente desses ecossistemas (*wise management* ou *wise use*), o que significa preservar sua biodiversidade e primar pela integridade dessas áreas, permitindo ao mesmo tempo que sejam fonte de subsistência para a população (Willoughby et al. 2001).

As áreas úmidas são ecossistemas de alta produtividade e diversidade biológica (Shine & Klemm 1999), sendo que aproximadamente 10% das espécies identificadas do planeta (130 mil espécies) ocorrem nas áreas úmidas continentais (Dijkstra et al. 2014). Essa elevada diversidade de espécies resulta da ampla variedade de tipos de áreas úmidas existentes no mundo, que vão desde as marinhas e costeiras até as continentais, incluindo aquelas criadas pelo homem (Cowardin et al. 1979). Além disso, variações de habitat como profundidade, tipos de plantas aquáticas, tamanho e hidrologia também contribuem para a diversidade de espécies nesses ecossistemas (Guadagnin & Maltchik 2007; Rolon & Maltchik 2006; Stenert & Maltchik 2007). Os serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas (US\$ 14.785 ha⁻¹ ano⁻¹) são maiores que os serviços prestados pelas florestas tropicais (US\$ 232 ha⁻¹ ano⁻¹) e pelas pastagens (US\$ 4.166 ha/ano) (Costanza et al. 2014). Apesar dessa importância, as áreas úmidas perderam mais de 50% da sua área original no mundo devido a atividades antrópicas, como por exemplo, urbanização e agricultura (Shine & Klemm 1999; Millennium Ecosystem Assessment 2005). Embora os serviços ecossistêmicos de provisão, como a produção de alimentos, sejam bem percebidos pela população, serviços regulatórios providos pelas áreas úmidas, como o armazenamento e a purificação da água, a regulação climática, a proteção contra inundações e a manutenção da biodiversidade, frequentemente não são considerados pela população e pelos tomadores de decisões.

As áreas úmidas também podem ser consideradas ecossistemas de transição, ou seja, localizadas na interface entre os ecossistemas terrestres e os ecossistemas aquáticos, podendo ser divididos nos grupos (1) áreas úmidas com nível de água relativamente estável e (2) áreas úmidas com nível de água flutuante; enquanto o primeiro grupo tem sido melhor estudado e entendido como um ecossistema de valor econômico e ecológico, o segundo foi classificado como de baixo valor e, com frequência, transformado em ambientes permanentemente alagados ou permanentemente secos pela ação do homem (Cunha et al. 2015). No Brasil, o cenário não é diferente, visto que as áreas úmidas são comumente entendidas como áreas sem valor econômico e ecológico, sendo degradadas pelas atividades agropecuárias e de crescimento urbano (Junk et al. 2012). No extremo sul do Brasil, o impacto da fragmentação das áreas úmidas devido à expansão agrícola foi estudado para diferentes grupos de organismos aquáticos (Stenert & Maltchik 2007; Stenert et al. 2008; Guadagnin et al. 2009; Rolon et al. 2011). Em termos de conservação de espécies e habitats, conhecer a biodiversidade das áreas úmidas naturais dentro de uma paisagem alterada por atividades humanas é um grande desafio ambiental, e o processo de dispersão é chave para entender a distribuição de espécies em ambientes modificados (Figuerola & Green 2002; Van Leeuwen et al. 2012).

Dispersão de organismos aquáticos por diferentes vetores animais

Dispersão é o deslocamento de organismos entre habitats na paisagem e é fundamental para a colonização de espécies em novos habitats (Brown & Lomolino, 2006). A eficiência da dispersão está relacionada tanto com características intrínsecas do organismo, como a capacidade de locomoção das espécies, quanto com a paisagem, ou seja, a permeabilidade da matriz e a distância entre habitats (Bowler & Benton, 2005). Em áreas úmidas continentais, isoladas por matrizes terrestres, a capacidade de deslocamento das espécies é fundamental no intercâmbio genético entre populações e na colonização de novos habitats (Green et al. 2016). A dispersão pode ser ativa ou passiva. Enquanto a dispersão ativa ocorre quando o próprio organismo se desloca entre habitats, a dispersão passiva ocorre quando um organismo inteiro ou seu propágulo é transportado por um vetor (Green et al. 2016; Viana et al. 2016), que pode ser o vento (anemocoria), a água (hidrocoria) ou animais (zoocoria) (Soomers et al. 2013). Quando

a dispersão é zoocórica, organismos inteiros ou propágulos podem ser transportados nas partes externas de animais (penas, patas, bicos), sendo denominada nesse caso epizoocoria, ou ainda via trato digestório, caracterizando a endozoocoria (Figuerola & Green 2002; Green et al. 2016; Coughlan et al. 2017). A dispersão passiva é um processo importante para entender os padrões de distribuição das espécies com baixa capacidade de locomoção.

Aves aquáticas são organismos com grande capacidade de deslocamento, amplamente distribuídos e abundantes (Green et al. 2016). Nesse sentido, são excelentes vetores de dispersão para diferentes grupos de organismos aquáticos, tais como plantas, invertebrados e peixes (Green et al. 2022, Silva et al. 2021a, Costa et al. 2023, 2024). A extensa distribuição geográfica de muitas espécies de plantas e invertebrados aquáticos tem sido atribuída à dispersão por aves aquáticas desde Charles Darwin (1859) até os dias atuais (Figuerola & Green 2002; Green et al. 2016), inclusive no sul do Brasil (Silva et al. 2018, 2019). Além das aves, espécies de anfíbios têm se mostrado bons vetores de dispersão passiva para organismos aquáticos (Vanschoenwinkel et al. 2008a). Alguns estudos mostraram a importância dos mamíferos silvestres na dispersão de organismos aquáticos (Vanschoenwinkel et al. 2008b, 2011), que tendem a ocupar os ambientes campestres, como matagais arbustivos úmidos e capinzais altos em torno de áreas úmidas, em busca de abrigo e acesso a recursos como água e alimentos (Bencke 2009). No sul do Brasil, capivaras e ratões do banhados dispersam uma grande quantidade de sementes (Hoffmann et al. 2024a) e plantas inteiras (Hoffmann et al. 2024b) em áreas úmidas isoladas do bioma Pampa. Entretanto, poucos estudos analisaram o potencial de espécies domésticas, como os bovinos (Chuong et al. 2016; Azevedo et al. 2023) e equinos (Milotić et al. 2017) na dispersão de organismos aquáticos em áreas úmidas.

A dispersão por epizoocoria vem sendo descrita em diversos estudos, embora existam diversas lacunas do conhecimento para alguns grupos e ecossistemas. Peck (1975) observou a aderência de crustáceos anfípodes (*Hyallela azteca* e *Gammarus lacustris*) na pelagem do castor (*Castor* sp.) e do rato almiscarado (*Ondatra zibethicus*). Waterkeyn et al. (2010) encontraram uma quantidade significativa de invertebrados de água doce (~1.000), entre cladóceros, copépodes, ostracodes, rotíferos e insetos dípteros, aderidos ao tegumento de indivíduos de ratão-do-banhado (*Myocastor coypus*). Vanschoenwinkel et al. (2011) verificaram a dispersão de invertebrados de água doce por grandes mamíferos, encontrando 1.947 propágulos de invertebrados e algumas

plantas germinando em amostras de lama aderida a elefantes africanos. Couvreur et al. (2004) encontraram 6.385 sementes de 75 espécies diferentes aderidos a bois, burros e cavalos. Mouissie et al. (2005) observaram uma capacidade dispersiva longa para sementes em bovinos (840 m) e ovinos (2,9 km). Já Römermann et al. (2005) estudaram o potencial de fixação de semente na pelagem bovina (médio potencial) e ovina (alto potencial). De Pablos & Peco (2007) também analisaram o potencial de fixação de diásporas em bovinos e ovinos, concluindo que sementes menores e com apêndices são mais dispersadas por epizooticoria. Kaligarič et al. (2016) encontraram 141 táxons de plantas vasculares na pelagem de ovinos. Kiss et al. (2021) mostraram que embora a pastagem pelo gado bovino reduza a cobertura e o sucesso de floração de algumas espécies, o pastoreio favorece a dispersão de outras espécies de plantas, principalmente as perenes e com sementes leves.

A dispersão por endozooticoria foi observada em diversos estudos, especialmente com animais silvestres. Hoffmann et al. (2024) compararam os propágulos encontrados nas fezes do maior roedor do mundo, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e do rato-do-banhado (*Myocastor coypus*). Esses autores concluíram que considerando a produção fecal total, a capivara dispersa aproximadamente 1025 propágulos por dia, enquanto o rato-do-banhado dispersa cerca de 691 propágulos por dia, com composição taxonômica significativamente diferente entre as duas espécies de mamíferos silvestres. Silva et al. (2021b) analisaram o conteúdo fecal de cinco diferentes espécies de aves aquáticas comuns em áreas úmidas neotropicais. Foram encontrados mais de 2000 diásporos intactos, de 40 espécies de plantas diferentes. Além disso, foi observado o efeito da sazonalidade na dispersão de sementes (maior abundância de sementes no período frio em comparação com o período quente). De modo pioneiro, até onde se tem conhecimento, Silva et al. (2018) encontraram indivíduos inteiros de angiospermas do gênero *Wolffia* nas fezes de duas espécies de aves aquáticas. Além de ovos de killifish (*Austrolebias* sp.) em fezes do cisne *Coscoroba coscoroba* (Silva et al. 2019). Em outro trabalho, Silva et al. (2021a) confirmaram o potencial endozooticórico de 12 espécies de aves aquáticas para propágulos de invertebrados, além da eclosão de ciliados, nematóides e rotíferos nas fezes cultivadas. Dessa vez a sazonalidade não foi um fator relevante na dispersão desses organismos. Já Barboza et al. (2022) encontraram 496 conchas intactas de gastrópodes, predominantemente o caramujo aquático *Heleobia piscium*, no conteúdo fecal de três espécies diferentes de aves aquáticas neotropicais. Como citado

anteriormente, Vanschoenwinkel et al. (2008b) buscaram invertebrados aquáticos de água doce em javalis. Para testar o potencial de endozoocoria desses animais, pelotas fecais foram coletadas e desse material eclodiram 10 táxons diferentes de rotíferos. Resultados ainda mais significativos foram obtidos para a epizoocoria através da coleta de lama em “árvores de fricção” utilizadas pelos javalis.

A dispersão passiva por espécies domésticas, como os bovinos, equinos e ovinos também vem sendo estudada, embora existam significativas lacunas do conhecimento, como o papel desses animais na dispersão de plantas do bioma Pampa. Um dos poucos estudos sobre o potencial endozoocórico do gado bovino no Pampa gaúcho testou a dispersão de duas espécies de forragens nativas (*P. notanume* e *D. incanum*). Esse estudo concluiu que o gado bovino é um bom agente de dispersão de algumas espécies nativas e, combinado com outras estratégias, pode ser usado em processos naturais de restauração de pastagens (Azevedo et al. 2023). Em um trabalho muito interessante, Chuong et al. (2016) investigaram o potencial zoocórico de bovinos em pastagens na Califórnia (EUA). Para testar a endozoocoria, esses pesquisadores avaliaram as sementes cultivando o esterco por 3 meses em uma estufa. Os pesquisadores descobriram que era mais provável que espécies de plantas invasoras fossem dispersadas por epizoocoria. Além disso, o conteúdo de sementes no esterco foi maior para as plantas leguminosas, provavelmente por uma preferência alimentar dos bovinos, enquanto, para a epizoocoria, foi maior a abundância de gramíneas. Bakker et al. (2008) concluíram que o gado bovino dispersou por endozoocoria mais sementes em marismas do que em dunas costeiras, provavelmente porque as plantas de marismas têm maior qualidade forrageira. Já Ansley et al. (2017) analisaram a dispersão de leguminosas invasoras (*Prosopis glandulosa*) no semiárido por gado bovino, mamíferos silvestres e insetos. Esses autores concluíram que o gado bovino, assim como os porcos selvagens e os veados, tem potencial dispersor para as leguminosas invasoras, reforçando a necessidade de manejo adequado dos herbívoros na contenção de plantas invasoras. Jaganathan et al. (2016) estudaram a quebra de dormência física através da endozoocoria por herbívoros e concluíram que o gado bovino atua positivamente na quebra de dormência física de sementes. Vernier et al. (2012) também estudaram a quebra de dormência física, dessa vez para três espécies de sementes duras de Acácia (*A. aroma*, *A. atramentaria* e *A. caven*) em florestas e matagais semiáridos da Argentina. Os autores concluíram que a passagem das sementes duras pelo trato gastrointestinal dos bovinos foi positiva para a germinação das sementes de *A. aroma* e

indiferente para *A. atramentaria* e *A. caven*, não afetando positivamente o potencial germinativo dessas sementes, mas também não as prejudicando. Malo et al. (2000) analisaram a dispersão endozoocórica por gado bovino, coelho, gamo e veado em pastagens no Mediterrâneo e, entre os vetores analisados, o gado bovino foi a espécie com maior capacidade dispersiva (68%) dentro do estudo. Xu et al. (2022) pesquisaram a passagem e germinação da semente de *Malus sieversii* no noroeste da China. Comparado com equinos e ovinos, o gado bovino se mostrou um melhor vetor de dispersão (passagem das sementes: gado bovino - 54,05%, cavalo - 4,83%, ovelha - 0,45% e germinação: gado bovino - 61%, cavalo - 69% e ovelha - 18%).

Alguns estudos verificaram a viabilidade das sementes (Constible et al. 2005; Silva et al. 2018) e dos organismos aquáticos amostrados (Waterkeyn et al. 2010; Vanschoenwinkel et al. 2011), pois assim o vetor animal estudado, em vez de um potencial dispersor, pode ser considerado um vetor de dispersão daquela espécie encontrada em seu conteúdo estomacal, fezes, pelos ou penas (Heleno et al. 2011). Waterkeyn et al. (2010) relataram que invertebrados de água doce podem sobreviver pelo menos 30 minutos na pelagem úmida do rato-do-banhado (*Myocastor coypus*). Além disso, asseguradas as condições ideais, os ovos amostrados podem eclodir (Silva et al. 2019), as sementes podem germinar (Constible et al. 2005) e até reproduzirem-se assexuadamente (Silva et al. 2018), atestando a viabilidade desses organismos. Outro aspecto relevante da dispersão é se ela é influenciada pela sazonalidade das estações do ano e se sim, o quanto, como demonstrado por Silva et al. (2021a). Afinal, a taxa fotossintética correlaciona-se positivamente com a temperatura, fazendo do verão uma estação propícia para o crescimento de plantas e microrganismos, direta ou indiretamente (Huang et al. 2013), podendo afetar a riqueza, a abundância e a composição das espécies potencialmente dispersadas.

Como demonstrado, devido a sua conhecida importância ecológica, esforços têm sido feitos para esclarecer os processos zoocóricos, ainda assim lacunas do conhecimento seguem existindo e o papel dos animais domésticos nesse importante processo ecológico é pouco conhecido, em especial, em áreas úmidas localizadas em matrizes campestres do bioma Pampa, no sul do Brasil.

O gado bovino

O gado doméstico consiste em um conjunto de animais domesticados pelo homem para fins econômicos, podendo ser representado pelos rebanhos bovino, suíno, ovino, caprino, equino e bufalino. Esses animais de produção podem ser classificados por sua fisiologia digestiva em ruminantes e não ruminantes, sendo os bovinos, caprinos, ovinos e bubalinos os representantes entre os ruminantes (Castro & Vasconcelos 2019). Os animais ruminantes possuem quatro cavidades estomacais: rúmen, retículo, omaso e abomaso. Com exceção do abomaso, que é considerado um “estômago verdadeiro”, já que secreta enzimas digestivas, as outras cavidades são câmaras fermentativas, com microbiota específica capaz de digerir fibras, função fundamental para animais que tem como habitat natural o pasto e as gramíneas como fonte principal de alimento (Castro & Vasconcelos 2019). Quando à pasto, o gado tende a evitar ambientes quentes e secos, procurando áreas úmidas para obter água e alimento na forma de gramíneas mais suculentas e abundantes do que nas partes mais altas e secas do terreno (Belsky et al. 1999).

Os bovinos (*Bos taurus*) são utilizados na produção de leite e carne, mas após o abate desses animais outros produtos podem ser obtidos como o couro, a farinha de ossos e a farinha de sangue, por exemplo (Castro & Vasconcelos 2019). Com exceção da Antártida, todos os continentes possuem números significativos de bovinos, não de forma homogênea, pois países como os Estados Unidos, Brasil, China, Índia e a Etiópia possuem as maiores densidades de gado bovino no mundo (Robinson et al. 2014; FAO 2022). Em 2020, foram produzidos aproximadamente 350 milhões de toneladas de carne no mundo, sendo que 50 milhões de toneladas foram de carne bovina. Entre os principais países produtores, o Brasil ficou como segundo colocado, atrás somente dos Estados Unidos (FAO 2022). No último trimestre de 2022 o Rio Grande do Sul produziu cerca de 500.000 cabeças de gado, sendo o 7º maior estado produtor de carne bovina no Brasil. Já em relação ao rebanho criado para a produção leiteira, o Rio Grande do Sul assume a 3ª posição, tendo produzido 846.546 litros de leite no mesmo período (IBGE 2022). Esses números tão expressivos da produção bovina nos levam a concluir que o gado bovino está presente em nossas paisagens, seja a nível mundial, nacional ou regional. Além disso, a produção pecuária, uma das principais atividades econômicas no sul do Brasil, tem como base forrageira as pastagens naturais (Carvalho et al. 2009) e, diferentemente dos suínos e dos frangos que são majoritariamente criados

em confinamento, 95% dos bovinos no Brasil são criados à campo (EMBRAPA 2012), o que faz desses animais bons modelos para estudos sobre dispersão ecológica de organismos aquáticos, já que utilizam os campos naturais do Bioma Pampa, intimamente associados com áreas úmidas.

Ademais, alguns estudos relacionados às distâncias percorridas por diferentes espécies de mamíferos demonstraram que enquanto ratos e lebres percorrem alguns metros (Sorensen 1986; Kiviniemi & Telenius 1998), ovelhas, veados e bovinos percorrem centenas de metros a quilômetros (Shmida & Ellner 1983; Fischer et al. 1996; Kiviniemi 1996; Kiviniemi & Eriksson 1999), indicando que o gado bovino possui um elevado potencial de dispersar organismos. No contexto do Pampa, a pecuária de campo nativo, principalmente de pequeno e médio porte pode constituir um sistema de produção com características de perenidade e equidade, próprias da sustentabilidade (Borba & Trindade 2009), demanda que conjuntamente com o bem-estar animal tem sido a nova tendência do mercado, inclusive com consumidores dispostos a pagar mais por isso (Castro & Vasconcelos 2019). Além disso, o pastejo é considerado importante na fisionomia vegetal dos campos nativos, pois o pastejo do gado bovino diminui o crescimento de gramíneas entouceiradas e aumenta a diversidade de espécies rasteiras (Overbeck et al. 2015), ou seja, o manejo correto do gado traz benefícios para a manutenção da biodiversidade do Pampa. Nesse sentido, o objetivo geral dessa dissertação é analisar o potencial de dispersão de plantas aquáticas (sementes e diásporos) pelo gado bovino (*Bos taurus*) através de endozoocoria em áreas úmidas do bioma Pampa no extremo Sul do Brasil. Os objetivos específicos são: (i) avaliar a riqueza, a abundância e a composição de sementes e diásporos potencialmente dispersados pelo gado bovino; (ii) analisar a viabilidade de sementes potencialmente dispersadas pelo gado bovino.

A expectativa dessa pesquisa é que o gado bovino preste serviços ecossistêmicos de suporte para as áreas úmidas em matrizes de campo do bioma Pampa, agindo como vetor de dispersão da biodiversidade aquática. Esses resultados reforçarão a necessidade de manejo adequado para que o gado bovino seja a força propulsora na restauração da biodiversidade aquática das áreas úmidas do sul do Brasil, unindo interesses econômicos e de conservação.

REFERÊNCIAS

- ANSLEY, R. J., PINCHAK, W. E., & OWENS, M. K. Mesquite pod removal by cattle, feral hogs, and native herbivores. *Rangeland Ecology & Management*, 70(4), 469-476, 2017.
- AZEVEDO, E. B. DE, PAGEL, R., MAGGIO, L. P., CHIAPINOTTO, D. M., CONTERATO, I. F., SCHNEIDER, A. A., ... & de DAVID, D. B. Germination, overcoming seed dormancy and endozoochory dispersal by cattle of native species from natural grassland. *Austral Ecology*, 49(1), e13303, 2024.
- BACCA, R. C., PIRES, M. M., MOREIRA, L. F. B., STENERT, C., & MALTCHIK, L. The role of environmental and spatial factors in the assembly of aquatic insect communities in southern Brazilian temporary ponds. *Austral Ecology*, 46(2), 228-238, 2021.
- BAKKER, E. S., RITCHIE, M. E., OLFF, H., MILCHUNAS, D. G., & KNOPS, J. M. Herbivore impact on grassland plant diversity depends on habitat productivity and herbivore size. *Ecology letters*, 9(7), 780-788, 2006.
- BARBOZA, L. C.; SILVA, G. G.; GREEN, A. J.; MALTCHIK, L.; STENERT, C. Potential dispersal of aquatic snails by waterbird endozoochory in neotropical wetlands. *Biota Neotropica*, v. 22, e: 20211239, 2022.
- BELSKY, A. J.; MATZKE, A.; USELMAN, S. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 54, p. 419-431, 1999.
- BENCKE, G. A. Campos sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, p. 112, 2009.
- BERTUZZI, T., MARQUES PIRES, M., & MALTCHIK, L. Drivers of the beta diversity of aquatic plant communities along a latitudinal gradient in southern Brazilian coastal ponds. *Journal of Vegetation Science*, 30(2), 281-290, 2019.
- BORBA, M.; TRINDADE, J. P. P. Campos sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, p. 401, 2009.
- BOWLER, D. E.; BENTON, T. G. Causes and consequences of animal dispersal strategies: relating individual behaviour to spatial dynamics. *Biological Reviews*, v. 80, p. 205-225, 2005.
- BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. Biogeography. FUNPEC, p. 691, 2006.

CARVALHO, P. C. de F.; SANTOS, D. T.; GONÇALVES, E. N.; PINTO, C. E.; NEVES, F. P.; TRINDADE, J. K.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; NABINGER, C.; JACQUES, A. V. Á. Campos sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, p. 214, 2009.

CASTRO, F. S.; VASCONCELOS, P. R. Zootecnia e produção de ruminantes e não ruminantes. Porto Alegre: SAGAH, 2019.

CHAIKUMBUNG, M., DOUCOULIAGOS, H., & SCARBOROUGH, H. The economic value of wetlands in developing countries: A meta-regression analysis. *Ecological Economics*, 124, 164-174, 2016.

CHUONG, J.; HUXLEY, J.; SPOTSWOOD, E. N.; NICHOLS, L.; MARIOTTE, P.; SUDING, K. N. Cattle as Dispersal Vectors of Invasive and Introduced Plants in a California Annual Grassland. *Rangeland Ecology & Management*, v. 69, p. 52-58, 2016.

COSTA, G., PIEDADE, M. T. F., FERREIRA, E. J., & MALTCHIK, L. The effectiveness of ichthyochoric dispersal in forested wetlands of the Amazon depends on the species of fish and its size. *Forest Ecology and Management*, 549, 121481, 2023.

COSTA, G., WEISS, B., PIEDADE, M. T. F., FERREIRA, E. J., & MALTCHIK, L. Structure and vulnerability of the ichthyochory network in wetland forests of Central Amazonia. *Ecology of Freshwater Fish*, 33(3), e12780, 2024.

COSTANZA, R.; GROOT, R. DE; SUTTON, P. VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S.J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, v. 26, p. 152-158, 2014.

COSTANZA, R.; PERRINGS, C.; CLEVELAND, C. J. (Ed.). The development of ecological economics. Cheltenham: Edward Elgar, 1997.

CONSTIBLE, J. M.; SWEITZER, R. A.; VAN VUREN, D. H.; SCHUYLER, P. T.; KNAPP, D. A. Dispersal of non-native plants by introduced bison in an island ecosystem. *Biological Invasions*, v. 7, p. 699-709, 2005.

COUGHLAN, N. E.; KELLY, T. C.; DAVENPORT, J.; JANSEN, M. A. K. Up, up and away: bird-mediated ectozoochorous dispersal between aquatic environments. *Freshwater Biology*, v. 62, p. 631– 648, 2017.

COUVREUR, M.; CHRISTIAEN, B.; VERHEYE, K.; HERMY, M. Large herbivores as mobile links between isolated nature reserves through adhesive seed dispersal. *Applied Vegetation Science*, v. 7, p. 229-236, 2004.

- COWARDIN, L. M. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. US Department of the Interior Fish and Wildlife Service Office of Biological Services, 1979.
- CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats. EdUFMT, 2015.
- DARWIN, C. On the origin of species by means of natural selection. London, UK: John Murray, 1859.
- DIJKSTRA, K. D. B.; MONAGHAN, M. T.; PAULS, S. U. Freshwater Biodiversity and Aquatic Insect Diversification. *Annual Review of Entomology*, v. 59, p. 143–63, 2014.
- EMBRAPA. 2012. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina/producao-de-carne-bovina/pastagem>>. Acesso em: 12 maio 2023.
- FAO. 2022. World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome. Disponível em: <<https://doi.org/10.4060/cc2211en>>. Acesso em: 12 maio 2023.
- FIGUEROLA, J.; GREEN, A. J. Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology*, v. 47, p. 483-494, 2002.
- FISCHER, S. F.; POSCHLOD, P.; BEINLICH, B. Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, v. 33, p. 1206-1222, 1996.
- GREEN, A. J., BALTZINGER, C., & LOVAS-KISS, Á. Plant dispersal syndromes are unreliable, especially for predicting zoochory and long-distance dispersal. *Oikos*, 2022.
- GREEN, A. J.; SOONS, M.; BROCHET, A. L.; KLEYHEEG, E. Dispersal of plants by waterbirds. In: SEKERCIOGLU, C.H.; WENNY, D.G.; WELAN, C.J. (eds.). *Why birds matter: Avian ecological function and ecosystem services*. University of Chicago Press, 2016.
- GUADAGNIN, D. L., & MALTCHIK, L. Habitat and landscape factors associated with neotropical waterbird occurrence and richness in wetland fragments. *Vertebrate conservation and biodiversity*, 405-418, 2007.
- GUADAGNIN, D. L.; MALTCHIK, L.; FONSECA, C. R. Species-area relationship of Neotropical waterbird assemblages in remnant wetlands: looking at the mechanisms. *Diversity and Distributions*, v. 15, p. 319-327, 2009.

- HOFFMANN, P., ADOLFO, A., GREEN, A. J., STENERT, C., SILVA, G. G., WEBER, V. & MALTCHIK, L. Big rodents disperse small seeds and spores in Neotropical wetlands. *Journal of Ecology*. 112(8):1743–1757, 2024a.
- HOFFMANN, P., ADOLFO, A., STENERT, C., SILVA, G. G., & MALTCHIK, L. Capybara ride: evidence of whole aquatic plant dispersal. *Biota Neotropica*, 24(3), e20241629, 2024b.
- HUANG, J.; CAI, W.; ZHONG, Q.; WANG, S. Influence of temperature on micro-environment, plant eco-physiology and nitrogen removal effect in subsurface flow constructed wetland. *Ecological Engineering*, v. 60, p. 242-248, 2013.
- IBGE. 2022. Sidra – Banco de Tabelas Estatísticas. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/abate/brasil>>. Acesso em: 12 maio 2023.
- IBGE. 2022. Sidra – Banco de Tabelas Estatísticas. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/leite/brasil>>. Acesso em: 12 maio 2023.
- JAGANATHAN, G. K., YULE, K., & LIU, B. On the evolutionary and ecological value of breaking physical dormancy by endozoochory. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 22, 11-22, 2016.
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). *Wetlands Ecology and Management*, v. 20, p. 461–475, 2012.
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDU, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, U.; AGOSTINHO, A. A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 24, p. 5–22, 2014.
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F. Várzeas Amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável. Manaus: Editora INPA, p. 38, 2020.
- KALIGARIČ, M.; BRECL, J.; ŠKORNIK, S. High potential of sub-Mediterranean dry grasslands for sheep epizoochory. *Open Life Sciences*, v. 11, n. 1, p. 177-184, 2016.
- KISS, R., DEÁK, B., TÓTHMÉRÉSZ, B., MIGÉCZ, T., TÓTH, K., TÖRÖK, P., et al. Zoochory on and off: A field experiment for trait-based analysis of establishment success of grassland species. *Journal of Vegetation Science*, v. 32, e: 13051, 2021.

- KIVINIEMI, K. A study of adhesive dispersal of three species under natural conditions. *Acta Botanica Neerlandica*, v. 45, p. 73-83, 1996.
- KIVINIEMI, K.; ERIKSSON, O. Dispersal, recruitment and site occupancy of grassland plants in fragmented habitats. *Oikos*, v. 86, p. 241-253, 1999.
- KIVINIEMI, K.; TELENIIUS, A. Experiments on adhesive dispersal by wood mouse: seed shadows and dispersal distances of 13 plant species from cultivated areas in southern Sweden. *Ecography*, v. 21, p. 108-116, 1998.
- KNAUTH, D. S., PIRES, M. M., STENERT, C., & MALTCHIK, L. Disentangling the role of niche-based and spatial processes on anuran beta diversity in temporary ponds along a forest–grassland transition. *Aquatic Sciences*, 81, 1-13, 2019.
- KNAUTH, D. S., MOREIRA, L. F. B., & MALTCHIK, L. Partitioning tadpole beta diversity in highland ponds with different hydroperiods. *Freshwater Science*, 37(2), 380-388, 2018.
- MALO, J. E., JIMÉNEZ, B., & SUAREZ, F. Herbivore dunging and endozoochorous seed deposition in a Mediterranean dehesa. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 53(3), 322-328, 2000.
- MALTCHIK, L. Three new wetlands inventories in Brazil. *Interciencia*, 28(7), 421-423, 2003.
- MALTCHIK, L., CALEFFI, V., STENERT, C., BATZER, D. P., PIEDADE, M. T. F., & JUNK, W. J. Legislation for wetland conservation in Brazil: Are existing terms and definitions sufficient?. *Environmental Conservation*, 45(3), 301-305, 2018.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: wetlands and water. Washington: World Resources Institute, p. 80, 2005.
- MILOTIĆ, T.; SUYOTO, H. N.; PROVOOST, S.; HOFFMANN, M. Herbivore-induced expansion of *Helianthemum nummularium* in grassland–scrub mosaic vegetation: circumstantial evidence for zoochory and indirect grazing impact. *Plant Ecology*, v. 218, p. 867–884, 2017.
- MOUISSIE, A. M.; LENGKEEK, W.; VAN DIGGELEN, R. Estimating adhesive seed-dispersal distances: field experiments and correlated random walks. *Functional Ecology*, v. 19, p. 478–486, 2005.
- OVERBECK, G. E.; BOLDRINI, I. I.; CARMO, M. R. B.; GARCIA, É. N.; MORO, R. S.; PINTO, C. E.; TREVISAN, R.; ZANNIN, A. Os Campos do Sul. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos, UFRGS, p. 37, 2015.

- PABLOS, I. DE; PECO, B. Diaspore morphology and the potential for attachment to animal coats in Mediterranean species: an experiment with sheep and cattle coats. *Seed Science Research*, v. 17, p. 109-114, 2007.
- PECK S. B. Amphipod dispersal in the fur of aquatic mammals. *Canadian Field Naturalist*, v. 89, p. 181-182, 1975.
- PIRES, M. M., STENERT, C., & MALTCHIK, L. Drivers of beta diversity of Odonata along a forest–grassland transition in southern Brazilian coastal ponds. *Freshwater Science*, 37(2), 357-366, 2018.
- ROBINSON, T. P., WINT, G. W., CONCHEDDA, G., VAN BOECKEL, T. P., ERCOLI, V., PALAMARA, E., ... & Gilbert, M. Mapping the global distribution of livestock. *PloS one*, 9(5), e96084, 2014.
- ROLON, A. S., ROCHA, O., & MALTCHIK, L. Diversity of aquatic macrophytes in Lagoa do Peixe National Park. *Neotropical Biology and Conservation*, 1, 5–12, 2011.
- ROLON, A. S., & MALTCHIK, L. Environmental factors as predictors of aquatic macrophyte richness and composition in wetlands of southern Brazil. *Hydrobiologia*, 556, 221-231, 2006.
- RÖRMERMANN, C.; TACKENBERG, O.; POSCHLOD, P. How to predict attachment potential of seeds to sheep and cattle coat from simple morphological seed traits. *Oikos*, v. 110, p. 219-230, 2005.
- SHINE, C.; KLEMM, C. Wetlands, water and the law: Using law to advance wetland conservation and wise use. Gland: IUCN, p. 348, 1999.
- SHMIDA, A.; ELLNER, S. Seed dispersal on pastoral grazers in open Mediterranean chaparral. *Israel Journal of Botany*, v. 32, p. 147-159, 1983.
- SILVA, G. G.; WEBER, V., GREEN, A. J., HOFFMANN, P., SILVA, V. S.; VOLCAN, M., LANÉS, L. E. K.; STENERT, C.; REICHARD, M.; MALTCHIK, L. Killifish eggs can disperse via gut passage through waterfowl. *Ecology*, v. 100, n. 11, 2019.
- SILVA, G. G., GREEN, A. J., STENERT, C., & MALTCHIK, L. Invertebrate dispersal by waterbird species in neotropical wetlands. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e250280, 2021a.
- SILVA, G. G.; GREEN, A. J.; HOFFMAN, P.; WEBER, V.; STENERT, C.; LOVAS-KISS, Á.; MALTCHIK, L. Seed dispersal by neotropical waterfowl depends on bird species and seasonality. *Freshwater Biology*, v. 66, p. 78–88, 2021b.

SILVA, G. G., GREEN, A. J., WEBER, V., HOFFMANN, P., LOVAS-KISS, Á., STENERT, C., & MALTCHIK, L. Whole angiosperms *Wolffia columbiana* disperse by gut passage through wildfowl in South America. *Biology letters*, 14(12), 20180703, 2018.

SOOMERS, H.; KARSSSENBERG, D.; SOONS, M. B.; VERWEIJ, P. A.; VERHOEVEN, J. T. A.; WASSEN, M. J. Wind and Water Dispersal of Wetland Plants Across Fragmented Landscapes. *Ecosystems*, v. 16, p. 434-451, 2013.

SORENSEN, A. E. Seed dispersal by adhesion. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 17, p. 443-463, 1986.

STENERT, C.; BACCA, R. C.; MOSTARDEIRO, C. C.; MALTCHIK, L. Environmental predictors of macroinvertebrates communities in coastal wetlands of Southern Brazil. *Marine and Freshwater Research*, v. 59, n. 6, p. 540-548, 2008.

STENERT, C.; MALTCHIK, L. Influence of area, altitude and hydroperiod on macroinvertebrate communities in southern Brazil wetlands. *Marine and Freshwater Research*, v. 58, n. 11, p. 993-1001, 2007.

VAN LEEUWEN, C. H. A.; VAN DER VELDE, G.; VAN GROENENDAEL, M.; KLAASSEN, M. Gut travellers: internal dispersal of aquatic organisms by waterfowl. *Journal of Biogeography*, v. 39, p. 2031-2040, 2012.

VANSCHOENWINKEL, B., GIELEN, S., VANDEWAERDE, H., SEAMAN, M., & BRENDONCK, L. Relative importance of different dispersal vectors for small aquatic invertebrates in a rock pool metacommunity. *Ecography*, 31(5), 567-577, 2008a.

VANSCHOENWINKEL, B.; WATERKEYN, A.; NHIWATIWA, T.; PINCEEL, T.; SPOOREN, E.; GEERTS, A.; CLEGG, B.; BRENDONCK, L. Passive external transport of freshwater invertebrates by elephant and other mud-wallowing mammals in an African savannah habitat. *Freshwater Biology*, v. 56, p. 1606-1619, 2011.

VANSCHOENWINKEL, B.; WATERKEYN, A.; VANDECAETSBECK, T.; PINEAU, O.; GRILLAS, P.; BRENDONCK, L. Dispersal of freshwater invertebrates by large terrestrial mammals: a case study with wild boar (*Sus scrofa*) in Mediterranean wetlands. *Freshwater Biology*, v. 53, p. 2264-2273, 2008b.

VENIER, P., GARCÍA, C. C., CABIDO, M., & FUNES, G. Survival and germination of three hard-seeded *Acacia* species after simulated cattle ingestion: The importance of the seed coat structure. *South African Journal of Botany*, 79, 19-24, 2012.

VIANA, D. S.; FIGUEROLA, J.; SCHWENK, K.; MANCA, M.; MJELDE, H. M.; PRESTON, C. D.; GORNALL, R. J.; CROFT, J. M.; GREEN, A. J.; SANTAMARÍA,

L. Assembly mechanisms determining high species turnover in aquatic communities over regional and continental scales. *Ecography*, v. 39, p. 281-288, 2016.

WATERKEYN, A.; PINEAU, O.; GRILLAS, P.; BRENDONCK, L. Invertebrate dispersal by aquatic mammals: a case study with nutria *Myocastor coypus* (Rodentia, Mammalia) in Southern France. *Hydrobiologia*, v. 654, n. 1, p. 267–271, 2010.

WILLOUGHBY, N.; GRIMBLE, R.; ELLENBROEK, W.; DANSO, E.; AMATEKPOR, J. The wise use of wetlands: identifying development options for Ghana's coastal Ramsar sites. *Hydrobiologia*, v. 458, p. 221–234, 2001.

XU, J., ZHANG, Z., BAI, S., LY, Y., SHI, X., & TAN, D. Recovery and germination of *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. (Rosaceae) seeds after ingestion by cattle, horses, and sheep. *Sustainability*, 14(21), 13930, 2022.

CAPÍTULO 1

Manuscrito submetido para a revista Biotropica.

Cattle disperse seeds and aquatic plants in Neotropical wetlands

Milena Rosa Pereira¹, Pedro Henrique de Oliveira Hoffmann¹, Andressa Adolfo¹,
Daniel Antunes Mendonça¹, Sônia Marisa Hefler¹, Andy J. Green², Leonardo Maltchik¹,
Cristina Stenert¹

¹Institute of Biological Sciences, Graduate Program in Biology of Continental Aquatic
Environments (PPG-BAC), Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande,
Brazil

²Department of Conservation Biology and Global Change, Estación Biológica de
Doñana, EBD-CSIC, Sevilla, Spain

Correspondence

Leonardo Maltchik, Institute of Biological Sciences, Graduate Program in Biology of
Continental Aquatic Environments (PPG-BAC), Universidade Federal do Rio Grande -
FURG, Itália Avenue, Km 8, Rio Grande, RS, Brazil.

Email: maltchikleo@gmail.com

ABSTRACT

Dispersal is the movement of organisms between habitats and is essential for colonization of new areas by plants and animals and for genetic exchange between populations. Dispersal by waterbirds and wild mammals has proven to be important for maintaining biodiversity among wetlands. Cattle are known to be important seed dispersers in terrestrial habitats, however the ecological role of cattle in plant dispersal among wetlands remains underestimated. The main goal of this paper was to analyse the potential for the dispersal of aquatic plants (seeds, diaspores and whole plants) by cattle (*Bos taurus*) through endozoochory in Neotropical wetlands. A total of 10 fresh faecal samples per site, totaling 30 samples, were collected in three farms of the Pampa region, southern Brazil, between September and November of 2023. A total of 982 propagules and whole plants from 37 wetland plant taxa, belonging to 14 angiosperm families and two fern families, were observed. Ten taxa were aquatic plants, seven were terrestrial and 19 grew both in water and on land. A total of 10 families presented viable seeds, and the number of viable seeds corresponded to 26.2% of the total number of seeds observed. Our results showed that cattle will provide support services for wetlands in grassland matrices, acting as a dispersal vector for aquatic biodiversity. These results will enhance the knowledge of cattle as a driving force for the region's economy to a key process in the dispersal of aquatic biodiversity among wetlands, bridging economic and conservation interests.

Keywords: biological dispersal, ecosystem service, endozoochory, livestock production, viability, wetland plants

INTRODUCTION

Dispersal is the process of movement of organisms between habitats in the landscape, being essential for colonization of new areas by populations of plants and animals (Brown & Lomolino, 2006) and for genetic exchange between populations (Green et al., 2016). The efficiency of dispersal is related to the locomotion capacity of species, matrix permeability, and the distance between habitats (Bowler & Benton, 2005). In wetlands isolated by terrestrial matrices, the locomotion capacity of species is crucial for the colonization of new habitats (Green et al., 2023). In plants, passive dispersal is an important process for understanding distribution patterns of species with low locomotion capacity, and it occurs when an entire plant or its propagule is transported by a vector (Green et al., 2016; Viana et al., 2016), which can be, for example, wind, water, or animals (Soomers et al., 2013). Whole plants or their propagules can be transported on the external parts of animals (epizoochory) or via the digestive tract (endozoochory) (Coughlan et al., 2017; Green et al., 2016; Silva et al., 2018; Hoffmann et al., 2025).

Dispersal of plants and other organisms by waterbirds has proven to be important for maintaining biodiversity among wetlands (Figuerola & Green, 2002; Green et al., 2023), including in Pampa region (Silva et al., 2018, 2019, 2021). In addition to dispersal by waterbirds, some studies have highlighted the importance of wild mammals (capibaras, coypus and otters) in the dispersal of many seeds and entire plants among isolated neotropical wetlands (Hoffmann et al., 2024; Hoffmann et al., 2025). Cattle and other domestic ungulates are known to be important seed dispersers in terrestrial habitats both by endozoochory and epizoochory (Albert et al., 2015). They have been well studied in European grasslands, where maintenance of traditional cattle

grazing and regular livestock movements can promote plant species and genetic diversity, as well as seed bank diversity (Kapás et al., 2020; Plue et al., 2019). Azevedo et al. (2023) showed that viable seeds of two forage native species were recovered from cattle feces, with potential applications in natural pasture restoration processes in southern Brazil. Chuong et al. (2016) highlighted that cattle may be an important dispersal vector for both invasive and non-invasive plants by endozoochory. Other studies showed that seeds of many plant species can survive the digestive tract of cattle or other large herbivores, including with the benefit of dormancy-breaking provided by endozoochory (Bakker et al. 2008, Venier et al. 2012, Jaganathan et al. 2016). However, to date few studies have examined the potential role of domestic livestock, such as cattle (Chuong et al., 2016) and horses (Milotić et al., 2017), in the dispersal of seeds and entire plants among wetlands.

The estimated global biomass of domesticated cattle is 420 million tons, approximately 7 times greater than that of all wild mammals on the planet (Greenspoon et al., 2023). In 2020, approximately 50 million tons of beef were produced worldwide, with Brazil ranking second, behind only the United States (FAO, 2022). Livestock production in southern Brazil is significant (500,000 head of cattle) and the grasslands are the grazing areas in the Pampa region (Carvalho et al., 2009). Cattle grazing is important for maintaining native grasslands, as it reduces the growth of tussock grasses and increases the diversity of low-growing species (Overbeck et al., 2015). In addition, cattle use wetlands to obtain water and feed (aquatic plants) (Belsky et al., 1999), making these animals potential dispersers of plants among isolated wetlands of this region.

The main goal of this paper is to analyse the potential for the dispersal of aquatic plants (seeds, diaspores and whole plants) by cattle (*Bos taurus*) through endozoochory

in wetlands of the Pampa region. Our hypotheses were: (i) since cattle use the wetlands of the Pampa region as resting and/or feeding areas (Bencke, 2009; Pillar & Lange, 2015), cattle act as dispersal vectors for aquatic plants (seeds and diaspores) through endozoochory; and (ii) since viable seeds of terrestrial plants were recovered from cattle feces, we will find viable seeds and other propagules of aquatic plants in the feces of cattle. Our expectation is that cattle will provide support services for wetlands in grassland matrices of the Pampa region, acting as a dispersal vector for aquatic biodiversity. These results will enhance the knowledge of cattle as a driving force for the region's economy to a key process in the dispersal of aquatic biodiversity among wetlands of the Pampa, bridging economic and conservation interests.

METHODS

Study area

The study was conducted in three farms (rural properties) of the Pampa region, located in the municipality of Rio Grande, southern Brazil, at least 30 km apart from each other (Figure 1). They consist of various permanent and intermittent small ponds (between 0.4 e 1 ha), scattered within native grassland matrices. The ponds were shallow (maximum depth 50 cm), isolated and composed mainly of submerged (*Myriophyllum aquaticum*, *Utricularia foliosa*) and floating (*Nymphoides indica*, *Azolla filiculoides*, *Salvinia minima*) aquatic plants. The livestock used on the farms is considered low intensity, where the animals are raised on natural pastures at a low density (less than 1 individual per hectare - low stocking rate). The average annual temperature is 18°C, and

the relative humidity is around 80%. The climate is subtropical (Cfa; Köppen 1936), with annual precipitation ranging from 1,000 to 1,500 mm (Rio Grande do Sul, 2019).

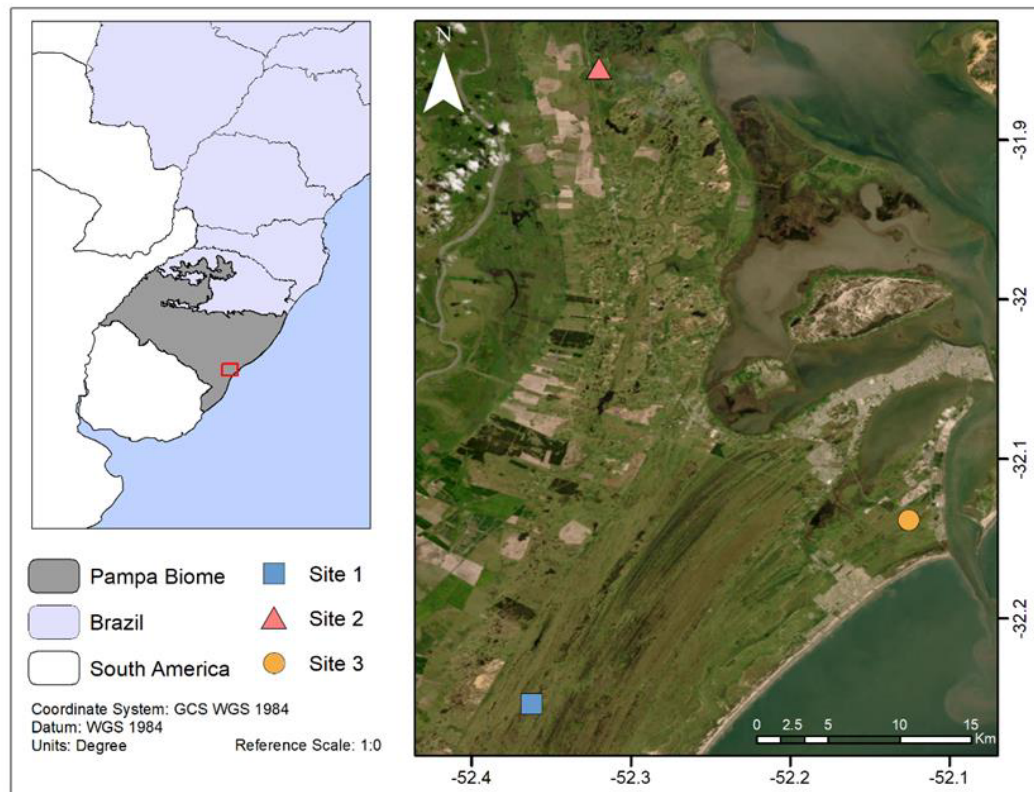


Figure 1. Study area within the Pampa biome, highlighting the specific sites where *Bos taurus* fecal samples were collected.

Sampling design

A total of 10 fresh faecal samples per site, totalling 30 samples, were collected between 15 September and 15 November 2023. The samples were collected near ponds and were only collected the central region of the fecal mass to avoid contact with soil and water. The faecal samples were located through active searching and were at least 20 meters apart from each other. The samples were stored separately in dark plastic bags,

taken to the laboratory, and kept in the refrigerator. All the fieldwork was conducted in compliance with current Brazilian legislation and authorized by the license from the Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio/SISBIO licence no: 88630-2.

In the laboratory, the samples were stored in a refrigerator ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) and processed within three weeks after collection. A 20 g subsample from each faecal sample (from approximately 500 g of total mass of wet weight) was washed over a set of three metal sieves with decreasing mesh sizes (2.00 mm, 500 μm , and 38 μm) under running water. The retained material was then examined using a Bogorov chamber and a stereomicroscope. Intact plant propagules (without cracks) were stored in microtubes with distilled water and kept refrigerated until germination tests. Although this method works well for most propagules, some of them germinated even in refrigeration. Propagules were photographed and identified to the species level whenever possible using specialized literature (Catian et al., 2021) and the assistance of botanists from the herbarium at the Federal University of Rio Grande (HURG). Some propagules were only identified at higher taxonomic levels such as family or genus, especially those that did not germinate or that did not have information for identification at species level. In this sense, the use of the term “taxa” throughout the text refers to propagules identified at species, genus and family levels.

We classified the growth substrate, and the life form of the plant taxa based on the Flora e Funga do Brazil (2024), Rolon et al. (2011) and Hoffmann et al. (2024).. The substrate was classified as "aquatic" (plants that require a water column to survive and reproduce, even when rooted in the soil), "terrestrial" (plants that can survive without the presence of surface water), or "aquatic and terrestrial" (plants that can survive in both substrates, or genus that include species that are both aquatic and terrestrial).

Viability test: germination and tetrazolium

The propagules stored in distilled water were quantified and separated for germination tests. Each propagule was individually placed in a 2.0 ml microtube with mineral water under controlled photoperiod (12 hours of light, 12 hours of darkness) and temperature ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) for 30 consecutive days. Germination was checked twice a week throughout the study period. The propagules of pteridophytes (microsporangia, megasporangia, and spores) found in the samples were not quantified regarding their viability. However, we made an estimate of viable microsporangia of *Salvinia* based on the number of propagules floated on the water's surface (Gałka & Szmeja, 2013).

The germinated seeds were transferred to a microplate with autoclaved substrate from the study area (30 minutes, 1 atm) for their development. The seedlings were individually cultivated under the same photoperiod and temperature conditions of propagules germination. The seedlings were watered twice a week for 8 weeks with mineral water to keep the substrate moist. Once the roots were established, the seedlings were transplanted to plastic pots and grown until their identification.

The viability of the seeds that did not germinate within 8 weeks was then tested using tetrazolium (salt 2, 3, 5 triphenyl tetrazolium chloride). The tetrazolium test is widely used to assess the viability of commercial seeds (França-Neto & Krzyzanowski, 2018). The seeds were cut open with the aid of a scalpel and placed in a 1% tetrazolium solution in the dark for 24 hours. They were then classified as viable (showing a reddish color) or non-viable (showing white or other colors) (França-Neto & Krzyzanowski, 2018).

Data analysis

Pearson's Chi-squared independence tests were performed in the R environment using the *chisq.test* function from the 'stats' package (R Core Team, 2024) to assess the association between seed viability and angiosperm families, substrates, and life forms.

RESULTS

Plant taxa composition

A total of 982 propagules and whole plants from 37 wetland plant taxa, belonging to 14 angiosperm families and two fern families, were recovered from faecal samples of cattle (Table 1). We identified 16 taxa at the species level, 17 others at genus and another four at the family level. Among angiosperm families, 367 seeds were found and the most abundant were Poaceae, Juncaceae and Cyperaceae, representing 82.5% of the total seeds. Most angiosperm taxa (18) were rare, since a maximum of 3 seeds of each were found in the samples (<1%).

We also found 601 fern propagules, of which the microsporangia belong to *Salvinia* (88.3%) and develop into male gametophytes, while the megasporangia belong to *Azolla* (11.5%) and *Marsilea* (0.2%), which can develop into female gametophytes. Approximately 80% of the microsporangia of *Salvinia* showed signs of viability. Additionally, 14 whole plants of *Lemna* were found (only one individual showed vegetative reproduction). Four exotic species (*Stellaria media*, *Juncus capitatus*, *Lolium multiflorum* and *Taraxacum* cf. *officinale*) and the genus *Eragrostis*, that includes exotic species such as the invasive grass *Eragrostis plana*, were recovered from faecal samples

of cattle. Among the taxa recorded in the samples, only one, *Solanum americanum*, has fleshy fruits. Eleven taxa were aquatic plants, seven taxa were terrestrial, and 19 taxa can survive in both aquatic and terrestrial environments. In relation to life form, four taxa were free floating, three was fixed floating, nine amphibious, seven emergent plants, seven herbs and five taxa had multiple growth forms (Table 1).

Seed viability

A total of 10 families presented viable seeds, and the number of viable seeds, confirmed by germination ($n = 73$) and tetrazolium test ($n = 23$), corresponded to 26.2% of the total number of seeds observed (96 from 367 seeds) (Table 1). The frequency of viable and non-viable seeds changed between the observed families ($X^2 = 58.319$, $df = 13$, $P < 0.001$). The frequency of viable seeds was higher in the Juncaceae, Solanaceae and Caryophyllaceae than Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae and Araliaceae. Amaranthaceae and Araceae had only one seed, which proved to be viable. Rubiaceae had two seeds, one viable and one non-viable. Polygonaceae, Menyanthaceae, Hydrocharitaceae and Onagraceae did not present any seeds with signs of viability.

The seed viability changed among the life forms ($X^2 = 44.437$, $df = 4$, $P < 0.001$). Although emergent plants showed a higher proportion of viable seeds than the other life forms, the proportion of non-viable seeds was higher than viable seeds for floating, amphibious, herbs and plants with multiple life forms. However, the proportion of viable and non-viable seeds was the same among aquatic, terrestrial and plants that can survive in both substrates ($X^2 = 1.485$, $df = 2$, $P = 0.475$).

DISCUSSION

Here, we present pioneering evidence of the role of cattle in the dispersal of wetland plants. Despite Brazil being one of the world's leading countries in beef production (FAO, 2022), the ecological role of cattle in plant dispersal among wetlands remains underestimated. Our results demonstrate that cattle can disperse a diverse range of angiosperms and pteridophytes occurring in wetlands of Pampa grasslands. Most propagules found belong to plants that do not produce fleshy fruits. The dispersal of plants with non-fleshy fruits by wild and domestic herbivores is well recognized in many studies (Cosyns et al., 2005; Eycott et al., 2007; Azevedo et al., 2023; Hoffmann et al., 2024).

Most of the propagules recorded here were from aquatic heterosporous pteridophytes, indicating that, in addition to angiosperms, cattle potentially play an important role in the dispersal of aquatic fern spores. The most abundant pteridophyte propagules were *Salvinia* microsporangia (with signs of viability), male structures produced and released into the water column in much greater quantities than female megasporangia (Gałka & Szmeja, 2013). Cattle can ingest spores when drinking water or consuming plants containing them. Although we did not observe spore development, they likely remain viable after gut passage, as has been observed in waterbirds (Lovas-Kiss et al., 2018) and wild mammals (Hoffmann et al., 2024). Once released into the water column, aquatic fern spores like those of *Salvinia* are typically dispersed by water and wind (Gałka & Szmeja, 2013). However, abiotic dispersal often fails to transport propagules to favourable sites for fertilization and establishment (Bullock et al., 2017; Vanschoenwinkel et al., 2008). Spores dispersed by cattle in wetlands have the potential to be deposited directly into the water, where they can mix with other spores and

fertilize female ones, or to be deposited with dung in the seed bank, from where they can be released back into the water column during water level fluctuations.

Large herbivores, including both seed-dispersing megafauna and domestic bovids, can travel long distances, carrying numerous seeds in their digestive systems, which facilitates the long-distance dispersal of plants (Awasthi et al., 2024; Giombini et al., 2024; McConkey et al., 2022; Pellerin et al., 2016; Sekar et al., 2015). Endozoochory can enhance plant establishment when propagules are deposited alongside dung, which provides nutrients and organic matter (Minervini-Silva & Overbeck, 2021; Vignolio & Fernández, 2010). An adult bovine excretes, on average, 16 times per day, producing 1.5 to 2.7 kg of feces per event, totalling approximately 40 kg of dung daily (Mathews et al., 1996). In our study, we found 982 propagules from 37 different plant taxa in just 600 grams of excrement, with 11 taxa being strictly aquatic plants and 19 taxa that can survive in both aquatic and terrestrial environments. Extrapolating these findings suggests that one adult bovine may disperse around 65,000 propagules per day, a figure with considerable implications given that the Pampa grasslands support approximately 5 million cattle across about 100,000 farms (Oliveira, 2021).

Despite this high dispersal potential, the movement of cattle is limited compared to aquatic birds, capybaras, and nutria due to restrictions imposed by farm fencing, which varies in size (Hoffmann et al., 2024; Oliveira, 2021; Silva et al., 2021). However, cattle frequently move between water bodies across terrestrial landscapes, depositing dung directly into aquatic ecosystems. In this way, they can connect different wetland plant populations and contribute to dispersal processes, supporting ecosystem services in wetlands. Furthermore, cattle herds with access to areas of high plant diversity can enhance plant populations in wetlands with low species richness and

increase nutrient concentrations in these wetlands (Agostini & Bilenca, 2024). This nutrient boost enhances primary productivity, supporting the development of aquatic invertebrates (Steinman et al., 2003), which, in turn, benefit fish and other vertebrates.

The high abundance of Poaceae propagules in our study is consistent with previous findings in the grasslands of the Pampa region (Minervini-Silva & Overbeck, 2021). Juncaceae, the second most abundant family here, was the third most common in cattle restricted to grassland environments (Minervini-Silva & Overbeck, 2021), likely due to the greater availability of aquatic plants from the Juncaceae family in wetlands (Flora e Funga do Brasil, 2023). Other wetland mammals, such as capybaras *Hydrochoerus hydrochaeris*, disperse many Juncaceae plants, while for coypus *Myocastor coypus*, Cyperaceae ranks as the third most commonly dispersed family (Hoffmann et al., 2024). This suggests a potential complementarity in the dispersal process. Additionally, rodents, cattle, and pampas deer *Ozotoceros bezoarticus* all show a preference for palatable plants from the Poaceae family, which may lead to resource overlap (Desbiez et al., 2011). However, proper management of native pastures can benefit both cattle and local wildlife (Desbiez et al., 2011).

We found four exotic plant species dispersed by cattle in the Pampa region: *Stellaria media*, *Juncus capitatus*, *Lolium multiflorum* and *Taraxacum* cf. *officinale*. In addition, we found the genus *Eragrostis*, that includes exotic species such as the invasive grass *Eragrostis plana*. The dispersal of exotic species by cattle could be seen as an ecosystem disservice, but it could be minimized with appropriate livestock management. In areas where exotic species are dispersed, cattle could be confined to their foraging areas, but this management would not prevent their dispersion, since there are other vectors that could carry out this function, such as birds, capybaras, and water.

Defaunation is one of the major challenges of the Anthropocene, as the loss of fauna disrupts key interactions, such as seed dispersal, which are essential for ecosystem maintenance (Dirzo et al., 2014). While cattle cannot fully replace native dispersal vectors, they do have the potential to complement dispersal processes by dispersing various angiosperm and pteridophyte species, thereby aiding in the conservation of wetlands. This is similar to their role in grassland ecosystems, where, by feeding on tree seedlings, cattle help maintain herbaceous vegetation and prevent woody plant encroachment (Andrade et al., 2024), while also dispersing seeds (Bueno et al., 2021; Minervini-Silva & Overbeck, 2021). Although they do not substitute the extinct megafauna that roamed the region around 10,000 years ago (Rosa et al., 2024), or the current endangered or ecologically extinct megaherbivores such as elephants and rhinos (Awasthi et al. 2024; Sekar et al., 2015), domesticated animals like cattle can play an important ecological role, especially in anthropogenic landscapes (Bueno et al., 2021).

Here, we showed that cattle disperse aquatic and terrestrial plants in Neotropical wetlands, providing important ecosystem services to the region. This result highlights the importance of cattle both for the economy and for exchanging species among wetland habitats. Cattle should be considered an important factor for the dispersal of aquatic biodiversity in the wetlands of the Pampa region due to the large herds in the region. Despite the small sample size and short duration, our findings provide important insights related to the role of cattle in wetland seed dispersal in the Pampa region. Future investigations should consider long-term (seasonal variation) and large-scale (other wetland types) to better understand the ecological importance of cattle in seed and whole aquatic plant dispersion in the Pampa region.

Table 1. Plant taxa (seeds, microsporangia, megasporangia and whole plants) from cattle (*Bos taurus*) feces, substrate type, life form (A = amphibious, E = emergent, FF = fixed floating, FL = free floating, SF = fixed submersed, H = herb), subtotal of viable seeds confirmed by germination (G) and tetrazolium test (T), and non-viable seeds and total number of propagules and whole plants recovered in samples.

Plant family	Taxa	Substrate	Life form	Viable seeds (G)	Viable seeds (T)	Total of viable seeds	Non-viable seeds	Total
Salvinaceae	<i>Salvinia</i> spp. ¹	Aquatic	FL	-----	-----	-----	-----	531
	<i>Azolla</i> Lam. ²	Aquatic	FL	-----	-----	-----	-----	69
Marsileaceae	<i>Marsilea</i> L. ²	Aquatic	FF	-----	-----	-----	-----	1
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i> cf. <i>philoxeroides</i>	Aquatic/Terrestrial	A/E	1	0	1	0	1
Araceae	<i>Lemna</i> sp. ³	Aquatic	FL	-----	-----	-----	-----	14
	<i>Lemna</i> cf. <i>valdiviana</i>	Aquatic	FL	1	0	1	0	1
Araliaceae	<i>Hydrocotyle</i> cf. <i>bonariensis</i>	Aquatic/Terrestrial	A	0	0	0	7	7
	<i>Hydrocotyle</i> cf. <i>ranunculoides</i>	Aquatic	FF	1	0	1	2	3
Asteraceae	<i>Soliva</i> Ruiz	Terrestrial	H	0	2	2	5	7
	<i>Taraxacum</i> sp.	Terrestrial	H	0	0	0	6	6
Cariophyllaceae	<i>Stellaria media</i>	Aquatic/Terrestrial	H	2	0	2	3	5
Cyperaceae	Cyperaceae spp.	Aquatic/Terrestrial	A/E	1	4	5	26	31
	<i>Cyperus</i> sp.	Aquatic/Terrestrial	A	3	0	3	7	10
	<i>Cyperus odoratus</i>	Aquatic/Terrestrial	A	0	0	0	1	1
	<i>Eleocharis</i> sp.	Aquatic	E	2	0	2	4	6
	<i>Carex</i> sp.	Terrestrial	H	1	0	1	1	2
	<i>Scleria distans</i>	Aquatic/Terrestrial	A	0	0	0	2	2
	<i>Cyperus sesquiflorus</i>	Aquatic/Terrestrial	A	0	0	0	2	2
	<i>Bulbostylis</i> sp.	Aquatic/Terrestrial	E	0	0	0	2	2
	<i>Rhynchospora</i> sp.	Aquatic/Terrestrial	A	0	0	0	1	1
Juncaceae	<i>Juncus</i> L.	Aquatic/Terrestrial	E	44	1	45	35	80
	<i>Juncus</i> cf. <i>capitatus</i>	Aquatic/Terrestrial	E	1	0	1	19	20
	<i>Juncus</i> cf. <i>bufonius</i>	Aquatic/Terrestrial	E	6	0	6	0	6

Poaceae	Poaceae spp.	Aquatic/Terrestrial	A/H	4	11	15	106	121
	<i>Eragrostis</i> Wolf	Aquatic/Terrestrial	A	0	1	1	13	14
	<i>Paspalum</i> L.	Aquatic/Terrestrial	A	0	0	0	1	1
	<i>Lolium multiflorum</i>	Terrestrial	H	1	0	1	2	3
	<i>Ischaemum minus</i>	Terrestrial	H	0	1	1	0	1
Menyanthaceae	<i>Nymphoides humboldtiana</i>	Aquatic	FF	0	0	0	4	4
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> spp.	Aquatic/Terrestrial	A/E/H	0	0	0	7	7
	<i>Polygonum punctatum</i>	Aquatic	E	0	0	0	1	1
Solanaceae	Solanaceae spp.	Terrestrial	H	3	3	6	8	14
	<i>Solanum americanum</i>	Terrestrial	H	1	0	1	3	4
Rubiaceae	<i>Oldenlandia</i> sp.	Aquatic/Terrestrial	A	0	0	0	1	1
	<i>Diodia saponariifolia</i>	Aquatic	A	1	0	1	0	1
Hydrocharitaceae	Hydrocharitaceae	Aquatic	FL/FF/SF	0	0	0	1	1
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> L.	Aquatic/Terrestrial	E	0	0	0	1	1
Total				73	23	96	271	982

¹Microsporangia

²Megasporangia

³Whole plant

ACKNOWLEDGEMENTS

LM and CS hold Research Productivity Grants from CNPq [grant numbers 307455/2021-1 and 308266/2021-8]. CAPES granted a Master scholarship to M. R. P. and a PhD scholarship to P. H. O. H. and A. A. CNPq granted a undergraduate scholarship to D. A. M.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

M. R. P.: Data curation, formal analysis, investigation, methodology, writing – original draft, writing – review and editing. P. H. O. H.: Formal analysis, methodology, writing – original draft, writing – review and editing. A. A.: Formal analysis, methodology, writing – original draft, writing – review and editing. D. A. M.: Data curation, methodology. S. M. H.: Data curation, methodology, writing – review and editing. A. J. G.: Writing – original draft, writing – review and editing. L. M.: Conceptualization, data curation, funding acquisition, investigation, methodology, project administration, resources, supervision, visualization, writing – original draft, writing – review and editing. C. S.: Conceptualization, data curation, methodology, project administration, resources, supervision, writing – original draft, writing – review and editing.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The authors declare no conflict of interest.

DATA AVAILABILITY STATEMENT

The data that support the findings of this study are openly available in Dryad Digital Repository at [http://doi.org/\[doi\]](http://doi.org/[doi]), reference number [reference number].

ORCID

Pedro Henrique de Oliveira Hoffmann <https://orcid.org/0000-0002-6705-1916>

Andressa Adolfo <https://orcid.org/0000-0001-5443-0055>

Sônia Marisa Hefler <https://orcid.org/0000-0001-7985-3177>

Andy J. Green <https://orcid.org/0000-0002-1268-4951>

Leonardo Maltchik <https://orcid.org/0000-0002-5321-7524>

Cristina Stenert <https://orcid.org/0000-0002-9095-2018>

REFERENCES

- Agostini, M. G., & Bilenca, D. (2024). Grazing for biodiversity: Assessing the effects of cattle management practices on wetlands and amphibian communities in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 361, 108801. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108801>.
- Albert, A., Auffret, A. G., Cosyns, E., Cousins, S. A. O., D'hondt, B., Eichberg, C., Eycott, A. E., Heinken, T., Hoffmann, M., Jaroszewicz, B., Malo, J. E., Mårell, A., Mouissie, M., Pakeman, R. J., Picard, M., Plue, J., Poschlod, P., Provoost, S., Schulze, K. A., Baltzinger, C. (2015). Seed dispersal by ungulates as an ecological filter: a trait-based meta-analysis *Oikos*, 124, 1109–1120. <https://doi.org/10.1111/oik.02512>.
- Andrade, B. O., Menezes, L., Boldrini, I. I., Pillar, V. D., & Overbeck, G. E. (2024). Grassland plant community composition and dynamics: disturbance as determinants of grassland diversity. In G. E. Overbeck, V. P. Pillar, S. C. Müller & G. A. Bencke (Eds.), *South Brazilian grasslands ecology and conservation of the Campos Sulinos* (pp. 177-204). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42580-6_8.
- Batzer, D. P., & Sharitz, R. R. (2014). *Ecology of freshwater and estuarine wetlands*. Berkeley: University of California Press.
- Belsky, A. J., Matzke, A., & Uselman, S. (1999). Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation January*, 54, 419–431.
- Bencke, G. A. (2009). Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In V. P. Pillar, S. C. Müller, Z. M. S. Castilhos & A. V. A. Jacques (Eds.), *Campos sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp. 101-121). Brasília: MMA.

- Bowler, D., & Benton, T. G. (2005). Causes and consequences of animal dispersal strategies: relating individual behaviour to spatial dynamics. *Biological Reviews*, 80, 205–225. <https://doi.org/10.1017/s1464793104006645>.
- Brown, J. H., & Lomolino, M. V. (2006). *Biogeografia*. Ribeirão Preto: Funpec.
- Bueno, R. S., García, D., Galetti, M., & La Mantia, T. (2021). Trophic and spatial complementarity on seed dispersal services by birds, wild mammals, and cattle in a Mediterranean woodland pasture. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01880. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01880>.
- Bullock, J. M., Gonzalez, L. M., Tamme, R., Gotzenberger, L., White, S. M., Partel, M., & Hooftman, D. A. P. (2017). A synthesis of empirical plant dispersal kernels. *Journal of Ecology*, 1, 6–19. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12666>.
- Carvalho, P. C. F., Santos, D. T., Gonçalves, E. N., Pinto, C. E., Neves, F. P., Trindade, J. K., Bremm, C., Mezzalana, J. C., Nabinger, C., & Jacques, A. V. A. (2009). Lotação animal em pastagens naturais: políticas, pesquisas, preservação e produtividade. In V. P. Pillar, S. C. Müller, Z. M. S. Castilhos & A. V. A. Jacques (Eds.), *Campos sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade* (pp. 214-228). Brasília: MMA.
- Catian, G., Lima, G. T., Fabiano, V. S., Gonçalves, V. M., & Scremin-Dias, E. (2021). A guide to identification of diaspores of the main macrophytes in the Pantanal. *Phytotaxa*, 3, 205–232. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.487.3.3>.
- Chuong, J., Huxley, J., Spotswood, E. N., Nichols, L., Mariotte, P., & Suding, K. N. (2016). Cattle as dispersal vectors of invasive and introduced plants in a California annual grassland. *Rangeland Ecology & Management*, 69, 52–58. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.009>.

- Coughlan, N. E., Kelly, T. C., Davenport, J., & Jansen, M. A. K. (2017). Up, up and away: bird-mediated ectozoochorous dispersal between aquatic environments. *Freshwater Biology*, 62, 631–648. <https://doi.org/10.1111/fwb.12894>.
- Desbiez, A. L. J., Santos, S. A., Alvarez, J. M., & Tomas, W. M. (2011). Forage use in domestic cattle (*Bos indicus*), capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) and pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in a seasonal Neotropical wetland, *Mammalian Biology*, 76, 351–357. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2010.10.008>.
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345, 401–406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>.
- Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 3, 345–366. [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(1997\)067\[0345:SAAIST\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(1997)067[0345:SAAIST]2.0.CO;2).
- FAO. (2022). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022*. Retrieved from <<https://doi.org/10.4060/cc2211en>>. Accessed October 10, 2024
- Figuerola, J., & Green, A. J. (2002). Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology*, 47, 483–494. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00829.x>.
- Flora e Funga do Brasil. (2024). *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Retrieved from <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Accessed August 9, 2024
- França-Neto, J. B., & Krzyzanowski, F. C. (2018). *Metodologia do teste de tretrazólio*. Londrina: Embrapa Soja.
- Gałka, A., & Szmeja, J. (2013). Phenology of the aquatic fern *Salvinia natans* (L.) All. In the Vistula Delta in the context of climate warming. *Limnologica*, 43, 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2012.07.001>.

- Giombini, M. I., Pésole, D., Benítez, A. D., Costa, S. A., Foletto, L. F., Pizzio, C. E., Yordanoff, A. L. D., Gatti, M. G., & Di Bitetti, M. S. (2024). The irreplaceable role of surviving megafauna in long-distance seed dispersal: evidence from an experiment with Neotropical mammals. *Oikos*, 2024, e10488. <https://doi.org/10.1111/oik.10488>.
- González-Varo, J. P., Rumeu, B., Bracho-Estévez, C. A., Acevedo-Limón, L., Baltzinger, C., Lovas-Kiss, A., & Green, A. J. (2024). Overlooked seed-dispersal modes and underestimated distances. *Global Ecology and Biogeography*, 33, e13835. <https://doi.org/10.1111/geb.13835>.
- Green, A. J., Soons, M., Brochet, A. L., & Kleyheeg, E. (2016). Dispersal of plants by waterbirds. In C. H. Sekercioglu, D. G. Wenny, & C. J. Welan (Eds.), *Why birds matter: Avian ecological function and ecosystem services* (pp. 147-195). Chicago: University of Chicago Press.
- Green, A. J., Baltzinger, C., & Lovas-Kiss, A. (2022). Plant dispersal syndromes are unreliable, especially for predicting zoochory and long-distance dispersal. *Oikos*, 2022, e08327. <https://doi.org/10.1111/oik.08327>.
- Green, A., Lovas-Kiss, A. L., Reynolds, C., Sebastián-González, E., Silva, G. G., van Leeuwen, C. H. A. V., & Wilkinson, D. M. (2023). Dispersal of aquatic and terrestrial organisms by waterbirds: A review of current knowledge and future priorities. *Freshwater Biology*, 68, 173–190. <https://doi.org/10.1111/fwb.14038>.
- Greenspoon, L., Krieger, E., Sender, R., Rosenberg, Y., Bar-On, Y. M., Moran, U., Antman, T., Meiri, S., Roll, U., Noor, E., & Milo, R. (2023). The global biomass of wild mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120, e2204892120. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.2204892120>.
- Guadagnin, D. L., Maltchik, L., & Fonseca, C. R. (2009). Species-area relationship of Neotropical waterbird assemblages in remnant wetlands: looking at the mechanisms.

- Diversity and Distributions*, 15, 319–327. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00533.x>
- Hoffmann, P. H. O., Adolfo, A., Green, A. J., Stenert, C., Silva, G. G., Weber, V., & Maltchik, L. (2024). Big rodents disperse small seeds and spores in Neotropical wetlands. *Journal of Ecology*, 112, 1743–1757. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.14349>.
- Howe, F. H., & Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201–228.
- Julve, P. (1998). *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France*. Retrieved from <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm>. Accessed August 12, 2024
- Kapás, R. E., Plue, J., Kimberley, A., & Cousins, S. A. O. (2020). Grazing livestock increases both vegetation and seed bank diversity in remnant and restored grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 31, 1053–1065. <https://doi.org/10.1111/jvs.12956>.
- Lovas-Kiss, A., Vizi, B., Vincze, O., Molnár V., A., & Green, A. J. (2018). Endozoochory of aquatic ferns and angiosperms by mallards in Central Europe. *Journal of Ecology*, 106, 1714–1723. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12913>.
- Maltchik, L., Stenert, C., & Batzer, D. P. (2017). Can rice field management practices contribute to the conservation of species from natural wetlands? Lessons from Brazil. *Basic and Applied Ecology*, 18, 50–56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2016.10.002>
- Mathews, B. W., Sollenberger, L. E., & Triteschler II, J. P. (1996). Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: soil considerations. In R. E. Joost & C. A. Roberts (Eds.), *Nutrient cycling in forage systems* (pp. 213–229). Columbia: University of Missouri.
- Milotić, T., Suyoto, H. N., Provoost, S., & Hoffmann, M. (2017). Herbivore-induced expansion of *Helianthemum nummularium* in grassland–scrub mosaic vegetation:

- circumstantial evidence for zoochory and indirect grazing impact. *Plant Ecology*, 218, 867–884. <https://doi.org/10.1007/s11258-017-0736-8>.
- Minervini-Silva, G. H., & Overbeck, G. E. (2021). Seasonal patterns of endozoochory by cattle in subtropical grassland in southern Brazil. *Austral Ecology*, 46, 1266–1276. <https://doi.org/10.1111/aec.13054>.
- Mirski, P. (2022). Space use by semi-free-ranging cows on wetlands and its implication as a conservation management tool. *Restoration Ecology*, 30, e13533. <https://doi.org/10.1111/rec.13533>.
- Moreira, L. F. B., Moura, R. G., & Maltchik, L. (2016). Stop and ask for directions: factors affecting anuran detection and occupancy in Pampa farmland ponds. *Ecological Research*, 31, 65–74. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1316-9>.
- Moreno-Ramón, H., Ulzurrún, J., Lidón, A., Sanjuán, N. (2024). Assessing the environmental impacts of rice in an anthropized Mediterranean wetland: Towards carbon farming. *Sustainable Production and Consumption*, 45, 476–487. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.01.019>.
- Oliveira, J. C. P. (2021). *Revisão sobre o ambiente e a produção agropecuária no bioma Pampa do Brasil*. Bagé: Embrapa Pecuária Sul.
- Overbeck, G. E., Boldrini, I. I., Carmo, M. R. B., Garcia, E. N., Moro, R. S., Pinto, C. E., Trevisan, R., & Zannin, A. (2015). Fisionomia dos campos. In V. P. Pillar & O. Lange (Eds.), *Os Campos do Sul* (pp. 31-42). Porto Alegre: Rede Campos Sulinos, UFRGS.
- Pellerin, M., Picard, M., Saïd, S., Baubet, E., & Baltzinger, C. (2016). Complementary endozoochorous long-distance seed dispersal by three native herbivorous ungulates in Europe. *Basic and Applied Ecology*, 17, 321–332. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.01.005>.

- Pillar, V. P., & Lange, O. (2015). *Os Campos do Sul*. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos, UFRGS. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3873.3922>.
- Plue, J., Aavik, T., & Cousins, S. A. O. (2019). Grazing networks promote plant functional connectivity among isolated grassland communities. *Diversity and Distributions*, 25, 102–115. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ddi.12842>.
- R Core Team (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>.
- Rio Grande do Sul. (2019). *Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul* (4th ed.). Porto Alegre: Secretaria do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- Rolon, A. S., Rocha, O., & Maltchik, L. (2011). Diversity of aquatic macrophytes in the Lagoa do Peixe National Park. *Neotropical Biology & Conservation*, 1, 5–12. <https://doi.org/10.4013/992>.
- Rosa, Á. A. S., Kerber, L., Pinheiro, F. L., & Manfroí, J. (2024). A look into the past: fossils from the Campos Sulinos region. In G. E. Overbeck, V. P. Pillar, S. C. Müller & G. A. Bencke (Eds.), *South Brazilian grasslands ecology and conservation of the Campos Sulinos* (pp. 529-552). Berlin: Springer.
- Sánchez-García, R., Green, A. J., Tomasson, L., Hortas, F., Ortiz, M. A. (2024). Invasive buttonweed *Cotula coronopifolia* (Asteraceae) is halotolerant and has high potential for dispersal by endozoochory. *Plants*, 13, 2219. <https://doi.org/10.3390/plants13162219>.
- Schaich, H., Szabó, I., & Kaphegyi, T. A. M. (2010). Grazing with Galloway cattle for floodplain restoration in the Syr Valley, Luxembourg. *Journal for Nature Conservation*, 18, 268–277. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jnc.2009.12.001>.
- Silva, G. G., Green, A. J., Weber, V., Hoffmann, P., Lovas-Kiss, A., Stenert, C., & Maltchik, L. (2018). Whole angiosperms *Wolffia columbiana* disperse by gut passage through

- wildfowl in South America. *Biology Letters*, 14, 20180703. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0703>.
- Silva, G. G., Weber, V., Green, A. J., Hoffmann, P., Silva, V. S., Volcan, M., Lanes, L. E. K., Stenert, C., Reichard, M., & Maltchik, L. (2019). Killifish eggs can disperse via gut passage through waterfowl. *Ecology*, 100, e02774. <https://doi.org/10.1002/ecy.2774>.
- Silva, G. G., Green, A. J., Hoffman, P., Weber, V., Stenert, C., Lovas-Kiss, A., & Maltchik, L. (2021). Seed dispersal by neotropical waterfowl depends on bird species and seasonality. *Freshwater Biology*, 1, 78–88. <https://doi.org/10.1111/fwb.13615>.
- Soomers, H., Karssenberg, D., Soons, M. B., Verweij, P. A., Verhoeven, J. T. A., & Wassen, M. J. (2013). Wind and water dispersal of wetland plants across fragmented landscapes. *Ecosystems*, 16, 434–451. <https://doi.org/10.1007/s10021-012-9619-y>.
- Steinman, A. D., Conklin, J., Bohlen, P. J., & Uzarski, D. G. (2003). Influence of cattle grazing and pasture land use on macroinvertebrate communities in freshwater wetlands. *Wetlands*, 23, 877–889. [https://doi.org/10.1672/0277-5212\(2003\)023\[0877:IOCGAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2003)023[0877:IOCGAP]2.0.CO;2)
- Thomas, P. A., Overbeck, G. E., Dutra-Silva, R., Porto, A. B., Rolim, R. G., Minervini-Silva, G. H., Cezimbra, L. D., & Müller, S. C. (2024). Ecological restoration and subtropical grasslands. In G. E. Overbeck, V. P. Pillar, S. C. Müller & G. A. Bencke (Eds.), *South Brazilian grasslands ecology and conservation of the campos sulinos* (pp. 529-552). Berlin: Springer.
- Vanschoenwinkel, B., Waterkeyn, A., Vandecaetsbeek, T., Pineau, O., Grillas, P., & Brendonck, L. (2008). Dispersal of freshwater invertebrates by large terrestrial mammals: a case study with wild boar (*Sus scrofa*) in Mediterranean wetlands. *Freshwater Biology*, 53, 2264–2273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02071.x>.

- Vanschoenwinkel, B., Waterkeyn, A., Nhiwatiwa, T., Pinceel, T., Spooren, E., Geerts, A., Clegg, B., & Brendonck, L. (2011). Passive external transport of freshwater invertebrates by elephant and other mud-wallowing mammals in an African savannah habitat. *Freshwater Biology*, 56, 1606–1619. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2011.02600.x>.
- Viana, D. S., Santamaria, L., & Figuerola, J. (2016). Migratory birds as global dispersal vectors. *Trends in Ecology & Evolution*, 31, 763–775. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.07.005>.
- Vignolio, O. R., & Fernández, O. N. (2010). Cattle dung as vector of spreading seeds of exotic species in the Flooding Pampa grasslands (Buenos Aires, Argentina). *Annales Botanici Fennici*, 47, 14–22. <https://doi.org/10.5735/085.047.0102>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A presente dissertação trouxe dados importantes sobre o papel do gado bovino (*Bos taurus*) como dispersor de plantas associadas às áreas úmidas no sul do Brasil. Por meio deste estudo, descobrimos que o gado pode dispersar uma ampla diversidade de táxons de plantas, contribuindo para a colonização e manutenção desses ecossistemas temporários e isolados. Além disso, nossos resultados preenchem uma lacuna de conhecimento acerca do processo de dispersão por endozoocoria via animais domésticos em áreas úmidas do bioma Pampa.

No capítulo 1, descrevemos o papel do gado bovino na dispersão de sementes de plantas aquáticas. Observamos que indivíduos de *Bos taurus* dispersaram propágulos vegetais de 35 táxons pertencentes a 14 famílias de angiospermas e duas de samambaias. As famílias Poaceae, Juncaceae e Cyperaceae foram as mais abundantes, destacando-se como componentes estruturais importantes das áreas úmidas estudadas. Esse é um estudo pioneiro a relatar o papel do gado na dispersão de samambaias aquáticas no bioma Pampa, ampliando o entendimento sobre as interações ecológicas em ambientes de pastejo.

Além disso, analisamos a viabilidade das sementes dispersadas pelo gado bovino. Nossos dados indicaram que 26,2% das sementes observadas apresentaram viabilidade, com destaque para as famílias Juncaceae, Solanaceae e Caryophyllaceae. Esses resultados sugerem que o gado pode atuar não apenas na movimentação de diásporos, mas também no estabelecimento de novas plântulas, contribuindo para a conectividade entre habitats e para a resiliência das áreas úmidas.

Este trabalho reforça que o manejo adequado do gado pode desempenhar um papel fundamental na conservação da diversidade de plantas aquáticas, seja dispersando espécies desejadas ou reduzindo a dispersão de espécies invasoras e indesejadas. Por isso, práticas de pastejo sustentável devem ser incentivadas pelo poder público como estratégia de manejo ecológico na manutenção e recuperação da biodiversidade das áreas úmidas.

Recomenda-se que, para futuras investigações, considere-se a expansão do esforço amostral, levando em conta as variações sazonais e diferentes práticas de manejo do gado. A exploração de outras áreas úmidas em biomas variados poderá fornecer dados relevantes sobre a contribuição do gado em uma escala mais ampla. Além disso, estudos comparativos com outros herbívoros domésticos e selvagens são necessários para esclarecer as interações ecológicas na dispersão de plantas aquáticas. Por fim, se faz necessário estudos que busquem esclarecer o uso prático do potencial dispersivo do gado bovino na restauração de ecossistemas degradados.

ANEXOS



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG
PROPEP - COMISSÃO DE ÉTICA EM USO ANIMAL



PARECER Nº 89, DE 03 DE AGOSTO DE 2023

Certificamos que o projeto intitulado "Epizooticose em áreas úmidas do extremo Sul do Brasil: o gado bovino como vetor de dispersão de organismos aquáticos", protocolo nº 23116.012536/2023-71, sob a responsabilidade de Cristina Stenert Maltchik Garcia - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi APROVADO pela COMISSÃO DE ÉTICA EM USO ANIMAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (CEUA-FURG), em reunião de 02 de agosto de 2023 (Ata 008/2023).

A CEUA lembra aos pesquisadores que qualquer alteração no protocolo experimental ou na equipe deve ser encaminhada à comissão para avaliação e aprovação. Um relatório final deve ser enviado à CEUA no término da vigência do seu projeto.

CEUA Nº	Pq005/2023
COLABORADORES AUTORIZADOS A MANIPULAR OS ANIMAIS	Leonardo Maltchik Garcia, Milena Rosa Pereira, Pedro Henrique de Oliveira Hoffmann, Andressa Adolfo
VIGÊNCIA DO PROJETO	30/06/2026
ESPÉCIE/ LINHAGEM / RAÇA	<i>Bos Taurus</i> (gado bovino) / Angus
NÚMERO DE ANIMAIS	48
PESO/ IDADE	700 Kg / Adulto
SEXO	Indiferente
ORIGEM	Estância Santa Maria & Isabella, Refúgio da Vida Silvestre Banhado do Maçarico, Rio Grande, RS

ENVIO RELATÓRIOS PARCIAIS	Janeiro de 2024; Janeiro de 2025; Janeiro de 2026
ENVIO DO RELATÓRIO FINAL	Julho de 2026



Documento assinado eletronicamente por Marcio de Azevedo Figueiredo, Servidor, em 03/08/2023, às 09:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.furg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&lang=pt_BR&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **0094577** e o código CRC **70F8500D**.

Referência: Caso responda este documento Parecer, indicar o Processo nº 23116.012536/2023-71

SEI nº 0094577

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0886300220231009

Página 1/6

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 88630-2	Data da Emissão: 09/10/2023 19:51:54	Data da Revalidação*: 20/07/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Cristina Stenert	CPF: 934.646.570-00
Título do Projeto: Zoocoria em áreas úmidas do extremo Sudo Brasil: gado bovino como vetor de dispersão de organismos aquáticos	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Análise de dados e redação de relatório e artigo científico	01/2025	06/2025
2	Procedimento amostral	08/2023	06/2024
3	Procedimento laboratorial	09/2023	12/2024

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	Leonardo Maltchik Garcia	Pesquisador	102.035.498-48	Brasileira
2	PEDRO HENRIQUE DE OLIVEIRA HOFFMANN	Pesquisador	028.519.520-48	Brasileira
3	Vinicius Weber	Pesquisador	028.026.370-88	Brasileira
4	Andressa Adolfo	Pesquisador	031.450.660-80	Brasileira
5	Milena Rosa Pereira	Pesquisador	022.330.970-25	Brasileira

Observações e ressalvas

1	Todos os membros da equipe de pesquisa devem estar cientes das recomendações e boas práticas a serem seguidas neste momento de emergência zoonossanitária no Brasil devido à gripe aviária. Informe-se na página do CEMAVE na Internet: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cemave/destaques/gripe-aviaria/gripe-aviaria-1 .
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
3	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de atender às exigências e obter as autorizações previstas em outros instrumentos legais relativos ao registro de agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, entre outros).
4	Este documento não dispensa o cumprimento da Lei nº 13.123/2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.
5	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia (Decreto nº 98.830, de 15/01/90).
6	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena, da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
7	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Portaria N°748/2022, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 88630-2	Data da Emissão: 09/10/2023 19:51:54	Data da Revalidação*: 20/07/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Cristina Stenert	CPF: 934.646.570-00
Título do Projeto: Zoocoria em áreas úmidas do extremo Sudo Brasil: gado bovino como vetor de dispersão de organismos aquáticos	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Observações e ressalvas

8	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
9	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação do disposto nesta portaria ou em legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, pode, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou cassada pelo Instituto Chico Mendes, por meio da Coordenação Gestora do Sisbio, e está sujeito às sanções previstas na legislação vigente.
10	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infraestrutura da unidade.
11	Caso seja identificada a ocorrência de espécie exótica dentro ou no entorno de UNIDADE DE CONSERVAÇÃO FEDERAL, além de descrever no relatório de atividades, o pesquisador deve informar à equipe gestora com maior brevidade possível.

Outras ressalvas

1		CEPTA Pirassununga-SP
2		CGPEQ
3	A autorização do Sisbio não dispensa a obtenção de autorização do órgão gestor da unidade de conservação estadual para acesso e realização das atividades com finalidade científica.	COINF
4	A coleta do material biológico nas UC Estaduais (ou Municipais) que constam entre as localidades assinaladas nesta autorização, não podem ser realizadas sem a competente autorização do órgão gestor dessas áreas.	CBC Brasília-DF

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	Sentinela do Sul	Sentinela do Sul-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
2	Rio Grande	Rio Grande-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
3	Refúgio de Vida Silvestre Banhado do Maçarico	Rio Grande-RS	Pampa	Não	Dentro de UC Estadual
4	Tapes	Tapes-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
5	Camaquã	Camaquã-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
6	Cristal	Cristal-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
7	Turuçu	Turuçu-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
8	Capão do Leão	Capão do Leão-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
9	São Lourenço do Sul	São Lourenço do Sul-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal
10	Pelotas	Pelotas-RS	Pampa	Não	Fora de UC Federal

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 88630-2	Data da Emissão: 09/10/2023 19:51:54	Data da Revalidação*: 20/07/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Cristina Stenert	CPF: 934.646.570-00
Título do Projeto: Zoocoria em áreas úmidas do extremo Sudeste do Brasil: gado bovino como vetor de dispersão de organismos aquáticos	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Atividades

#	Atividade	Grupo de Atividade
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Fora de UC Federal
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Ranunculaceae	-
2	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Poaceae	-
3	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Menyanthaceae	-
4	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Polygonaceae	-
5	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Potamogetonaceae	-
6	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Rubiaceae	-
7	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Hydrocharitaceae	-
8	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Pontederiaceae	-
9	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Alismataceae	-
10	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Juncaceae	-
11	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Ruppiaceae	-
12	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Salviniaceae	-
13	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Onagraceae	-
14	Coleta/transporte de material botânico, fúngico ou microbiológico	Cyperaceae	-
15	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Cyclopoida	300

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 88630-2	Data da Emissão: 09/10/2023 19:51:54	Data da Revalidação*: 20/07/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Cristina Stenert	CPF: 934.646.570-00
Título do Projeto: Zoocoria em áreas úmidas do extremo Sudo Brasil: gado bovino como vetor de dispersão de organismos aquáticos	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
16	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Rotifera	500
17	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Ostracoda	200
18	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Hyalellidae	300
19	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Trichodactylidae	50
20	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Calanoida	300
21	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Bivalvia	100
22	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Aegliidae	20
23	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Anomopoda	500
24	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Parastacidae	50
25	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Arachnida	50
26	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Turbellaria	100
27	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Nematoda	300
28	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Gastropoda	100
29	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Annelida	300
30	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Belostomatidae	50
31	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Dytiscidae	100
32	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Nepidae	50
33	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Baetidae	50
34	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Scirtidae	100
35	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Hydroptilidae	50
36	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Leptoceridae	100
37	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Coenagrionidae	100
38	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Veliidae	50
39	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Curculionidae	50
40	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Noteridae	100
41	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Hydrophilidae	100
42	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Caenidae	100
43	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Aeshnidae	50
44	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Libellulidae	100
45	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Pleidae	50
46	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Notonectidae	100
47	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Corixidae	100
48	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Staphylinidae	50
49	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Ephyridae	100
50	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Stratiomyidae	100

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 88630-2	Data da Emissão: 09/10/2023 19:51:54	Data da Revalidação*: 20/07/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Cristina Stenert	CPF: 934.646.570-00
Título do Projeto: Zoocoria em áreas úmidas do extremo S do Brasil: gado bovino como vetor de dispersão de organismos aquáticos	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
51	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Chironomidae	500
52	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Ceratopogonidae	100
53	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Tipulidae	100
54	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Tabanidae	100
55	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Culicidae	300
56	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Sciomyzidae	100

A quantidade prevista só é obrigatória para atividades do tipo "Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ". Essa quantidade abrange uma porção territorial mínima, que pode ser uma Unidade de Conservação Federal ou um Município.

A quantidade significa: por espécie X localidade X ano.

Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Plantas)	Semente, Folhas, Ramos, Flor
2	Método de captura/coleta (Insetos)	Coleta manual
3	Método de captura/coleta (Invertebrados)	Coleta manual
4	Método de captura/coleta (Invertebrados Aquáticos)	Coleta manual
5	Método de captura/coleta (Invertebrados Terrestres)	Coleta manual

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE ? FURG	Laboratório

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº Portaria ICMBio nº 748/2022. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 0886300220231009

Página 6/6



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 88630-2	Data da Emissão: 09/10/2023 19:51:54	Data da Revalidação*: 20/07/2024
De acordo com o art. 31 da Portaria ICMBio nº 748/2022, esta autorização possui vigência equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto e validade de um ano, devendo ser revalidada anualmente, através da apresentação do relatório anual de atividades, no prazo de até 30 dias após o aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Cristina Stenert	CPF: 934.646.570-00
Título do Projeto: Zoocoria em áreas úmidas do extremo Sudeste do Brasil: uso do bovino como vetor de dispersão de organismos aquáticos	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG	CNPJ: 94.877.586/0001-10

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com Portaria ICMBIO Nº 748, Art. 24. A coleta imprevista de amostras biológicas, espécimes ou de material abiótico em unidades de conservação e cavernas, não contemplados na autorização ou na licença permanente, deve ser imediatamente anotada em campo específico do documento.
--

Táxon*	Qtde.	Tipo de Amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime do nível taxonômico possível.