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

Padrões de uso de habitat e dieta de *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* em arroios urbanos no sul do Brasil

Alan Lopes

Orientador: Eduardo R. Secchi
Coorientadora: Fabiana Schneck

Rio Grande
2026

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

Padrões de uso de habitat e dieta de *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* em arroios urbanos no sul do Brasil

Aluno: Alan Lopes
Orientador: Eduardo R. Secchi
Coorientador: Fabiana Schneck

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
2026

Ficha Catalográfica

L864p Lopes, Alan.
Padrões de uso de habitat e dieta de Lontra longicaudis (Olfers 1818) em arroios urbanos no sul do Brasil / Alan Lopes. – 2026.
61 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Rio Grande/RS, 2026.
Orientador: Dr. Eduardo R. Secchi.
Coorientadora: Dra. Fabiana Schneck.

1. Lontras. 2. Mamíferos semi-aquáticos. 3. Ecologia trófica. 4. Ambientes periurbanos. 5. Arroios. I. Secchi, Eduardo R. II. Schneck, Fabiana. III. Título.

CDU 599.742.4

Catalogação na Fonte: Bibliotecária Sabrina Vaz da Silva CRB 10/2243

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE-FURG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS - PPGBAC
Av. Itália s/n – Rio Grande/RS, Brasil. 96203-900 fone/fax: 53-3233.6848
e-mail: pgbac@furg.br
https://ppgbac.furg.br

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS– Nº 007/2026

Às 9:00h (nove horas) do dia 29 (vinte e nove) do mês de julho de 2026 (dois mil evinte e seis), no Laboratório de Bioinformática do ICB e via Webconferêcia (https://conferenciaweb.rnp.br/sala/bioinformatica-icb-furg) reuniram-se docentes, discentes e comunidade em geral, para a defesa pública da Dissertação de Mestrado do acadêmico **Alan Lopes**. A Dissertação intitulada **"Padrões de uso de habitat e dieta de *Lontra longicaudis* (Olfers 1818) em arroios urbanos no sul do Brasil"** foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelo Prof. Dr. Eduardo R. Secchi (orientador, PPGBAC/FURG), Profa. Dra. Fabiana Schneck (coorientadora, PPGBAC/FURG), Prof. Dr. Leonardo Maltchik Garcia (PPGBAC/FURG) e Dra. Thayara Carrasco (USP). Após a defesa e arguição pública, a Banca Examinadora reuniu-se, para deliberação final, e considerou o acadêmico **APROVADO**. Desta forma, o acadêmico 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 11:00h (onze horas) foi lavrada a presente ATA, que lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Banca Examinadora, pelo Acadêmico e pela Coordenadora do Curso.

gov.br Documento assinado digitalmente
EDUARDO RESENDE SECCHI
Data: 29/07/2026 11:17:16-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Eduardo R. Secchi

gov.br Documento assinado digitalmente
FABIANA SCHNECK
Data: 29/07/2026 15:55:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Fabiana Schneck

gov.br Documento assinado digitalmente
LEONARDO MALTCHIK GARCIA
Data: 29/07/2026 14:36:20-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Leonardo Maltchik Garcia

gov.br Documento assinado digitalmente
THAYARA SILVEIRA CARRASCO
Data: 29/07/2026 11:26:06-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dra. Thayara Carrasco

gov.br Documento assinado digitalmente
ALAN LOPES MESQUITA
Data: 29/07/2026 17:39:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Alan Lopes

gov.br Documento assinado digitalmente
CAMILA DE MARTINEZ GASPAR MARTINS
Data: 30/07/2026 09:49:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª Drª. Camila De Martinez Gaspar Martins
Coordenadora do Curso

"Não tem nada a ver com ser possível ou não. Eu faço porque eu quero."

— Monkey D. Luffy

Dedico este trabalho à memória daqueles que já se foram e de todos que não tiveram a oportunidade de estar aqui.

AGRADECIMENTOS

É com enorme orgulho e felicidade que escrevo cada linha destes agradecimentos. A vida acadêmica, por vezes, pode soar solitária, mas essa nunca foi a minha realidade. Sempre tive o apoio incondicional de muitas pessoas, e foi a soma de cada uma delas que tornou possível este momento e me trouxe até a escrita destas palavras.

Agradeço à FURG e a toda a sua comunidade por proporcionar um ensino superior público e de qualidade, fomentando o conhecimento e o senso crítico. Agradeço aos professores, à equipe de manutenção, aos técnicos e aos estudantes que mantêm esta instituição de pé e funcionando, mesmo em tempos sombrios, marcados por ataques caluniosos e cortes colossais de verba. Ainda assim, seguimos aqui. Agradeço ao PPGBAC pela oportunidade de continuar meu aprimoramento acadêmico, reencontrar antigos professores e compartilhar novamente a sala de aula com antigos colegas, sem deixar de mencionar os novos amigos que fiz e os professores que tive o privilégio de conhecer. Em especial, agradeço à professora Cristina Stenert, que participou da minha banca de seleção. Agradeço à CAPES pela bolsa de estudos, que me proporcionou não apenas a oportunidade de me dedicar à pesquisa, mas também o privilégio de ter mais tempo de qualidade com meus filhos.

Aos meus orientadores, meu mais profundo respeito e admiração. São modelos a serem seguidos, não apenas como pesquisadores, mas como seres humanos que, com uma paciência descomunal, me conduziram até a linha de chegada. Ao meu orientador, professor Eduardo Secchi, minha eterna gratidão. Mesmo diante de incontáveis compromissos, aceitou me orientar e jamais foi omisso. Sempre esteve disponível quando precisei, mesmo separados por distâncias continentais. Nunca esquecerei sua generosidade. À minha coorientadora, professora Fabiana Schneck, sempre presente e pronta para lançar algumas boias salva-vidas quando eu mais precisava. Confesso que sinto muito orgulho em dizer que fui orientado por uma pesquisadora tão brilhante.

Agradeço aos membros da banca pelo tempo dedicado e por compartilharem este momento comigo.

Seguindo, preciso agradecer ao Ecomega, que reúne a equipe de maior fibra moral e tenacidade com a qual já tive o prazer de trabalhar. Foram dias de aprendizado constante, experiências que sempre almejei viver e, de vez em quando, com uma vista privilegiada da praia.

Em especial, agradeço à professora Silvina Botta por me amadrinhar e à onipresente Lilia Fidélix, que sempre chega para me socorrer.

Agradeço à minha base de apoio que, embora em sua maioria nunca tenha vivido o ambiente acadêmico, sempre me incentivou e compreendeu minha ausência. Tenho amigos incríveis, sempre dispostos a ouvir minhas lamúrias intermináveis. Minha família também esteve presente em todos os momentos. É impossível criar um filho sem esse amparo; quiçá concluir um mestrado. Peço desculpas àqueles que já partiram. Demorei um pouco para chegar até aqui e gostaria imensamente de comemorar esta conquista ao lado de vocês. Ainda hoje me lembro da felicidade com que receberam a notícia do meu ingresso na Biologia, lá atrás.

Antes de finalizar, não poderia deixar de agradecer à minha companheira, Hellen Leite, mulher arretada que só ela. Nossa união surgiu de maneira inesperada, dadas as circunstâncias, e da mesma forma floresceu uma cumplicidade e uma parceria inquestionáveis. Obrigado por todo o apoio, por me tirar da rotina e por me lembrar de que me é permitido viver, e não apenas sobreviver. O "para sempre" ainda me parece incompreensível, mas estarei com você amanhã, e depois e depois e depois.

Por fim, agradeço aos meus filhos, Mariah e Tristan. Foi uma escolha egoísta. Não os consultei em momento algum, e vocês foram quem mais sofreram, muito mais do que eu. Sofreram com minhas frustrações, com meu distanciamento e muitas vezes minha total ausência, mas nunca reclamaram. Quando me sinto perdido, procuro vocês e reaprendo a respirar, sorrir e brincar. Que nunca esqueçam a força que possuem. Vocês são gigantes. Estarei sempre observando orgulhoso e guardando cada momento, porque esse é meu maior tesouro.

Muito obrigado.

RESUMO: A lontra-neotropical (*Lontra longicaudis*) é um mamífero semiaquático amplamente distribuído na América Latina e considerada importante indicadora da integridade dos ecossistemas aquáticos. Este estudo avaliou o uso do habitat e a ecologia alimentar da espécie em três arroios costeiros do município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, submetidos a diferentes níveis de urbanização e conservação da paisagem. As amostragens foram realizadas mensalmente entre agosto de 2024 e julho de 2025 em trechos de aproximadamente 1 km dos arroios Bolaxa, Martins e das Cabeças. Foram registrados vestígios indiretos da espécie, caracterizados os micro-habitats utilizados e analisada a cobertura e o uso da terra no entorno dos cursos d'água por meio de imagens obtidas com veículo aéreo não tripulado e classificação supervisionada. A dieta foi determinada pela análise de fezes. A intensidade de uso foi estimada pela taxa de encontro de vestígios, enquanto diferenças espaciais e sazonais foram avaliadas por testes não paramétricos e análise multivariada (PERMANOVA). Foram registrados 175 vestígios, distribuídos entre o Arroio Martins (133), Arroio das Cabeças (29) e Arroio Bolaxa (13). A taxa de encontro diferiu significativamente entre os arroios, sendo maior no Arroio Martins, sem variação sazonal significativa. Os bancos de areia concentraram 95,1% dos registros, evidenciando sua importância como locais preferenciais de marcação e para a detectabilidade da espécie. A dieta foi predominantemente composta por peixes, seguida por crustáceos e aves, mantendo composição semelhante entre arroios e estações do ano. Os resultados indicam que a intensidade de uso do habitat está mais associada à disponibilidade de micro-habitats favoráveis, à conectividade da paisagem e às perturbações antrópicas do que à extensão da vegetação ripária isoladamente. Conclui-se que a conservação de *L. longicaudis* em paisagens costeiras antropizadas depende da manutenção da conectividade funcional dos ambientes aquáticos e da mitigação dos impactos decorrentes da urbanização.

Palavras-chave: Ambientes periurbanos; Carnívoros semiaquáticos; Conectividade da paisagem; Ecologia trófica; Impactos antrópicos; Predadores oportunistas; Urbanização.

ABSTRACT: The Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) is a semiaquatic mammal widely distributed throughout Latin America and is considered an important indicator of aquatic ecosystem integrity. This study evaluated habitat use and trophic ecology of the species in three coastal streams in the municipality of Rio Grande, southern Brazil, subjected to different levels of urbanization and landscape conservation. Monthly field surveys were conducted from August 2024 to July 2025 along approximately 1-km stretches of the Bolaxa, Martins, and Cabeças streams. Indirect signs of otter presence were recorded, microhabitats were characterized, and riparian land use and land cover were assessed using imagery acquired by an unmanned aerial vehicle (UAV) and supervised classification. Diet composition was determined through scat analysis. Habitat use intensity was estimated using the sign encounter rate, whereas spatial and seasonal differences were evaluated using non-parametric tests and multivariate analysis (PERMANOVA). A total of 175 signs were recorded, including 133 in Martins Stream, 29 in Cabeças Stream, and 13 in Bolaxa Stream. Sign encounter rates differed significantly among streams, with the highest values recorded in Martins Stream, whereas no significant seasonal variation was detected. Sandbanks accounted for 95.1% of all records, highlighting their importance as preferred scent-marking sites and for species detectability. Diet was predominantly composed of fish, followed by crustaceans and birds, and remained similar among streams and seasons. Habitat use intensity was more strongly associated with the availability of suitable microhabitats, landscape connectivity, and anthropogenic disturbances than with riparian vegetation cover alone. These findings indicate that the conservation of *L. longicaudis* in anthropized coastal landscapes depends on maintaining functional connectivity among aquatic habitats and mitigating the impacts associated with urbanization.

KEYWORDS: Peri-urban environments; Semi-aquatic carnivores; Landscape connectivity; Trophic ecology; Anthropogenic impacts; Opportunistic predators; Urbanization.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada conforme as normas do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PPGBAC/FURG). Inicialmente são apresentados o Resumo, o Abstract, as listas de figuras e tabelas, seguidos da Introdução Geral, na qual são abordados o contexto teórico, a justificativa e os objetivos do estudo.

O Capítulo 1 corresponde ao manuscrito científico intitulado *Padrão de uso do habitat e dieta de Lontra longicaudis (Olfers 1818) em arroios urbanos no sul do Brasil*, elaborado para submissão à revista Biota Neotropica. A estrutura, organização e apresentação desse capítulo seguem as normas editoriais da revista, conforme recomendado pelo PPGBAC, mantendo-se o idioma em português para a versão da dissertação.

Ao final são apresentadas as Considerações Finais e recomendações, integrando os principais resultados obtidos e suas implicações para o conhecimento sobre a ecologia e a conservação da lontra-neotropical em ambientes costeiros antropizados.

SUMÁRIO

RESUMO i
ABSTRACT vii
APRESENTAÇÃO viii
LISTA DE FIGURAS x
LISTA DE TABELAS xii
INTRODUÇÃO GERAL 13
REFERÊNCIAS 17
CAPÍTULO 1 21
RESUMO 22
ABSTRACT 23
INTRODUÇÃO 24
MATERIAL E MÉTODOS 25
RESULTADOS 33
DISCUSSÃO 45
CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES 52
REFERÊNCIAS 53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Rio Grande (RS), com destaque para a Lagoa dos Patos, limite municipal e áreas de estudo dos arroios Cabeças, Martins e Bolaxa, sobrepostos ao mapa de uso e cobertura da terra obtido a partir da Coleção 10 do Projeto MapBiomas (ano-base 2024). As linhas pretas indicam os trechos percorridos durante o esforço amostral.

Figura 2. Imagem panorâmica do arroio das Cabeças e seu entorno urbano no bairro Vila da Quinta, obtida por veículo aéreo não tripulado (VANT) a 200 m de altitude.

Figura 3. Imagem panorâmica do arroio Martins, no entorno do bairro Santa Rosa, com destaque para a BR-392 cruzando o canal, obtida por veículo aéreo não tripulado (VANT) a 130 m de altitude.

Figura 4. Imagem panorâmica do arroio Bolaxa, incluindo o parque urbano e a rodovia RS-734, obtida por veículo aéreo não tripulado (VANT) a 428 m de altitude.

Figura 5. Distribuição percentual das classes de uso e cobertura da terra na zona ripária (buffer de 20 m) dos arroios Cabeças, Martins e Bolaxa, incluindo vegetação terrestre marginal, banco de areia e urbanização.

Figura 6. Variação da taxa de encontro de vestígios de *Lontra longicaudis* (vestígios/km) entre os arroios Cabeças, Martins e Bolaxa.

Figura 7. Distribuição mensal da taxa de encontro de vestígios de *Lontra longicaudis* entre agosto de 2024 e julho de 2025.

Figura 8. Mapas de calor representando a densidade espacial dos registros de vestígios de *Lontra longicaudis* nos arroios Cabeças, Martins e Bolaxa.

Figura 9. Frequência de ocorrência (FO%) e frequência de ocorrência relativa (FOr%) dos itens alimentares registrados em fezes de *Lontra longicaudis* nos arroios Cabeças, Martins e Bolaxa.

Figura 10. Frequência de ocorrência (FO%) e frequência de ocorrência relativa (FOr%) dos itens alimentares registrados em fezes de *Lontra longicaudis* por estação do ano.

Figura 11. Ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) da composição da dieta de *Lontra longicaudis*, baseada na distância de Bray-Curtis, com diferenciação das amostras por arroio e estação do ano.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Frequência absoluta das categorias de vestígios registradas para *Lontra longicaudis* nos arroios Cabeças, Martins e Bolaxa (P = pegada; Abr = abrigo; Arr = arranhões; R.Ca = rastro de cauda; D = descanso; F = fezes; Avis = avistamento ou carcaça).

Tabela 2. Distribuição dos pontos georreferenciados de ocorrência de *Lontra longicaudis* entre os diferentes micro-habitats registrados durante o período de estudo.

INTRODUÇÃO GERAL

Os mamíferos desempenham funções essenciais nos ecossistemas, contribuindo para processos como polinização, dispersão de sementes e controle de pragas (Galetti *et al*., 2022). Em ambientes associados a cursos d'água, predadores semiaquáticos exercem papel ecológico relevante, atuando sobre populações de presas e respondendo de forma sensível a alterações na qualidade da água, na disponibilidade de recursos e na estrutura das margens, o que os torna bons indicadores funcionais da integridade desses sistemas (Kruuk, 2006). Entre eles, a lontra-neotropical, *Lontra longicaudis (Olfers 1818)*, apresenta ampla distribuição na América Latina e elevada sensibilidade a alterações estruturais nos habitats aquáticos e ripários (Larivière, 1999; Rheingantz *et al*., 2014). Destaca-se como um predador de topo e, assim como outras espécies do gênero, atua como um indicador sensível da integridade ambiental (Lesage *et al*., 2025).

A lontra-neotropical possui morfologia caracterizada por um corpo longo e robusto, pelagem marrom-escura, além de patas palmadas com membranas interdigitais e cauda achatada e musculosa, adaptadas para natação (Reis *et al*., 2006). A espécie apresenta padrões comportamentais flexíveis, sendo mais diurna no Pantanal e mais noturna na Mata Atlântica, possivelmente devido à maior intensidade de atividade antrópica nesta última (Rheingantz *et al*., 2016). Embora seja considerada uma espécie solitária, a lontra pode ser observada aos pares durante os períodos reprodutivos, assim como podem ocorrer pequenos grupos de fêmeas com seus filhotes (Larivière, 1999; Rodrigues *et al*., 2013). Apesar de sua alta dependência da água, principalmente para alimentação, a espécie passa um tempo considerável em terra, envolvida em atividades como marcação territorial, reprodução e cuidado parental (Rodrigues *et al.* 2013). A reprodução ocorre predominantemente durante a estação seca, com um período de gestação de aproximadamente dois meses, embora em certas áreas ocorra durante todo o ano (Larivière, 1999). O tamanho da ninhada varia de um a cinco filhotes (Larivière, 1999). Os machos tendem a se deslocar mais do que as fêmeas, que normalmente forrageiam próximas de seus filhotes (Trinca *et al*., 2013).

Dentre as espécies de lontras, a lontra-neotropical e a ariranha, *Pteronura brasiliensis*, são as únicas espécies com ocorrência em território brasileiro (Bastida *et al*., 2018). A lontra-neotropical apresenta uma das mais amplas distribuições entre os mustelídeos do continente, ocorrendo do México até a Argentina, atravessando ecossistemas heterogêneos como florestas

tropicais, savanas costeiras e sistemas de água doce, do nível do mar até altitudes superiores a 4000 m (Larivière, 1999; Rheingantz *et al*., 2014). Em toda essa extensão, é recorrente sua associação a corpos d'água com margens vegetadas, profundidade heterogênea e disponibilidade de presas, características essenciais ao forrageamento, deslocamento e estabelecimento de abrigos (Gallo-Reynoso, 1997; Larivière, 1999). A utilização do espaço está fortemente vinculada à complexidade estrutural do habitat, sendo trechos meândricos de rios e arroios, raízes expostas, cavidades de barrancos e vegetação marginal contínua elementos-chave para abrigo, descanso e marcação territorial (Perinchery *et al*., 2011; Quintela *et al*., 2011). Em contrapartida, ambientes antropizados reduzem a disponibilidade desses elementos estruturais, diminuem a abundância de peixes sensíveis e aumentam a proporção de presas oportunísticas, refletindo mudanças funcionais no ecossistema aquático, além de intensificarem os conflitos com humanos (Wong & Candolin, 2015; Rheingantz *et al*., 2017).

Diversas espécies capturam presas na água, mas utilizam margens elevadas, troncos ou barrancos para o facilitar a predação, acumulando restos alimentares e fezes em abrigos e latrinas (Kruuk, 2006). Padrões semelhantes foram documentados para a ariranha (*Pteronura brasiliensis*), cuja atividade concentrada nesses sítios resulta em acúmulo de material orgânico e nutrientes, alterando propriedades do solo e influenciando a fertilização marginal (Duplaix, 1980; Leuchtenberger & Mourão, 2008). Embora esses mecanismos ainda não tenham sido descritos para a lontra-neotropical, padrões comportamentais semelhantes sugerem que o transporte de biomassa entre ambientes também pode ocorrer nessa espécie.

Globalmente, os ecossistemas estão sofrendo modificações aceleradas causadas pela conversão de uso e cobertura da terra, com impactos diretos sobre a integridade de habitats ripários e a disponibilidade de recursos para predadores semiaquáticos (Rheingantz & Trinca, 2015). Nesse contexto, recentemente, os esforços dos pesquisadores resultaram em um banco de dados mais completo sobre o status da lontra-neotropical em nível continental, o que permitiu classificá-la, na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, em inglês), como "Quase Ameaçada" (Rheingantz *et al*., 2021). No passado, a caça intensiva, principalmente pelo valor de sua pele, provocou reduções populacionais drásticas, sobretudo até a segunda metade do século 20 (Larivière, 1999). A partir desse período, a redução de matas ciliares e a contaminação e uso de cursos d'água para mineração, navegação, esportes náuticos sem controle e a construção de barragens para hidrelétricas são as principais ameaças para a espécie (Reis *et al*., 2006). Adicionalmente, conflitos com atividades

humanas têm sido reportados, especialmente no contexto da pesca artesanal, nos quais a lontra-neotropical é frequentemente percebida como depredadora às capturas e causadora de danos em redes de emalhe (Barbieri *et al*., 2012). Diante desse conjunto de pressões, torna-se fundamental compreender como fatores ambientais e antrópicos influenciam a distribuição geográfica e os padrões de uso do habitat pela lontra-neotropical, uma vez que essa compreensão é central para a definição de estratégias eficazes de conservação, especialmente diante de paisagens crescentemente modificadas por ações humanas (Barbosa *et al*., 2003; Perinchery *et al*., 2011; Prakash *et al*., 2012), e das mudanças climáticas em curso (Gardner *et al*., 2009; 2010).

Apesar da relevância das lontras em seus ecossistemas, no Brasil, os estudos sobre a lontra-neotropical concentram-se majoritariamente na descrição da dieta por meio de frequências de ocorrência ou na caracterização da distribuição e do uso do habitat, geralmente abordados de forma independente (Waldemarin & Colares, 2000; Kasper, 2004; Quintela *et al*., 2011; Sousa *et al*., 2013). Alguns trabalhos recentes passaram a incorporar variáveis ambientais e antrópicas na análise da ocorrência da espécie, evidenciando a influência de fatores como uso da terra, proximidade de estradas e cobertura vegetal sobre a distribuição espacial de vestígios (Andrade *et al*., 2019). No entanto, abordagens que integrem simultaneamente dieta e padrões de ocorrência em áreas com gradientes de urbanização, especialmente em pequenos cursos d'água urbanos, permanecem escassas no país, apesar da relevância deste tipo de informação para compreender as respostas ecológicas da espécie à urbanização. A integração entre padrões tróficos e de uso do habitat é particularmente relevante no contexto da conservação, pois alterações na dieta podem refletir mudanças na disponibilidade de presas e na qualidade ambiental, enquanto a ocorrência espacial indica a capacidade da espécie de persistir em paisagens modificadas (Kruuk, 2006; Wong & Candolin, 2015).

A planície costeira holocênica do Rio Grande do Sul caracteriza-se por baixa altitude e suave declividade, leitos arenosos e elevada conectividade entre banhados, lagunas e canais secundários, formando um sistema altamente dinâmico (Sfredo & Tagliani, 2016). Apesar da relevância ecológica, arroios costeiros vêm sofrendo forte pressão de urbanização, com supressão da vegetação marginal, erosão de margens, retificação de canais e lançamento de efluentes, reduzindo a integridade dos micro-habitats essenciais para predadores semiaquáticos (Walsh *et al*., 2005; Sfredo & Tagliani, 2016).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar e avaliar como diferentes níveis de urbanização e impacto humano influenciam a dieta e a intensidade de ocupação da lontra-neotropical em arroios urbanos no município de Rio Grande ao longo do ano.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. M.; ARCOVERDE, D. L.; ALBERNAZ, A. L. Relationship of Neotropical otter vestiges with environmental and anthropogenic factors. *Acta Amazonica*, v. 49, n. 3, p. 183–192, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-4392201801122.

BARBIERI, F.; MACHADO, R.; ANTUNES ZAPPES, C.; OLIVEIRA, L. R. de. Interactions between the Neotropical otter (Lontra longicaudis) and gillnet fishery in the southern Brazilian coast. *Ocean and Coastal Management*, v. 63, p. 16–23, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.007.

BARBOSA, A. M.; REAL, R.; OLIVERO, J.; VARGAS, J. M. Otter (Lutra lutra) distribution modeling at two resolution scales suited to conservation planning in the Iberian Peninsula. *Biological Conservation*, v. 114, n. 3, p. 377–387, 2003.

BASTIDA, R.; RODRÍGUEZ, D.; SECCHI, E.; SILVA, V. *Mamíferos Aquáticos de Sudamérica y Antártida*. Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores, 2018.

DUPLAIX, N. Observations on the ecology and behavior of the giant otter (*Pteronura brasiliensis*) in Suriname. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, v. 34, p. 495–620, 1980.

GALETTI, M.; CARMIGNOTTO, A. P.; PERCEQUILLO, A. R.; SANTOS, M. C. D. O.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; LIMA, F.; RIBEIRO, M. C. Mammals in São Paulo State: diversity, distribution, ecology and conservation. *Biota Neotropica*, v. 22, n. spe, e20221363, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1363.

GALLO-REYNOSO, J. P. Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología*, v. 2, p. 10–32, 1997.

GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; CHAZDON, R.; EWERS, R. M.; HARVEY, C. A.; PERES, C. A.; SODHI, N. S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, v. 12, n. 6, p. 561–582, 2009. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01294.x.

GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; SODHI, N. S.; PERES, C. A. A multi-region assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Biological Conservation*, v. 143, n. 10, p. 2293–2300, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.05.017.

KASPER, C. B.; FELDENS, M. J.; SALVI, J.; GRILHO, H. C. Z. Estudo preliminar da ecologia de *Lontra longicaudis* (Olfers) (Carnivora, Mustelidae) no Vale do Taquari, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 1, p. 65–72, 2004. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000100011.

KRUUK, H. *Otters: Ecology, Behaviour and Conservation*. New York: Oxford University Press, 2006.

LARIVIÈRE, S. *Lontra longicaudis*. *Mammalian Species*, n. 609, p. 1–5, 1999. DOI: https://doi.org/10.2307/3504393.

LESAGE, C. L.; KROSS, A.; TURNER, S. E. North American river otter habitat suitability and human–wildlife coexistence on Protection Island, British Columbia, Canada. *The Journal of Wildlife Management*, v. 89, e22719, 2025. DOI: https://wildlife.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jwmg.22719.

LEUCHTENBERGER, C.; MOURÃO, G. Social organization and territoriality of giant otters (Carnivora: Mustelidae) in a seasonally flooded savanna in Brazil. *Journal of Mammalogy*, v. 89, n. 2, p. 378–385, 2008. DOI: https://doi.org/10.1644/07-MAMM-A-125.1.

PERINCHERY, A.; JATHAN, D.; KUMAR, A. Factors determining occupancy and habitat use by Asian small-clawed otters in the Western Ghats, India. *Journal of Mammalogy*, v. 92, n. 4, p. 796–802, 2011.

PRAKASH, N.; MUDAPPA, D.; SHANKAR RAMAN, T. R.; KUMAR, A. Conservation of the Asian small-clawed otter (*Aonyx cinereus*) in human-modified landscapes, Western Ghats, India. *Tropical Conservation Science*, v. 5, n. 1, p. 67–78, 2012. DOI: https://doi.org/10.1177/194008291200500107.

QUINTELA, F. M.; IBARRA, C.; COLARES, E. P. Utilização de abrigos e latrinas por *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* em um arroio costeiro na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde, Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 6, n. 1, p. 35–42, 2011. DOI: https://doi.org/10.4013/nbc.2011.61.05.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. *Mamíferos do Brasil*. Londrina: Edição dos Autores, 2006.

RHEINGANTZ, M. L.; MENEZES, J. F. S. de; GALLIEZ, M.; FERNANDEZ, F. A. S. Biogeographic patterns in the feeding habits of the opportunist and semiaquatic Neotropical otter. *Hydrobiologia*, v. 792, n. 1, p. 1–15, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/s10750-017-3095-5.

RHEINGANTZ, M. L.; LEUCHTENBERGER, C.; ZUCCO, C. A.; FERNANDEZ, F. A. S. Differences in activity patterns of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* between rivers of two Brazilian ecoregions. *Journal of Tropical Ecology*, v. 32, n. 2, p. 170–174, 2016.

RHEINGANTZ, M. L.; MENEZES, J. F. S. de; THOISY, B. de. Defining *Lontra longicaudis* distribution, conservation priorities and ecological frontiers. *Tropical Conservation Science*, v. 7, n. 2, p. 214–229, 2014. DOI: 10.1177/194008291400700204

RHEINGANTZ, M. L.; TRINCA, C. S. *Lontra longicaudis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2015: e.T12304A21937379, 2015. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T12304A21937379.en.

RHEINGANTZ, M. L.; ROSAS-RIBEIRO, P.; GALLO-REYNOSO, J. P.; SILVA, V. C. F.; WALLACE, R.; UTRERAS, V.; HERNÁNDEZ-ROMERO, P. *Lontra longicaudis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2021: e.T12304A164577708, 2021. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T12304A164577708.en.

RODRIGUES, L. A.; LEUCHTENBERGER, C.; KASPER, C. B.; CARVALHO JÚNIOR, O.; SILVA, V. C. F. Avaliação do risco de extinção da lontra-neotropical *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, v. 3, n. 1, p. 216–227, 2013.

SFREDO, G. A.; TAGLIANI, C. R. A. Análise das modificações ambientais decorrentes da ocupação urbana em Rio Grande, RS, entre 1947 e 2014, por meio de um Sistema de Informações Geográficas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 38, p. 259–278, 2016.

SOUSA, K. S.; BASTAZINI, V. A. G.; COLARES, E. P. Feeding ecology of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* in the Lower Arroio Grande River, southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, n. 1, p. 285–294, 2013. DOI: https://doi.org/10.1590/S0001-37652013000100014.

TAGLIANI, P. R. A. (org.). *Plano Ambiental do Município do Rio Grande*. Ed. rev. ampl. Rio Grande: Editora da FURG, 2022. 494 p.

TRINCA, C. S.; JAEGER, C. F.; EIZIRIK, E. Molecular ecology of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*): noninvasive sampling yields insights into local population dynamics. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 109, n. 4, p. 932–948, 2013.

WALDEMARIN, H. F.; COLARES, E. P. Utilization of resting sites and dens by the neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in the south of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, n. 89, p. 89–97, 2000.

WALSH, C. J.; ROY, A. H.; FEMINELLA, J. W.; COTTINGHAM, P. D.; GROFFMAN, P. M.; MORGAN II, R. P. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 24, n. 3, p. 706–723, 2005. DOI: https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1899/04-028.1.

WONG, B. B. M.; CANDOLIN, U. Behavioral responses to changing environments. *Behavioral Ecology*, v. 26, n. 3, p. 665–673, 2015. DOI: https://doi.org/10.1093/beheco/aru183.

CAPÍTULO 1

Manuscrito a ser submetido à revista Biota Neotropica.

Padrões de uso de habitat e dieta de *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* em arroios urbanos no sul do Brasil

Habitat use patterns and diet of *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* in urban streams of southern Brazil

Alan Lopes[1,2], Fabiana Schneck[1], Eduardo R. Secchi[1,2]

[1]Programa de Pós-Graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PPG-BAC), Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

[2]Laboratório de Ecologia e Conservação da Megafauna Marinha (ECOMEGA), Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande-FURG, Rio Grande, RS, Brazil

E-mail: alanlopes.bio@gmail.com

RESUMO: A lontra-neotropical (*Lontra longicaudis*) é um mamífero semiaquático amplamente distribuído na América Latina e considerada importante indicadora da integridade dos ecossistemas aquáticos. Este estudo avaliou o uso do habitat e a ecologia alimentar da espécie em três arroios costeiros do município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, submetidos a diferentes níveis de urbanização e conservação da paisagem. As amostragens foram realizadas mensalmente entre agosto de 2024 e julho de 2025 em trechos de aproximadamente 1 km dos arroios Bolaxa, Martins e das Cabeças. Foram registrados vestígios indiretos da espécie, caracterizados os micro-habitats utilizados e analisada a cobertura e o uso da terra no entorno dos cursos d'água por meio de imagens obtidas com veículo aéreo não tripulado e classificação supervisionada. A dieta foi determinada pela análise de fezes. A intensidade de uso foi estimada pela taxa de encontro de vestígios, enquanto diferenças espaciais e sazonais foram avaliadas por testes não paramétricos e análise multivariada (PERMANOVA). Foram registrados 175 vestígios, distribuídos entre o Arroio Martins (133), Arroio das Cabeças (29) e Arroio Bolaxa (13). A taxa de encontro diferiu significativamente entre os arroios, sendo maior no Arroio Martins, sem variação sazonal significativa. Os bancos de areia concentraram 95,1% dos registros, evidenciando sua importância como locais preferenciais de marcação e para a detectabilidade da espécie. A dieta foi predominantemente composta por peixes, seguida por crustáceos e aves, mantendo composição semelhante entre arroios e estações do ano. Os resultados indicam que a intensidade de uso do habitat está mais associada à disponibilidade de micro-habitats favoráveis, à conectividade da paisagem e às perturbações antrópicas do que à extensão da vegetação ripária isoladamente. Conclui-se que a conservação de *L. longicaudis* em paisagens costeiras antropizadas depende da manutenção da conectividade funcional dos ambientes aquáticos e da mitigação dos impactos decorrentes da urbanização.

Palavras-chave: Ambientes periurbanos; Carnívoros semiaquáticos; Conectividade da paisagem; Ecologia trófica; Impactos antrópicos; Predadores oportunistas; Urbanização.

ABSTRACT: The Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) is a semiaquatic mammal widely distributed throughout Latin America and is considered an important indicator of aquatic ecosystem integrity. This study evaluated habitat use and trophic ecology of the species in three coastal streams in the municipality of Rio Grande, southern Brazil, subjected to different levels of urbanization and landscape conservation. Monthly field surveys were conducted from August 2024 to July 2025 along approximately 1-km stretches of the Bolaxa, Martins, and Cabeças streams. Indirect signs of otter presence were recorded, microhabitats were characterized, and riparian land use and land cover were assessed using imagery acquired by an unmanned aerial vehicle (UAV) and supervised classification. Diet composition was determined through scat analysis. Habitat use intensity was estimated using the sign encounter rate, whereas spatial and seasonal differences were evaluated using non-parametric tests and multivariate analysis (PERMANOVA). A total of 175 signs were recorded, including 133 in Martins Stream, 29 in Cabeças Stream, and 13 in Bolaxa Stream. Sign encounter rates differed significantly among streams, with the highest values recorded in Martins Stream, whereas no significant seasonal variation was detected. Sandbanks accounted for 95.1% of all records, highlighting their importance as preferred scent-marking sites and for species detectability. Diet was predominantly composed of fish, followed by crustaceans and birds, and remained similar among streams and seasons. Habitat use intensity was more strongly associated with the availability of suitable microhabitats, landscape connectivity, and anthropogenic disturbances than with riparian vegetation cover alone. These findings indicate that the conservation of *L. longicaudis* in anthropized coastal landscapes depends on maintaining functional connectivity among aquatic habitats and mitigating the impacts associated with urbanization.

KEYWORDS: Peri-urban environments; Semi-aquatic carnivores; Landscape connectivity; Trophic ecology; Anthropogenic impacts; Opportunistic predators; Urbanization.

INTRODUÇÃO

Os mamíferos desempenham funções essenciais nos ecossistemas, contribuindo para processos como polinização, dispersão de sementes e controle de populações (Galetti *et al*. 2022). Em ambientes aquáticos, predadores semiaquáticos exercem importante papel ecológico ao regular populações de presas e responder de forma sensível às alterações na qualidade da água, disponibilidade de recursos e estrutura das margens, sendo reconhecidos como bons indicadores da integridade desses ecossistemas (Kruuk 2006). Entre eles, a lontra-neotropical, *Lontra longicaudis (Olfers 1818)*, destaca-se como um predador de topo amplamente distribuído na América Latina e fortemente associado à integridade de ambientes aquáticos e ripários (Larivière 1999; Rheingantz *et al*. 2014; Lesage *et al.* 2025).

A espécie apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o México até o norte da Argentina e ocupando diferentes ecossistemas aquáticos, desde o nível do mar até regiões montanhosas (Larivière 1999; Rheingantz *et al*. 2014). Apesar dessa ampla distribuição, sua ocorrência está intimamente relacionada à disponibilidade de corpos d'água com boa oferta de presas e elevada complexidade estrutural das margens. Elementos como vegetação ripária contínua, barrancos, raízes expostas, cavidades naturais e trechos meândricos oferecem locais para abrigo, descanso, deslocamento e marcação territorial, sendo considerados componentes fundamentais para a permanência da espécie (Gallo-Reynoso 1997; Perinchery *et al*. 2011; Quintela *et al*. 2011). Em contrapartida, ambientes antropizados reduzem a disponibilidade desses elementos estruturais, alteram a composição das comunidades aquáticas, diminuem a abundância de presas sensíveis e favorecem espécies oportunistas, refletindo mudanças funcionais no ecossistema e aumentando a probabilidade de conflitos entre lontras e atividades humanas (Wong & Candolin 2015; Rheingantz *et al*. 2017).

A crescente conversão do uso da terra e a degradação de ambientes ripários representam algumas das principais ameaças aos predadores semiaquáticos em escala global (Rheingantz & Trinca 2015). Como consequência desse conjunto de pressões a lontra-neotropical encontra-se atualmente classificada como Quase Ameaçada pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), sendo a perda e degradação de habitats, a poluição, as alterações hidrológicas e os conflitos associados às atividades humanas reconhecidos como os principais fatores responsáveis pelo declínio de suas populações em diferentes regiões de ocorrência (Reis *et al*. 2006; Barbieri *et al*. 2012; Rheingantz *et al*. 2021). Nesse contexto, compreender como características ambientais e antrópicas influenciam a distribuição e o uso do habitat pela espécie torna-se fundamental para

subsidiar estratégias de conservação em paisagens cada vez mais modificadas (Barbosa *et al.* 2003; Perinchery *et al*. 2011; Prakash *et al*. 2012).

No Brasil, os estudos sobre a lontra-neotropical concentram-se principalmente na descrição da dieta ou na caracterização da distribuição e do uso do habitat, geralmente tratados de forma independente (Waldemarin & Colares 2000; Kasper 2004; Quintela *et al*. 2011; Sousa *et al*. 2013). Mais recentemente, alguns trabalhos passaram a incorporar variáveis ambientais e antrópicas para explicar a ocorrência da espécie, evidenciando a influência de fatores como uso da terra, cobertura vegetal e proximidade de estradas sobre a distribuição espacial de vestígios (Andrade *et al*. 2019). Entretanto, permanecem escassos estudos que integrem simultaneamente padrões de uso do habitat e dieta em pequenos cursos d'água submetidos a diferentes níveis de urbanização, particularmente em sistemas costeiros. Essa abordagem integrada é relevante porque alterações na composição da dieta podem refletir mudanças na disponibilidade de recursos alimentares e na qualidade ambiental, enquanto os padrões espaciais de ocorrência indicam a capacidade da espécie de persistir em paisagens modificadas (Kruuk 2006; Wong & Candolin 2015).

A planície costeira holocênica do Rio Grande do Sul constitui um ambiente caracterizado por baixa altitude, relevo pouco acidentado e elevada conectividade entre lagunas, banhados, canais e arroios, formando uma rede hidrográfica dinâmica e ecologicamente relevante (Sfredo & Tagliani 2016). Entretanto, a expansão urbana tem promovido a supressão da vegetação marginal, retificação de canais, erosão de margens e lançamento de efluentes, comprometendo a qualidade dos habitats utilizados por predadores semiaquáticos (Walsh *et al*. 2005; Sfredo & Tagliani 2016). Embora esses ambientes sejam potencialmente importantes para a conservação da lontra-neotropical, ainda são pouco estudados, especialmente quanto aos efeitos combinados da urbanização sobre a disponibilidade de recursos alimentares e os padrões de ocupação da espécie.

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar como diferentes níveis de urbanização e impacto antrópico influenciam a dieta e a intensidade de ocupação da lontra-neotropical em três arroios costeiros do município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, ao longo de um ciclo anual de amostragem.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Área de estudo

A pesquisa foi conduzida em três cursos de água costeiros localizados no município de Rio Grande, Estado do Rio Grande do Sul: os arroios Bolaxa, Martins e das Cabeças. Para fins de análise e apresentação dos resultados,

os três cursos d'água foram considerados como unidades representativas de um gradiente de urbanização, sendo o Arroio Bolaxa classificado como ambiente menos urbanizado, o Arroio Martins como ambiente de urbanização intermediária e o Arroio das Cabeças como ambiente mais urbanizado. Essa classificação foi estabelecida a partir do contexto de uso e cobertura da terra, das características da vegetação marginal e do grau de alteração antrópica observado em cada área. Todos estão inseridos na planície litorânea do Rio Grande do Sul, uma região marcada por um mosaico ecológico complexo composto por banhados, marismas, lagoas interiores, arroios, dunas, campos e matas, conferindo-lhe elevada biodiversidade (Tagliani 2022). Essa planície é delimitada pelas águas do Atlântico Sul Ocidental e pelas lagoas dos Patos, Mirim e Mangueira, constituindo um sistema hidrográfico de alta relevância ecológica (Figura 1).

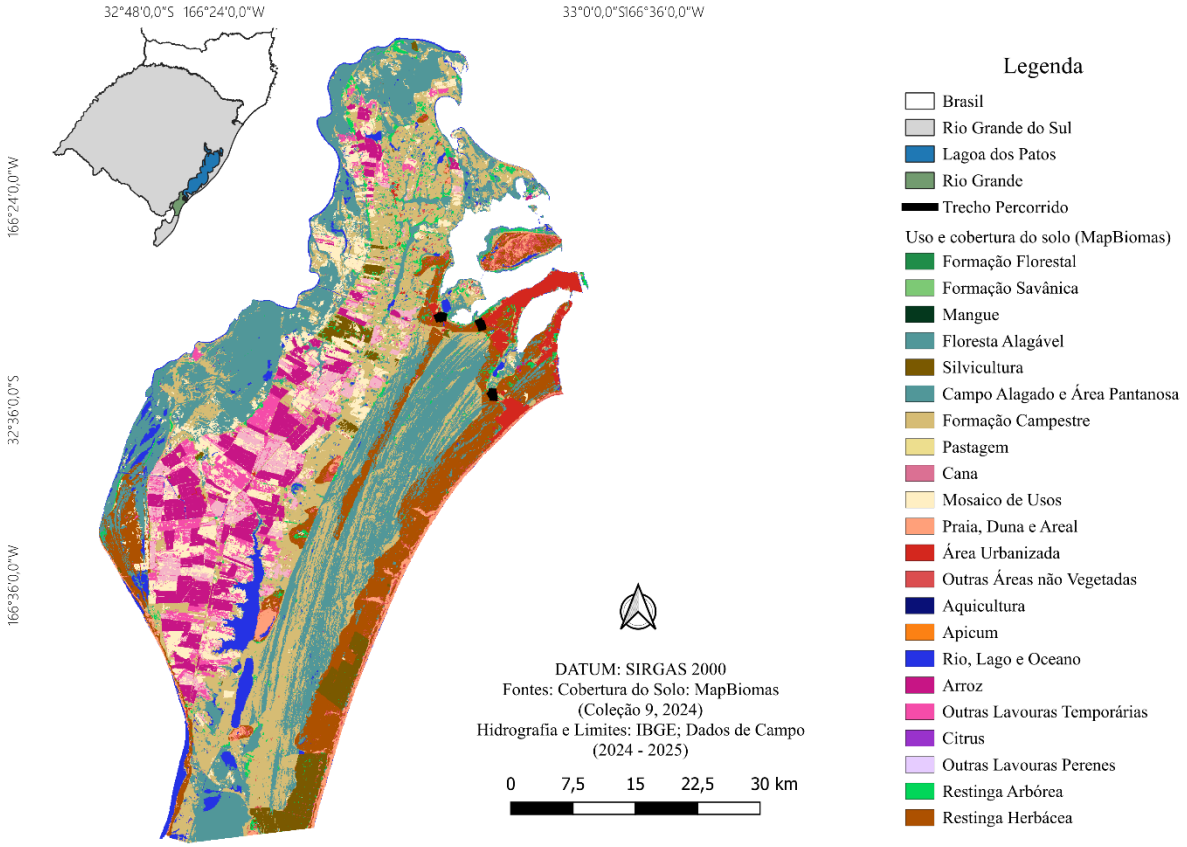


Figura 1. Localização do município de Rio Grande, no extremo sul do Brasil. Juntamente com as áreas de estudo dos arroios monitorados (Arroio das Cabeças, Arroio Martins e Arroio Bolaxa), com a indicação do uso e cobertura da terra obtida a partir da Coleção 10 do Projeto MapBiomas, referente ao ano-base de 2024. As classes representam diferentes formações naturais e áreas antrópicas, permitindo a visualização do contexto ambiental e do gradiente de urbanização associado ao esforço amostral. Para fins de interpretação comparativa, os arroios foram classificados em três categorias de urbanização: ambiente menos urbanizado (Arroio Bolaxa), ambiente de

urbanização intermediária (Arroio Martins) e ambiente mais urbanizado (Arroio das Cabeças). As linhas pretas indicam o trecho percorrido ao longo dos cursos d'água.

De acordo com Sfredo e Tagliani (2016), a formação de cordões litorâneos, também conhecida como "cristas praiais", exerce papel fundamental no controle hidrológico regional, atuando na absorção e liberação de águas pluviais por meio de fluxos superficiais e subsuperficiais, além de contribuírem para a filtragem da água e retenção de nutrientes e sedimentos. Os arroios estudados se originam nesse contexto ambiental, com solos predominantemente arenosos e forte influência da dinâmica fluvial-estuarina. Ainda que cada curso d'água possua vias independentes, todos deságuam, direta ou indiretamente, na Lagoa dos Patos. Os três arroios compartilham características geomorfológicas típicas da planície costeira sul-brasileira, como forma meandrante, baixa declividade, leito predominantemente arenoso e origem em banhados holocênicos (Sfredo & Tagliani 2016), embora apresentem diferentes níveis de conservação e características paisagísticas. Seu clima é subtropical úmido, classificado como Cfa segundo o sistema de Köppen-Geiger (Alvares *et al*. 2013). Caracterizado por temperaturas mais elevadas no verão e menores no inverno, com média anual de 19,0 °C, com precipitação relativamente bem distribuída ao longo do ano, com total médio anual de 1.366,45 mm (Reboita & Kruche 2018).

O Arroio Bolaxa (32°09'46.6"S, 52°11'15.0"W) representa o ambiente menos urbanizado do gradiente considerado neste estudo e apresenta importância regional elevada, devido ao seu volume hídrico (Batista *et al.* 2007), e à presença de mata ciliar composta por diversas espécies vegetais (Dorneles *et al.* 2013). Localiza-se na Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa Verde, onde se configura como um dos poucos remanescentes relativamente preservados na região (Ferretti 2020). Suas águas abrigam e alimentam pelo menos 27 espécies de peixes documentadas, além de servir como habitat e rota para diversos tipos de aves *(NEMA 2008)*. Também se destacam ocorrências florísticas de espécies ameaçadas de extinção, como butiá (*Butia capitata*), cravo-do-mato (*Tillandsia aeranthos*) e barba-de-velho (*Tillandsia usneoides*) (Batista *et al.* 2007). A vegetação ripária do arroio Bolaxa apresenta composição diversificada, incluindo espécies arbóreas e herbáceas típicas de ambientes costeiros, incluindo figueira-brava (*Ficus organensis*), figueira (*F. luschnathiana*), corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*), capororoca (*Myrsine parvifolia*) e salso (*Salix humboldtiana*) (Quintela 2011). O sistema é interceptado pela rodovia RS-734, constituindo um elemento de infraestrutura linear associado à travessia do arroio.

O Arroio Martins (32°05'14"S, 52°12'01"W), representante do ambiente de urbanização intermediária, situado ao final do bairro Carreiros, insere-se em um contexto periurbano caracterizado por mosaico de usos da terra, combinando remanescentes de vegetação ripária, áreas abertas associadas a pastagens e núcleos de

urbanização recente. Esse padrão é recorrente em arroios de baixa ordem em zonas de transição urbano-rural no sul do Brasil (Cunico *et al.* 2012). O arroio sofre influência da infraestrutura viária regional, especialmente da BR-392, estando inserido em uma matriz de uso da terra intermediária entre ambientes predominantemente naturais e urbanos.

O Arroio das Cabeças (32°04'37"S, 52°15'16"W), representante do ambiente mais urbanizado, localizado no bairro Vila da Quinta, insere-se em ambiente urbano e apresenta histórico de modificações estruturais associadas à ocupação humana. O canal apresenta baixa sinuosidade, trechos retilíneos e setores com canalização parcial, além de redução significativa da vegetação ripária ao longo do curso e elevada influência da impermeabilização do entorno. Essas características são compatíveis com cursos d'água urbanos descritos na literatura, nos quais alterações hidromorfológicas e pressões antrópicas tendem a reduzir a complexidade estrutural do ambiente (Booth *et al.* 2002; Walsh *et al.* 2005; Cunico *et al.* 2012).

Portanto, a escolha desses três cursos d'água ancora-se tanto na diversidade de condições ambientais quanto na presença de atributos associados ao uso do habitat pela lontra-neotropical. Considerados em conjunto como um gradiente de urbanização, os três ambientes permitem avaliar a ocorrência e a intensidade de uso pela espécie sob diferentes condições de alteração da paisagem, evitando restringir a interpretação às particularidades de cada curso d'água. Em conjunto, os arroios contemplam um gradiente de disponibilidade de elementos estruturais relevantes para a espécie, como permanência de lâmina d'água e margens com potencial para abrigo e deslocamento (Pardini & Trajano 1999; Kruuk 2006; Quintela *et al.* 2011). No ambiente menos urbanizado (Arroio Bolaxa), esses atributos se expressam de forma mais contínua, associados à elevada integridade da vegetação ripária e à maior complexidade ecológica do sistema. No ambiente de urbanização intermediária (Arroio Martins), a coexistência de trechos estruturalmente heterogêneos com pressões antrópicas moderadas configura condições intermediárias, potencialmente compatíveis com o uso do habitat de forma não contínua. No ambiente mais urbanizado (Arroio das Cabeças), por outro lado, embora inserido em um contexto urbano intensamente modificado, a persistência de trechos com fluxo permanente e microambientes marginais menos impactados sugere a possibilidade de uso eventual do sistema. Assim, a seleção dessas áreas reflete não apenas sua relevância ecológica individual, mas também seu valor estratégico para avaliar os efeitos da urbanização sobre habitats aquáticos costeiros e sobre a distribuição da lontra-neotropical.

2. Caracterização das áreas amostradas

Com o objetivo de complementar a caracterização das áreas de estudo e subsidiar a descrição detalhada das características físicas e estruturais dos três arroios apresentados na seção de Resultados, realizou-se um sobrevoo para imageamento utilizando um veículo aéreo não tripulado (VANT), modelo DJI Mini 3 Pro, em 03 de abril de 2025. As imagens obtidas permitiram documentar e analisar, em alta resolução espacial, aspectos da paisagem e da morfologia dos sistemas fluviais, fornecendo uma base padronizada para a caracterização dos ambientes amostrados. Os voos cobriram a extensão total dos transectos percorridos em terra. No Arroio Martins, as capturas ocorreram entre 15 e 20 metros de altura para detalhamento e a 130 metros de altura para vistas panorâmicas; no Arroio das Cabeças, as imagens de baixa altitude foram obtidas entre 25 e 30 metros, e as panorâmicas a 200 metros de altura; e no Arroio Bolaxa, os registros variaram entre 20 e 25 metros e 48 e 50 metros, com panorâmicas capturadas a 428 metros de altura. As diferenças nas altitudes de voo entre os arroios ocorreram em função das características locais de cada área, especialmente a presença de árvores e estruturas antrópicas verticais, além da necessidade de otimizar o enquadramento espacial nas imagens panorâmicas, de modo a garantir a representação da paisagem e da extensão do sistema fluvial em cada local.

Para a classificação do uso e cobertura da terra, utilizaram-se, exclusivamente, as imagens panorâmicas, garantindo uma visão contínua da área de estudo. O processamento foi realizado no software QGIS (3.34.6) integrado ao Orfeo ToolBox (OTB). Inicialmente, as linhas de margem de cada arroio foram vetorizadas. A partir dessas linhas, estabeleceu-se um buffer de 20 metros de largura, aplicado bilateralmente, resultando em uma faixa de 10 metros projetada para o interior do leito e 10 metros para a área terrestre adjacente. Essa faixa, correspondente aos primeiros 10 metros a partir de cada margem do arroio, delimitou a área de interesse para análise.

O método adotado foi a classificação supervisionada. Primeiramente, realizou-se a segmentação da imagem para criar objetos vetoriais com base na semelhança espectral. Em seguida, foram definidas as classes finais de uso e cobertura da terra: vegetação terrestre marginal, banco de areia, e área urbanizada. Em seguida, foram estabelecidos polígonos de treinamento manuais representativos de cada uma dessas classes. O classificador empregado foi uma Rede Neural Artificial (ANN), utilizando as bandas RGB das imagens, correspondentes aos canais vermelho, verde e azul (Barros *et al.* 2020). A classe ‘Vegetação terrestre marginal’ incluiu toda a cobertura vegetal terrestre presente dentro do buffer de análise no entorno dos arroios (10 metros a partir de cada margem do arroio), independentemente de sua composição florística ou origem sucessional. Após a classificação

automática, foi realizada uma revisão e correção manual minuciosa vetorial para corrigir inconsistências do algoritmo, especialmente em áreas de sombreamento.

A integração entre os dados de vestígios georreferenciados e as imagens aéreas possibilitou análises mais integradas no ambiente Sistema de Informação Geográfica (QGIS), favorecendo a visualização de padrões de uso. O emprego de ferramentas como o VANT e sistemas de informação geográfica tem se mostrado uma abordagem metodológica robusta para estudos ecológicos, permitindo a análise espacial detalhada da paisagem e de seus componentes biológicos (Soubry *et al.* 2021; Senf 2022).

3. Coleta de dados biológicos

A coleta de dados foi realizada mensalmente entre agosto de 2024 e julho de 2025 em um trecho amostral estabelecido em cada um dos arroios das Cabeças, Martins e Bolaxa, sempre ao longo da mesma margem de cada ambiente, a fim de padronizar o percurso de amostragem. A extensão efetivamente percorrida variou entre as campanhas em função das condições de campo, como alagamentos, nível da água, condições do substrato, vegetação e alterações nas margens. No Arroio das Cabeças, os trechos percorridos variaram de 602 a 864 m por campanha; no Arroio Martins, de 722 a 797 m; e no Arroio Bolaxa, de 759 a 829 m. As três primeiras campanhas apresentaram menores extensões percorridas em razão de condições de inundação, enquanto a ampliação observada no Arroio das Cabeças em maio de 2025 esteve relacionada à alteração da margem e do leito do arroio. As campanhas priorizaram técnicas não invasivas, com foco na identificação de vestígios diretos e indiretos de lontra-neotropical, incluindo fezes, pegadas, arranhões, latrinas, tocas e áreas de descanso. Foram consideradas áreas de descanso locais caracterizados pela presença de depressões rasas no substrato, geralmente associadas a sedimento revolvido e compactado, frequentemente acompanhadas por pegadas, arranhões ou outros vestígios recentes da espécie. Esse tipo de abordagem tem sido amplamente adotado por diversos autores que estudam mamíferos semiaquáticos (Kasper *et al.* 2004; Perinchery *et al.* 2011; Rheingantz *et al.* 2017), especialmente para evitar interferências no comportamento e na ecologia das espécies monitoradas. Durante as incursões, os trechos foram percorridos a pé, utilizando-se sempre a margem leste dos três arroios. No entanto, a extensão efetivamente percorrida, a cada incursão, variou de acordo com fatores ambientais e logísticos, como alagamentos, vegetação densa e instabilidade do solo. Visando mitigar a ocorrência de falsos-positivos e assegurar a confiabilidade taxonômica, foram registrados apenas vestígios com características diagnósticas evidentes e inequívocas da espécie. Para as fezes, considerou-se o odor característico e a presença de restos de presas (escamas, carapaças, pelos e penas), depositadas em locais próximos à água; para as pegadas, observou-se o padrão de cinco dígitos e

presença de membrana interdigital; arranhões associados a substratos arenosos em margens de arroios. Em casos de incerteza inicial, realizou-se a conferência com guias de identificação de campo (Prist *et al*. 2020); persistindo a dúvida quanto à origem do vestígio, o registro foi descartado das análises. Para minimizar o risco de recontagem de vestígios fixos, especialmente arranhões em barrancos arenosos, adotou-se um procedimento de marcação em campo, consistindo na realização de um traço horizontal discreto sobre os registros já contabilizados. Ressalta-se que os ambientes amostrados são altamente dinâmicos, sujeitos à remodelação por chuva, vento e desmoronamento das paredes de areia, o que frequentemente promove o apagamento natural desses vestígios, ainda assim, a marcação foi empregada como medida preventiva adicional. Para cada vestígio identificado, foram anotados o tipo, as coordenadas geográficas (via GPS), observações de campo e tomadas fotográficas. As fezes foram coletadas e armazenadas em recipientes estéreis (saco ziplock), seguindo os protocolos descritos por Trinca *et al.* (2013) e Rheingantz *et al.* (2017). Após a coleta, o material foi mantido congelado até sua análise. A identificação dos itens alimentares foi realizada por inspeção visual dos fragmentos após a lavagem das amostras, conforme método empregado por Colares & Waldemarin (2000). Os principais grupos alimentares (peixes, crustáceos, insetos, aves, anfíbios e outros) foram contabilizados. A identificação foi realizada em categorias tróficas amplas, uma vez que os itens alimentares se encontravam fragmentados a tal ponto que dificultaram a identificação taxonômica mais apurada.

Além disso, foram feitas observações ecológicas complementares, como a presença de animais domésticos, lixo acumulado, presença antrópica nas margens e deságue de esgoto, com o objetivo auxiliar na interpretação dos resultados.

4. Análise de dados

Os registros de vestígios da lontra-neotropical foram organizados por arroio e campanha mensal e padronizados pelo esforço de amostragem. Para cada arroio amostrado, foi calculada a taxa de encontro definida como o número total de vestígios dividido pela distância percorrida em quilômetros (Vestígios/km). Essa função foi escolhida por permitir comparações diretas entre locais e períodos com diferentes extensões de esforço amostral.

Para avaliar possíveis diferenças na taxa de encontro de vestígios entre arroios e a sazonalidade, verificou-se se os dados atendiam aos pressupostos de análises paramétricas através dos testes de Shapiro–Wilk (normalidade dos resíduos) e de Levene (homogeneidade de variâncias dos resíduos). O pressuposto de normalidade foi rejeitado e o teste de Levene indicou heterogeneidade de variâncias. Diante disso, optou-se pelo

uso do teste não paramétrico de Kruskal–Wallis. Em casos de diferenças significativas, o teste post hoc de comparações múltiplas de Dunn com correção de Bonferroni foi utilizado.

Em relação à dieta, para cada tipo de item alimentar foram calculadas: a frequência de ocorrência (FO), que expressa a proporção de amostras em que o item esteve presente, e a Frequência de Ocorrência Relativa (FOr%), que representa a contribuição proporcional de cada item em relação ao total de categorias alimentares registradas. Essas métricas descrevem padrões de ocorrência e recorrência relativa dos itens alimentares, não refletindo diretamente biomassa ou valor energético. Essa é uma metodologia comumente empregada em estudos de dieta animal (Putman 1984; Kruuk 2006; Leite *et al.* 2007; Quintela & Colares 2008; Quintela *et al.* 2012; Sousa *et al.* 2013).

Da mesma forma, a composição da dieta foi analisada a partir de uma matriz de presença/ausência das categorias alimentares (peixe, crustáceo e ave) em cada amostra fecal. Para avaliar diferenças na composição alimentar entre arroios e sazonal, utilizou-se uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA), baseada em distâncias, utilizando a medida de dissimilaridade de Bray–Curtis e 999 permutações para testar a significância dos fatores local (i.e. arroios) e estação do ano, além de sua interação, por meio da função *adonis2* do pacote *vegan*. A PERMANOVA avalia diferenças centrais multivariadas entre grupos, sendo reconhecida sua sensibilidade à heterogeneidade de dispersão, a qual deve ser considerada na interpretação dos resultados (Anderson 2001). O uso de abordagens baseadas em distâncias e permutações é amplamente consolidado na ecologia numérica para a análise de padrões em dados de comunidades e de dieta, dada sua robustez frente a distribuições assimétricas e estruturas complexas de dados (Legendre & Legendre 1998).

Adicionalmente, padrões de similaridade na composição da dieta foram explorados por meio de uma ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), também baseada na distância de Bray–Curtis, com duas dimensões (k = 2). O NMDS também é uma técnica empregada em estudos ecológicos por preservar as relações de ordenação entre amostras e representar gradientes de similaridade/dissimilaridade, sendo particularmente adequada para matrizes com muitos zeros ou dados binários (Minchin 1987; Clarke 1993). A qualidade do ajuste da ordenação foi avaliada pelo valor de stress, sendo que valores mais baixos indicam melhor representação da estrutura dos dados (Clarke & Warwick 2001). A ordenação NMDS foi utilizada exclusivamente como ferramenta exploratória e visual, sem caráter inferencial, complementando os resultados da PERMANOVA.

Todas as análises estatísticas e visualizações de dados foram realizadas no ambiente computacional R (versão 4.4.1; R Core Team 2025). Os procedimentos de organização e padronização dos bancos de dados foram executados utilizando as funções do pacote *janitor (Firke 2023)* e as ferramentas de manipulação de dados dos pacotes *dplyr* (Wickham *et al.* 2023) e *tidyr* (Wickham *et al.* 2024), além do processamento de variáveis temporais via *lubridate* (Grolemund & Wickham 2011). As variações na taxa de encontro de vestígios entre os diferentes arroios e meses foram avaliadas por meio do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (pacote *stats* nativo do R), seguido pelo teste de *post-hoc* de Dunn com correção de Bonferroni para comparações múltiplas pareadas, utilizando o pacote *FSA* (Ogle *et al.* 2024). Para a análise da composição da dieta, a matriz de abundância dos itens alimentares foi submetida a uma Análise de Variância Permutacional Multivariada (PERMANOVA) através da função *adonis2*, avaliando-se os efeitos isolados e a interação dos fatores Arroio e Estação. A ordenação espacial das amostras foi gerada por meio do Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) utilizando a função *metaMDS*. Ambas as análises multivariadas se basearam em matrizes de dissimilaridade de Bray-Curtis com 999 permutações, implementadas no pacote *vegan* (Oksanen *et al.* 2024). Todos os elementos gráficos do manuscrito, incluindo os diagramas de caixas (*boxplots*) de distribuição de vestígios, a ordenação bidimensional do NMDS trófico e os gráficos de barras comparativos de porcentagem de cobertura do solo e vegetação ripária, foram construídos utilizando o pacote *ggplot2 (Wickham 2016)*. Os mapas de localização geral e espacialização dos pontos de coleta de vestígios foram elaborados no software QGIS (QGIS Development Team 2024).

RESULTADOS

1. Caracterização estrutural dos arroios

Os ambientes amostrados apresentaram diferentes características estruturais e níveis de perturbação antrópica. O ambiente mais urbanizado, correspondente ao Arroio das Cabeças, na área amostrada, atravessa zona densamente urbanizada da Vila da Quinta, com moradias, galpões e áreas de lazer ao longo da maior parte do trecho monitorado (Figura 2). A ocupação residencial ocorre no leito do arroio, com numerosas moradias distribuídas em seu entorno, com ruas e acessos viários estabelecendo contato direto as margens. Consequentemente observou-se a presença de múltiplos pontos de lançamento de efluentes e locais com concentrações de resíduos, bem como elevado número de acessos e trilhas de uso antrópico, com alta frequência humana e a presença regular de cães domésticos junto às margens, reduzindo a separação espacial entre o ambiente aquático e a matriz urbana, tornando esse trecho o sistema mais diretamente inserido em uma paisagem urbana entre os ambientes avaliados. As margens apresentam larga variabilidade, alternando trechos erodidos e expostos, com redução significativa da vegetação ripária. A planície de inundação é estreita na área urbanizada; o curso do

arroio é, em geral, pouco meândrico, ou seja, trechos lineares e disciplinados por obras de contenção, incluindo setores com canalização parcial. Também foram registrados bancos de areia distribuídos ao longo de diferentes trechos do curso. O curso do arroio apresenta baixa complexidade estrutural, com escassa presença de macrófitas e diversos trechos com a presença de resíduos antrópicos. A distribuição de vestígios ocorre de forma pontual ao longo do trecho monitorado, com registros associados aos setores menos alterados.



Figura 2. Imagem panorâmica a 200 metros do ambiente mais urbanizado (Arroio das Cabeças) e a Vila da Quinta em seu entorno.

Por outro lado, o ambiente de urbanização intermediária, correspondente ao Arroio Martins, apresenta elevada heterogeneidade hidromorfológica com meandros bem definidos e bancos de areia recorrentes. O canal exibe elevada densidade de vegetação aquática, especialmente em zonas de remanso, onde bancos de macrófitas criam micro-habitats, cobrindo toda a superfície da água em diversos trechos. A planície alagável é mais ampla que no ambiente mais urbanizado e inclui lagoas laterais com graus variados de conexão ao canal principal, algumas permanecendo temporariamente desconectadas durante períodos de menor precipitação. Os trechos apresentam alternância entre dossel parcial e clareiras associadas a pastagens e a continuidade da vegetação ripária é moderada, com fragmentos bem conservados, intercalados com trechos de margem com baixa cobertura vegetal. Ao longo do trecho percorrido, o arroio também sofre influência da infraestrutura viária regional, destacando-se a

proximidade da BR – 392. A distribuição de vestígios está concentrada sobretudo em bancos de areia, mas de forma geral os vestígios estão distribuídos ao longo de toda a área monitorada (Figura 3).



Figura 3. Imagem panorâmica a 130 metros do ambiente de urbanização intermediária (Arroio Martins), no fim do bairro Santa Rosa e a BR 392 cruzando sobre o canal.

O ambiente menos urbanizado, correspondente ao Arroio Bolaxa, inserido na APA da Lagoa Verde, apresentou a maior integridade morfológica e paisagística entre os arroios estudados. O canal percorre uma ampla planície alagável com vegetação ripária extensa e relativamente contínua ao longo da maioria do trecho analisado. Essa faixa ripária ocupa larguras consideráveis e está associada à elevada heterogeneidade com canais secundários, lagoas laterais e áreas de planície de inundações amplas que permanecem hidrologicamente conectadas durante períodos de elevada pluviosidade. O leito apresenta meandros regulares e bancos de areia discretos, com menor grau de erosão (Figura 4). Essas características são consistentes com descrições anteriores do sistema, que indicam um canal, com meandros, associado aos cordões litorâneos da planície costeira e inserido em ambiente de baixa declividade (Guimarães & Garcia, 2016). A vegetação aquática se faz presente, porém de forma discreta, mais dispersa e com menos adensamento em comparação ao ambiente de urbanização intermediária, com pequenos

pontos de concentração. Observou-se uso intenso das margens por pessoas ao longo do corredor ripário, incluindo múltiplas trilhas de uso recorrente, áreas de queimadas pontuais e evidências de atividades de pesca (materiais, linhas e resto de peixe). Embora a pressão antrópica direta ocorra de forma menos concentrada que no Arroio das Cabeças, houve registro recorrente de transeuntes e cães domésticos nas margens. A rodovia RS-734, com intenso tráfego de veículos automotores, está próxima ao trecho monitorado. Registrou-se o atropelamento de uma lontra-neotropical no acostamento, a poucos metros do curso d'água. Concomitantemente os vestígios foram registrados de forma pontual.



Figura 4. Imagem panorâmica a 428 metros do ambiente menos urbanizado (Arroio Bolaxa), juntamente com o parque urbano e a rodovia RS 734.

A classificação supervisionada da zona ripária revelou diferenças estruturais entre os três ambientes ao longo do gradiente de urbanização (Figura 5). No ambiente mais urbanizado, a vegetação terrestre marginal ocupa 80,87% da área. Embora seja a classe dominante, este ambiente destaca-se pela maior pressão antrópica entre os locais monitorados: a classe urbanização abrange 16,08% do trecho monitorado, incluindo estradas, construções e solo compactado que afetam diretamente a zona marginal. Os bancos de areia correspondem a 3,05% e têm ocorrência discreta, indicando trechos pontuais de deposição de sedimentos. Apesar da alta porcentagem de cobertura da vegetação terrestre marginal, trata-se majoritariamente de vegetação estreita, fragmentada e funcionalmente empobrecida. No ambiente de urbanização intermediária, a vegetação terrestre marginal cobre

91,85% da área, sugerindo uma faixa marginal mais contínua e funcional. Diferente do ambiente mais urbanizado, áreas com urbanização são reduzidas (4,74%), limitando-se a acessos pontuais, como a BR 392. Nota-se uma dinâmica fluvial ativa, com presença de bancos de areia em 3,40% do trecho monitorado. Por fim, o ambiente menos urbanizado confirmou-se como o ambiente mais preservado. A vegetação terrestre marginal atinge aqui sua maior expressão, cobrindo 97,34% do trecho monitorado e proporcionando proteção visual e abrigos. A urbanização é reduzida, abrangendo 2,66% da área monitorada. A ausência de bancos de areia detectáveis sugere estabilidade nas margens, protegidas pela densa vegetação ripária.

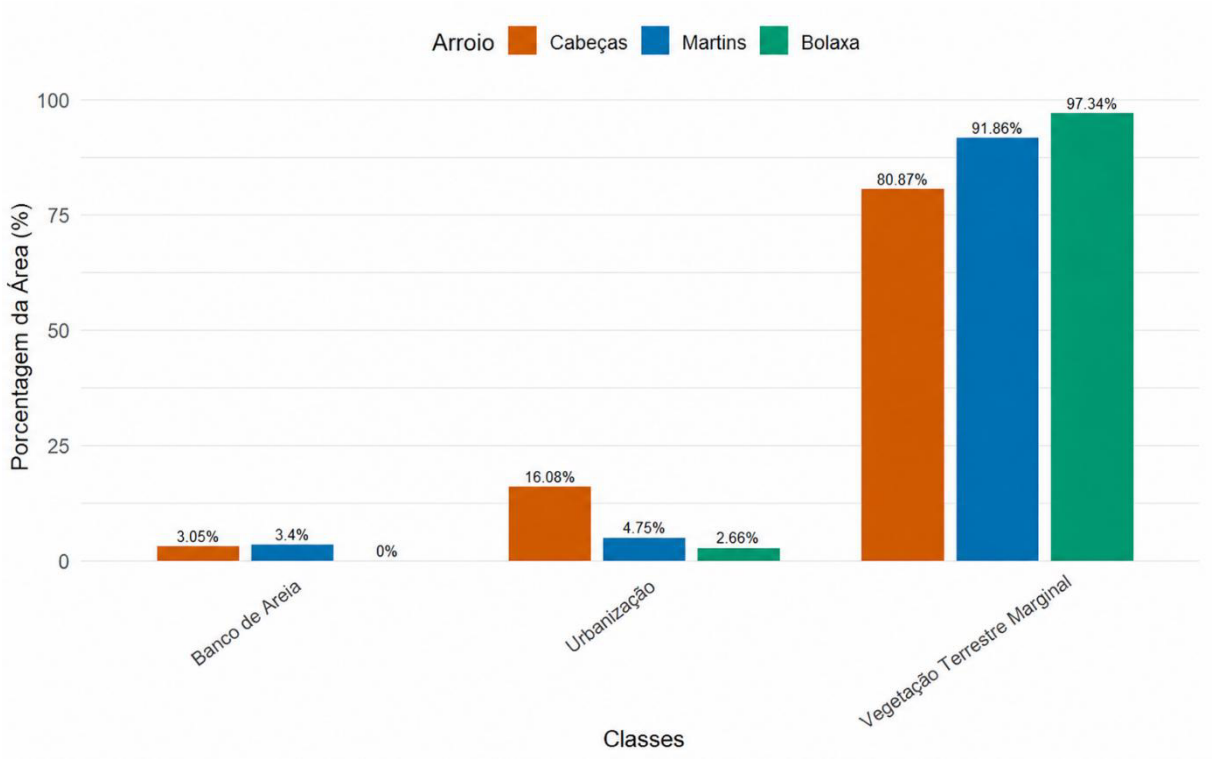


Figura 5. Distribuição percentual das classes de uso e cobertura da terra (buffer de 10 m) dos ambientes classificados segundo o gradiente de urbanização: mais urbanizado, de urbanização intermediária e menos urbanizado. As classes incluem banco de areia, urbanização e vegetação terrestre marginal. Observa-se um gradiente de conservação, com aumento progressivo da cobertura de vegetação terrestre marginal e redução da urbanização do ambiente mais urbanizado em direção ao ambiente menos urbanizado, indicando diferenças na integridade estrutural do habitat ripário entre os sistemas analisados.

2. Vestígios

Foram registradas um total de 175 ocorrências de vestígios de lontra-neotropical, distribuídos em diferentes categorias (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência absoluta de cada categoria de vestígio (**P.** Pegada; **Abr.** Abrigo; **Arr.** Arranhões; **R.Ca.** rastro da cauda; **D.** Descanso; **F.** Fezes e **Avis.** Avistamento ou carcaça).

Arroios	P	Abr	Arr	R. Ca	D	F	Avis	Total
Cabeças	8	2	11	1	5	2	0	**29**
Martins	29	2	45	16	25	16	0	**133**
Bolaxa	2	0	0	0	0	10	1	**13**
Total	**39**	**4**	**56**	**17**	**30**	**28**	**1**	**175**

Foram encontrados 133 vestígios no arroio de urbanização intermediária, 29 no arroio mais urbanizado e 13 no menos urbanizado, evidenciando diferenças entre o uso das áreas pela lontra-neotropical.

No total, foram registrados 122 pontos georreferenciados de ocorrência de vestígios de lontra-neotropical ao longo dos arroios amostrados, dentre os quais o banco de areia foi o micro-habitat mais frequentemente associado aos vestígios, concentrando 116 ocorrências (95,1%). A vegetação esteve associada a três ocorrências (2,5%), enquanto estruturas de concreto e tronco corresponderam a duas (1,6%) e uma ocorrência (0,8%), respectivamente (Tabela 2). Quando os dados foram analisados por arroio, verificou-se que todos os pontos amostrados no arroio inserido em paisagem com urbanização intermediária ocorreram em bancos de areia (100%). No arroio mais urbanizado, 23 dos 24 pontos (95,8%) também foram registrados neste micro-habitat, havendo apenas um registro (4,2%) associado à vegetação. Em contraste, o arroio menos urbanizado apresentou maior heterogeneidade na utilização dos micro-habitats, com ocorrências distribuídas entre bancos de areia (44,4%), vegetação (22,2%), estruturas de concreto (22,2%) e tronco (11,1%).

Tabela 2. Distribuição dos pontos georreferenciados de lontra-neotropical entre os diferentes micro-habitats registrados durante o período de estudo. Cada ponto de coordenada foi considerado uma única unidade amostral, independentemente da quantidade de vestígios observados no local.

Arroio	Banco de areia	Vegetação	Concreto	Tronco	Total
Cabeças	23 (95,8%)	1 (4,2%)	0 (0%)	0 (0%)	**24 (19,7%)**
Martins	89 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	**89 (73,0%)**
Bolaxa	4 (44,4%)	2 (22,2%)	2 (22,2%)	1 (11,1%)	**9 (7,4%)**

Total	**116 (95,1%)**	**3 (2,5%)**	**2 (1,6%)**	**1 (0,8%)**	**122 (100%)**

3. Uso do habitat e sazonalidade

Ao considerar a taxa de encontro de vestígios para cada arroio, foi observado que o arroio de urbanização intermediária apresenta a taxa mais elevada, com 14,3 vestígios/km, seguido pelo arroio mais urbanizado, com 3,60 vestígios/km, e pelo menos urbanizado, com 1,35 vestígios/km.

Os arroios diferiram significativamente na taxa de encontro de vestígios ($H(2) = 24,60$; $p < 0,001$). O pós-teste de Dunn confirmou que o arroio de urbanização intermediária apresentou taxas de encontro significativamente maiores que o arroio mais urbanizado ($p = 0,0017$) e o arroio menos urbanizado ($p < 0,001$), enquanto estes últimos não diferiram entre si ($p = 0,515$) (Figura 6).

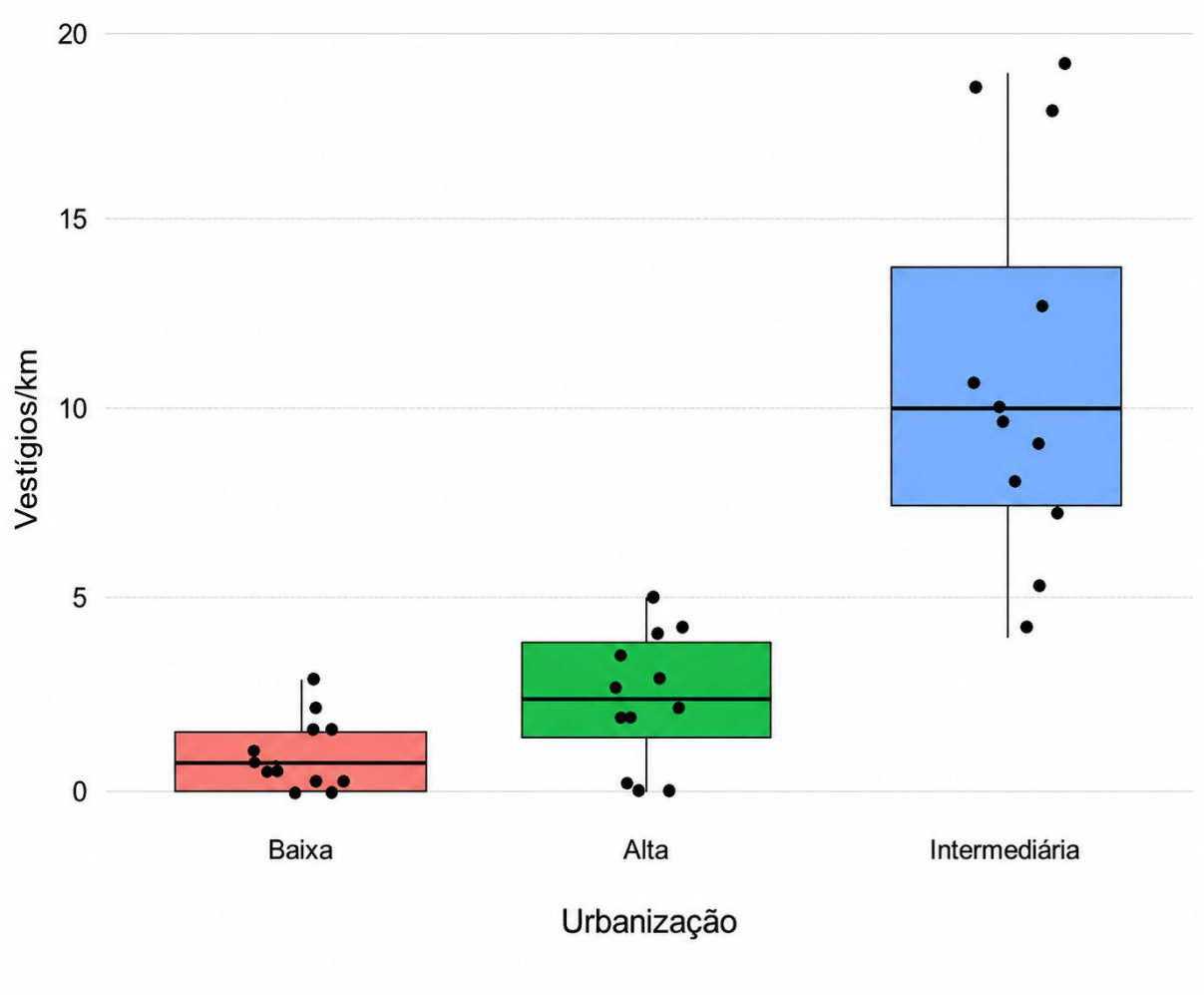


Figura 6. Variação da taxa média de encontro de vestígios de lontra-neotropical (vestígios/km) entre os arroios Bolaxa, Cabeças e Martin.

A análise sazonal do encontro de vestígios não indicou diferenças significativas entre os meses amostrados (H (11) = 2,30; p = 0,997). Embora ocorram flutuações aparentes ao longo do ano, com alguns meses apresentando valores mais elevados que outros (Figura 7), a sobreposição entre as distribuições mensais demonstra ausência de padrão consistente. Assim, não foi detectada sazonalidade estatisticamente significativa no uso das margens pela lontra-neotropical durante o período de estudo.

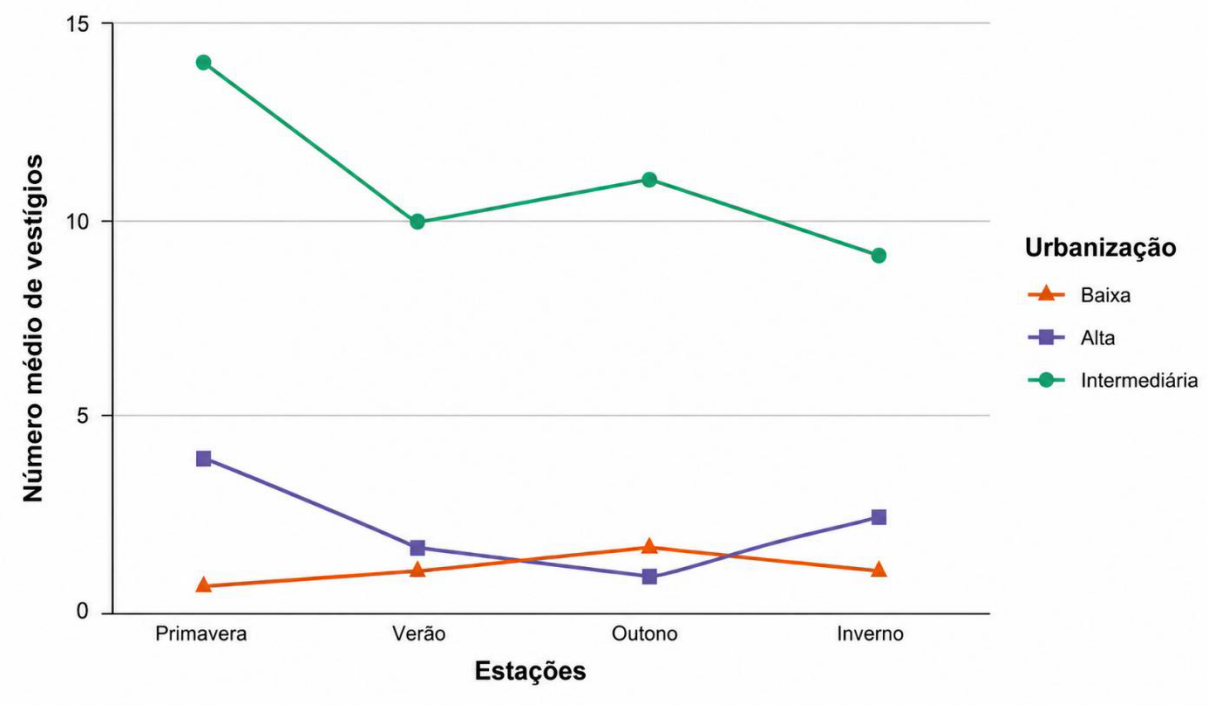


Figura 7. Distribuição mensal das taxas de encontro de vestígios em cada arroio ao longo do período de estudo (agosto de 2024 a julho de 2025).

4. Estrutura da paisagem e taxa de encontro

A frequência de vestígios não acompanhou o aumento da cobertura de vegetação terrestre marginal entre os arroios ao longo do gradiente de urbanização. O arroio menos urbanizado apresentou a maior cobertura de vegetação terrestre marginal (97,34%) e a menor taxa de encontro de vestígios (1,35 vestígios/km). Por outro lado, o riacho de urbanização intermediária apresentou cobertura intermediária de vegetação (91,85%) associada à presença recorrente de bancos de areia ao longo do trecho. E por fim, o riacho mais urbanizado apresentou 80,87% de vegetação e 3,60 vestígios/km.

Com base nos mapas de calor, pode-se observar que no arroio mais urbanizado há uma distribuição relativamente homogênea na distribuição de vestígios, embora as maiores concentrações ocorram em pontos mais

afastados da área urbana (Figura 8). Diferentemente, o arroio de urbanização intermediária apresenta uma ampla dispersão de vestígios ao longo de todo o trecho amostrado, com várias manchas de alta intensidade distribuídas ao longo da margem. O arroio menos urbanizado apresentou apenas registros pontuais e isolados, com suas margens predominantemente ocupadas por gramíneas, com baixa ocorrência de substratos arenosos expostos. No arroio menos urbanizado, a maioria dos vestígios foi registrada sob a ponte da RS-734, indicando que estruturas artificiais podem funcionar como locais de abrigo ou passagem, mesmo em áreas submetidas à intensa circulação de pessoas e veículos.

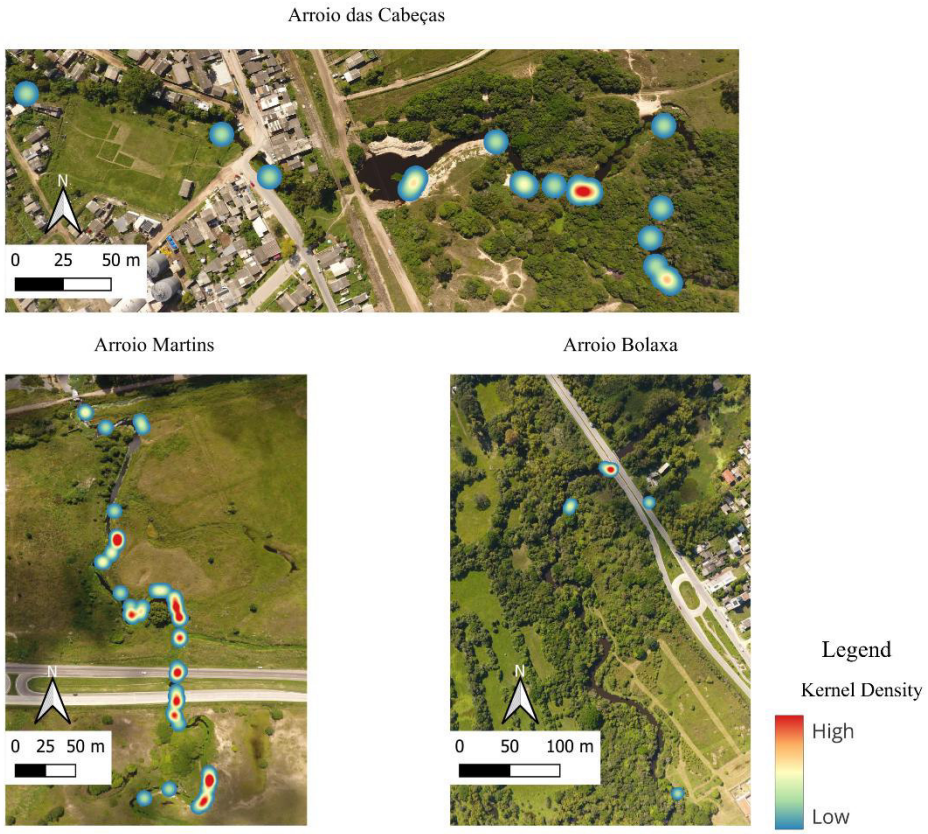


Figura 8. Mapas de calor representando a densidade de vestígios nos arroios das Cabeças, Martins e Bolaxa (agosto de 2024 a julho de 2025).

5. Análise da dieta

A composição alimentar apresentou diferenças entre os arroios estudados. No arroio de urbanização intermediária (N = 16), observou-se predominância de peixes (FO = 87,5%; FOr = 58,3%), associada a uma participação expressiva de crustáceos (FO = 56,2%; FOr = 37,5%) e a um registro pontual de aves (FO = 6,2%; FOr = 4,2%). Já no arroio menos urbanizado (N = 10), a dieta apresentou um padrão intermediário, marcado por

forte dominância da piscivoria (FO = 90%; FOr = 69,2%) e participação moderada de crustáceos (FO = 40%; FOr = 30,8%). Por sua vez, o arroio mais urbanizado (N = 2) apresentou a dieta mais restrita, composta exclusivamente por peixes (FO = 100%; FOr = 100%) (Figura 9).

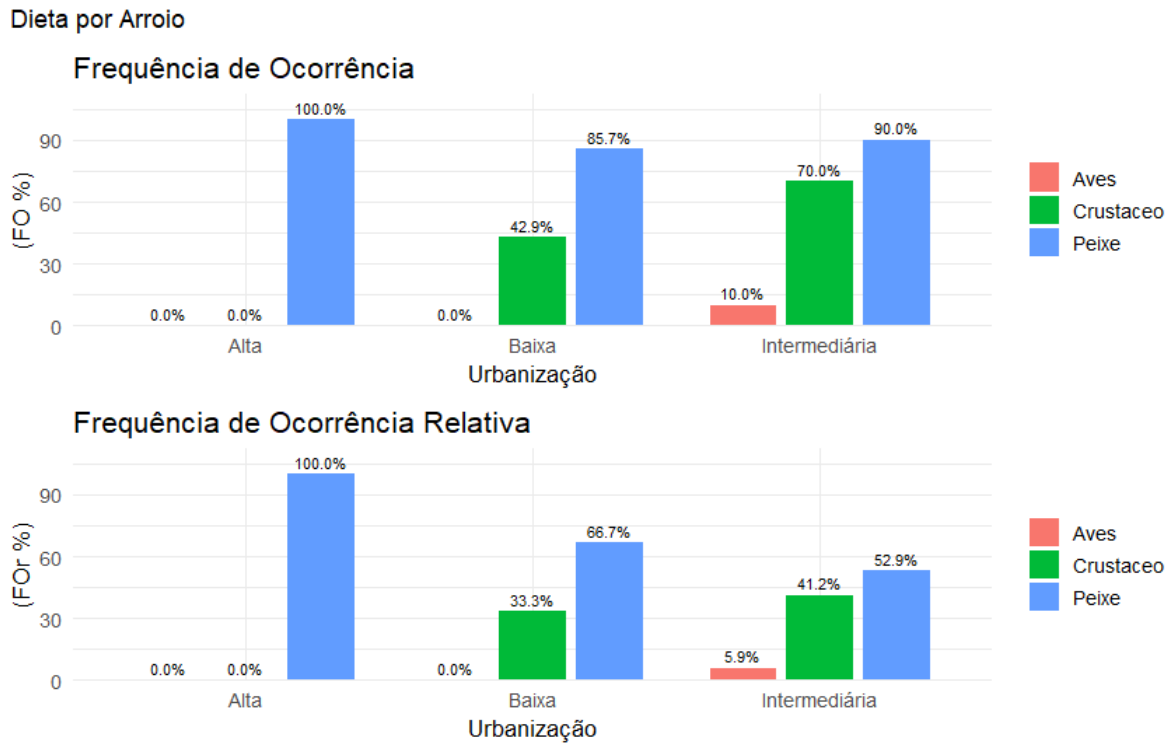


Figura 9. Frequência de ocorrência (FO%) e frequência de ocorrência relativa (FOr%) dos itens alimentares registrados em fezes de *Lontra longicaudis* nos arroios Martins, Bolaxa e Cabeças. Os resultados indicam diferenças espaciais na composição da dieta, associadas à heterogeneidade ambiental entre os arroios.

A composição alimentar da lontra-neotropical apresentou flutuações descritivas ao longo das estações do ano (Ntotal = 28), embora sem variação estatisticamente significativa (PERMANOVA: F = 1,99; p = 0,168). Os peixes constituíram o principal recurso alimentar em todas as estações do ano, mantendo frequência de ocorrência máxima no inverno (N = 5) e na primavera (N = 5) (FO = 100% em ambas), com valores igualmente elevados no outono (N = 10) (FO = 80%) e no verão (N = 8) (FO = 87,5%).

Apesar da constância da piscivoria, sua importância relativa variou entre as estações. No inverno e na primavera, os peixes responderam por 83,33% das ocorrências alimentares (FOr). No verão e no outono, observou-se redução da FOr de peixes (53,8% e 57,1%, respectivamente), concomitante ao aumento da participação de crustáceos. Os crustáceos apresentaram maior representatividade durante o verão (FO = 75%; FOr = 46,1%) e o

outono (FO = 50%; FOr = 35,7%). No inverno e na primavera, os crustáceos tiveram participação discreta (FO = 20%; FOr = 16,6%). O consumo de aves foi raro e restrito ao outono (FO = 10%; FOr = 7,1%).

Em conjunto, os resultados indicam que, embora a piscivoria permaneça como o eixo central da dieta da lontra-neotropical nos arroios estudados, os crustáceos atuam como recurso secundário relevantesobretudo durante períodos de menor predominância relativa de peixes (Figura 10).

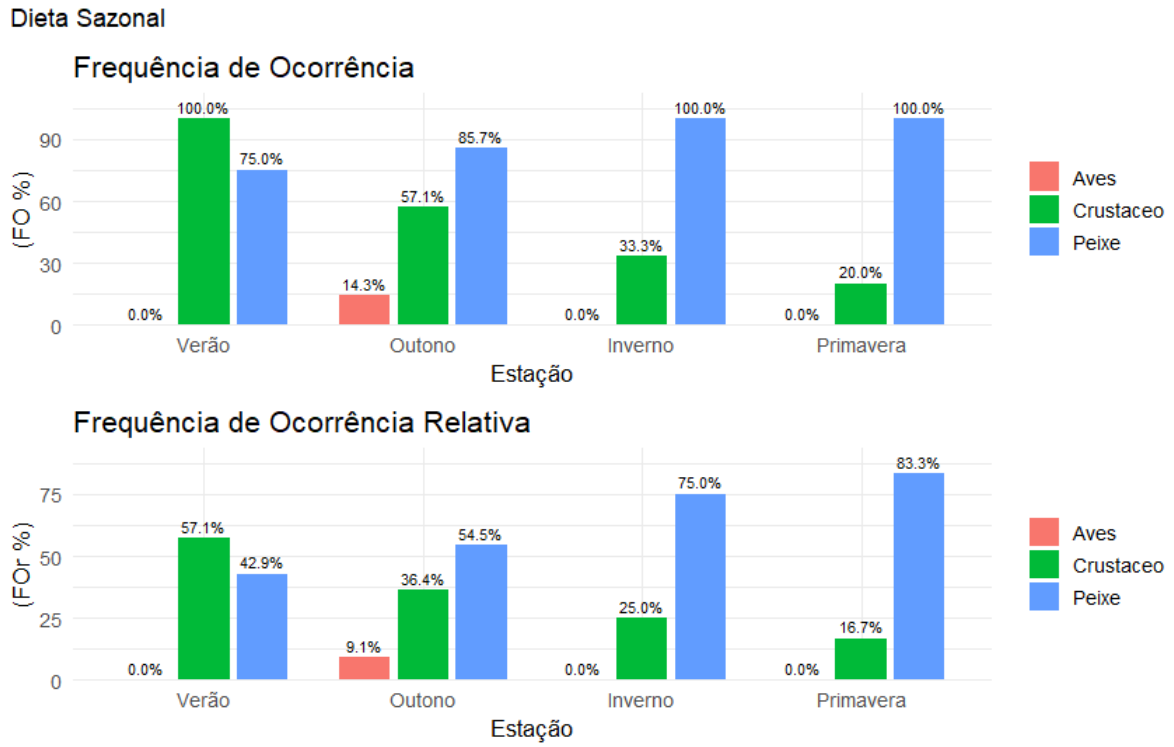


Figura 10. Frequência de ocorrência (FO%) e frequência de ocorrência relativa (FOr%) dos itens alimentares identificados em fezes de lontra-neotropical, agrupados por estação do ano. As barras representam os valores percentuais para cada categoria alimentar, evidenciando variações temporais na presença e dominância relativa dos recursos explorados.

Não foram observadas diferenças significativas na composição alimentar da lontra-neotropical considerando a interação entre arroio e estação (PERMANOVA; F = 0,51; p = 0,766) ou isoladamente para arroios (F = 0,97; p = 0,425) ou estações do ano (F = 1,99; p = 0,168). Esse resultado indica que, embora existam variações na frequência de ocorrência dos itens entre arroios e períodos, a estrutura multivariada da dieta, baseada na presença das categorias peixe, crustáceo e ave, não apresentou segregação clara. Biologicamente, isso demonstra

uma elevada homogeneidade e estabilidade no nicho trófico da espécie na região, evidenciando que a utilização das principais categorias de presas independe do curso d'água selecionado ou da sazonalidade.

Corroborando o resultado da PERMANOVA, a ordenação por NMDS apresentou valor de stress muito baixo (stress = 0,026), indicando excelente ajuste entre as distâncias de Bray–Curtis na matriz original e a representação bidimensional obtida. No espaço de ordenação, as amostras agruparam-se de forma relativamente próxima, refletindo a alta constância da piscivoria na dieta, com sobreposição considerável entre estações e uma leve diferenciação visual, sem formação de agrupamentos distintos. O ambiente mais urbanizado ocupou uma posição mais restrita no espaço multivariado, aparentemente associada exclusivamente ao consumo de peixes, porém com baixa representatividade amostral (Figura 11).

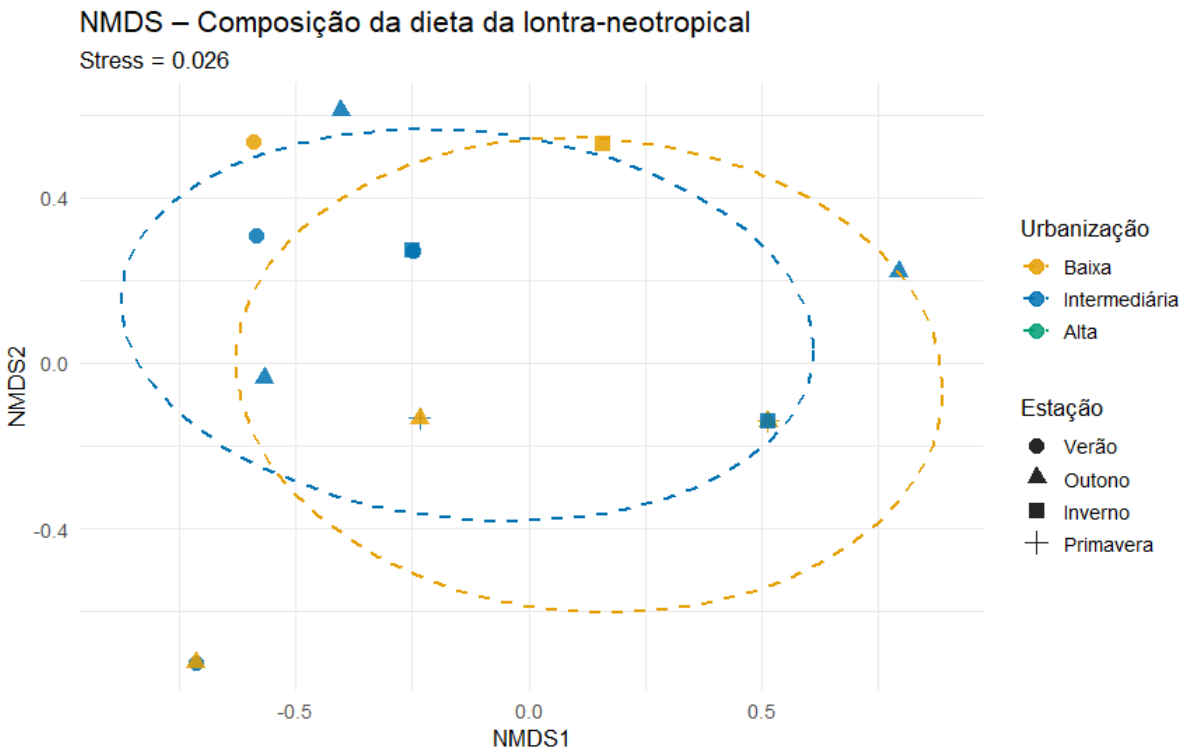


Figura 11. Ordenação por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) da composição da dieta da lontra-neotropical, baseada na distância de Bray–Curtis, a partir da presença das categorias alimentares peixe, crustáceo e ave em amostras fecais. Os pontos representam amostras individuais, diferenciadas por estação (símbolos) e arroio (cores). As elipses indicam a dispersão multivariada das amostras por arroio.

DISCUSSÃO

O mapeamento dos vestígios da lontra-neotropical revelou um padrão divergente do esperado, no qual a presença de registros não acompanhou o gradiente de preservação da vegetação terrestre marginal. Essa classificação permite interpretar os resultados não apenas como diferenças entre cursos d'água individuais, mas como respostas da espécie ao longo de um gradiente de modificação da paisagem. O ambiente menos urbanizado, embora ostente a maior e mais contínua faixa de vegetação (97,34% de cobertura), apresentou a menor taxa de encontro vestígios (1,35 vestígios/km). Em contraste, o ambiente intermediário, mesmo inserido em uma matriz periurbana, concentrou o maior número de registros (14,3 vestígios/km). Esse padrão sugere que a inferência sobre a intensidade de uso do espaço não depende exclusivamente da cobertura vegetal, podendo estar associada à estrutura física do ambiente e à detectabilidade dos vestígios. Essa interpretação ganha suporte pela análise dos micro-habitats utilizados, na qual aproximadamente 95% dos registros ocorreram sobre bancos de areia. Isso sugere que a ampla disponibilidade desse substrato influencia a permanência dos vestígios no ambiente e o padrão espacial observado, ou seja, a frequência de registros possivelmente reflete simultaneamente o uso do ambiente pela espécie e a probabilidade de detecção dos sinais, e que os bancos de areia são locais frequentemente utilizados para deslocamento, descanso e/ou demarcação territorial.

No caso do ambiente menos urbanizado, a baixa taxa de encontro deve ser interpretada com cautela. Esse padrão é compatível com os resultados de Massara *et al*. (2026), que, ao avaliar a dinâmica de ocupação de lontra-neotropical em diferentes trechos do rio Paraopeba, não encontraram efeito da proporção de cobertura ripária natural sobre a ocupação ou sobre a probabilidade de detecção da espécie. Os autores também observaram maior frequência de registros em trechos com maior disponibilidade de bancos de areia, sugerindo que a estrutura fina do habitat e a detectabilidade dos vestígios podem influenciar fortemente os padrões observados. Assim, a elevada cobertura de vegetação registrada no ambiente menos urbanizado não deve ser interpretada isoladamente como indicadora de maior intensidade de uso pela lontra-neotropical. Essa conectividade implica que o arroio não funciona como um ambiente isolado, mas como parte de uma rede contínua de banhados, lagoas e canais inseridos na APA da Lagoa Verde. Essa configuração possivelmente possibilita o deslocamento da lontra-neotropical entre diferentes trechos do sistema hídrico, permitindo o acesso a áreas de alimentação, abrigo e demarcação territorial. Dessa forma, a elevada integridade local da vegetação pode coexistir com uma dinâmica de uso espacial mais ampla, na qual a espécie se desloca entre diferentes ambientes funcionalmente conectados. Assim, embora fatores locais, como a proximidade da rodovia RS-734 e a presença de animais domésticos, possam reduzir o uso das margens e a detectabilidade dos vestígios, o sistema pode permanecer funcional como parte da rede de

deslocamento da espécie na paisagem. Conforme apontado por Gu e Swihart (2004), a não detecção de uma espécie onde ela deveria estar raramente é um erro aleatório, tratando-se frequentemente de um viés sistemático que distorce a compreensão da relação habitat-animal, especialmente quando o ambiente oculta as evidências físicas. Os resultados obtidos neste estudo sugerem que a dominância de gramíneas densas (*Paspalum* spp.) ao longo das margens pode reduzir a retenção de pegadas e outros vestígios, dificultando sua detecção em campo. Além disso, a proximidade de fontes de perturbação antrópica observadas na área pode reduzir o uso de margens mais expostas pela espécie. Essa interpretação encontra respaldo na distribuição dos micro-habitats observada no ambiente menos urbanizado, onde os registros ficaram distribuídos em bancos de areia, troncos, estruturas de concreto e trechos com vegetação marginal, sem a predominância de registros em micro-habitats específicos observada nos demais arroios. Enquanto os bancos de areia, por constituírem substratos deformáveis, permitem o registro de pegadas, arranhões e fezes, os demais micro-habitats preservaram apenas registros fecais, uma vez que não apresentam condições físicas favoráveis à retenção dos demais tipos de vestígios da presença da lontra.

Em contraste, o arroio intermediário, mesmo inserido em uma matriz periurbana, concentrou um número médio de registros significativamente superior (14,3 vestígios/km). As imagens aéreas evidenciaram elevada complexidade hidromorfológica, com exposição frequente de bancos de areia (3,40% da área) e margens erodidas. Embora os bancos de areia representem apenas 3,40% da área mapeada na faixa de 10 m das margens, esses substratos encontram-se distribuídos ao longo de diferentes trechos do arroio e ocupam justamente a interface entre a margem e o canal, região potencialmente mais utilizada pela espécie para deslocamento e demarcação territorial. Os resultados obtidos para os microhabitats seguem em mesmo padrão, uma vez que todos os registros realizados nesse ambiente ocorreram sobre bancos de areia. Assim, a elevada frequência de registros parece estar mais relacionada à distribuição espacial desses substratos ao longo do canal do que à sua proporção na área total analisada, favorecendo tanto a utilização desses locais quanto à permanência dos vestígios na superfície, aumentando sua probabilidade de detecção em comparação com substratos recobertos por vegetação. Esse resultado é particularmente importante para a interpretação do gradiente, pois demonstra que o ambiente intermediário não apresentou necessariamente maior intensidade de uso por possuir maior qualidade geral de habitat, mas pode ter oferecido uma combinação particularmente favorável entre disponibilidade de estruturas utilizadas pela espécie e condições de preservação dos vestígios. Esse padrão é consistente em termos de flexibilidade no uso de recursos com o comportamento oportunista descrito para a lontra-de-rio-do-norte (*Lontra canadensis*), cuja dieta pode variar conforme a disponibilidade de presas, ou seja, que o tipo de habitat pode atuar como fator inicial na seleção das presas, enquanto abundância, agilidade e história de vida das presas podem atuar

como fatores secundários. (Day *et al.* 2015). Embora esse estudo trate de outra espécie de lontra e de seleção de presas, seu resultado fornece suporte comparativo para a ideia de que características estruturais do ambiente podem mediar a utilização dos recursos, sem que isso implique uma resposta direta e linear à cobertura vegetal. Os mapas de calor elaborados a partir dos registros reforçam essa interpretação ao evidenciarem uma distribuição espacial mais dispersa dos vestígios ao longo do ambiente intermediário, compatível com a ocorrência de bancos de areia distribuídos em diferentes segmentos do canal e não concentrados em um único setor. A predominância quase absoluta de registros em bancos de areia também evidencia que a eficiência de programas de monitoramento baseados em vestígios pode ser fortemente influenciada pela disponibilidade desse substrato. Assim, comparações entre ambientes devem considerar não apenas o número de vestígios registrados, mas também a distribuição espacial dos micro-habitats capazes de preservar vestígios ao longo do tempo.

O ambiente mais urbanizado, por sua vez, ilustra o impacto do adensamento estrutural (16,08% de urbanização). A queda na taxa média de encontro para 3,60 vestígios/km, somada à retificação do canal, à presença de moradias, ruas, circulação frequente de veículos e pessoas e à redução da vegetação marginal, reflete características associadas ao processo de urbanização de pequenos cursos d'água, descrito por Walsh *et al.* (2005), onde a simplificação física do leito e a intensificação das pressões da matriz urbana podem alterar a estrutura e o funcionamento do sistema. No trecho analisado, a elevada densidade de moradias e trânsito local, reduz a disponibilidade de setores marginais pouco perturbados e aumenta a exposição da espécie à presença humana. Além das alterações físicas, a circulação de moradores, a presença de animais domésticos e outras fontes de perturbação podem influenciar o comportamento da espécie, reduzindo o uso de margens mais expostas. Essa interpretação é consistente, de forma comparativa, com Kerley *et al.* (2002), que demonstraram que perturbação humana pode alterar o comportamento e o desempenho de mamíferos carnívoros. Conforme discutido por Yasué (2005), a pressão antrópica estabelece um balanço complexo no qual a alta disponibilidade de recursos em determinadas áreas pode levar os animais a tolerarem certo grau de perturbação, embora essa convivência imponha limites diretos à eficiência de forrageamento e à utilização ideal do espaço. Entretanto, a distribuição espacial dos vestígios dentro do próprio ambiente mais urbanizado evidencia que a urbanização não atua de maneira homogênea ao longo do trecho monitorado. A maior concentração de registros ocorreu justamente no setor relativamente menos urbanizado do trecho amostrado, indicando que, mesmo em um curso d'água inserido predominantemente em matriz urbana, setores localmente menos alterados podem apresentar condições mais favoráveis à utilização pela espécie. Esse resultado reforça a importância de distinguir a condição média do ambiente da disponibilidade de refúgios e estruturas favoráveis em escala local. Sugerindo que a resposta da lontra-neotropical à urbanização

pode ocorrer em escala espacial fina, sendo influenciada pela disponibilidade local de substratos e estruturas de margem, além do grau de perturbação antrópica. Assim, a presença da espécie no ambiente mais urbanizado não necessariamente indica tolerância uniforme à urbanização, mas pode refletir a utilização seletiva de setores que ainda mantêm condições estruturais mais favoráveis. Trabalhos recentes com *chungungo* (*Lontra felina*) na costa da Região de Tarapacá, no norte do Chile, indicam declínios abruptos onde há sobreposição com a presença humana, mesmo com o habitat relativamente preservado (Pavez *et al.* 2026). Contudo, por se tratar de uma espécie distinta e de um sistema costeiro marinho, essa comparação deve ser considerada apenas como evidência complementar de que a resposta de lontras à presença humana pode depender da intensidade e da distribuição espacial da perturbação. Apesar desse cenário, praticamente todos os registros no arroio mais urbanizado também ocorreram sobre bancos de areia, indicando que o padrão de utilização do micro-habitat permaneceu semelhante ao observado no ambiente intermediário. Assim, as diferenças na taxa de encontro de vestígios entre três níveis do gradiente de urbanização parecem decorrer, principalmente, da combinação entre alterações estruturais do sistema, disponibilidade e distribuição de substratos favoráveis à permanência dos vestígios e intensidade da perturbação antrópica, e não de mudanças evidentes na seleção do micro-habitat pela espécie.

Em relação à análise temporal, o fato de não haver diferença significativa na taxa média de encontro de vestígios entre os meses sugere ausência de um padrão sazonal no uso das margens ao longo do período amostrado. Essa interpretação encontra respaldo na literatura regional sobre *Lontra longicaudis*, que aponta uma ocupação relativamente contínua dos ambientes aquáticos no Sul do Brasil, embora com variações na intensidade de uso de determinados sítios, na detectabilidade dos vestígios e na disponibilidade de recursos ao longo do tempo. No Vale do Taquari (RS), Kasper *et al.* (2008) documentaram o uso recorrente de abrigos e latrinas durante todo o período de monitoramento, evidenciando a manutenção da utilização desses locais ao longo do ano. De forma semelhante a espécie foi registrada continuamente durante amostragens mensais realizadas por aproximadamente 18 meses em Santa Catarina, indicando presença regular da lontra na área de estudo (Quadros & Monteiro-Filho 2001). Ainda na região Sul, Carvalho-Junior *et al*. (2010) verificaram, na Lagoa da Conceição, na Ilha de Santa Catarina, em Florianópolis (SC), padrões de variações temporais ocorreram na composição da dieta, e não na permanência da espécie no ambiente, sugerindo uma resposta oportunista às oscilações na disponibilidade de presas. Na própria Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde observou-se a reutilização de latrinas e uso contínuo de abrigos, em um monitoramento mensal conduzido entre julho de 2008 e junho de 2009 no arroio Bolaxa, reforçando a persistência espacial da espécie na região (Quintela *et al.* 2011). Assim, a constância dos registros em bancos de areia observada neste estudo é coerente com esse padrão regional de utilização contínua do habitat, embora essa

estabilidade não deva ser interpretada como ausência absoluta de variações temporais, uma vez que fatores como hidrologia, disponibilidade de recursos e detectabilidade dos vestígios podem influenciar a frequência dos registros sem, necessariamente, refletir mudanças na ocupação da área.

A análise da composição da dieta da lontra-neotropical nos ambientes amostrados revelou a marcante predominância da piscivoria como a principal estratégia trófica da espécie, complementada pelo consumo de crustáceos e, de forma ocasional, aves. Embora tenham sido observadas variações locais na frequência de ocorrência dos itens, as análises multivariadas (PERMANOVA e NMDS) não detectaram diferenças estatisticamente significativas na composição alimentar entre os níveis do gradiente de urbanização, entre as estações do ano ou na interação entre esses fatores. Esse resultado evidencia uma ampla sobreposição trófica na região, indicando que as oscilações ambientais locais não foram suficientes para alterar a composição geral da dieta da espécie. À luz dessa consistência, os três níveis do gradiente presentaram padrões específicos em termos descritivos, ainda que compartilhem a base piscívora.

No ambiente intermediário, observou-se o padrão alimentar mais diversificado entre os ambientes estudados. Embora os peixes dominem a dieta (FO = 87,5%), a elevada participação de crustáceos (56,25%) e o registro de aves (6,25%) reforçam seu padrão de forrageamento oportunista, compatível com a flexibilidade trófica descrita para lontra-neotropical (Rheingantz *et al*. 2017). Essa diversificação pode estar associada à maior heterogeneidade ambiental observada nesse nível do gradiente, marcada pela presença frequente de vegetação aquática, bancos de areia e diferentes micro-habitats ao longo do canal. Essa heterogeneidade estrutural propicia áreas de abrigo e recrutamento para peixes juvenis e invertebrados, especialmente crustáceos (Thomaz & Cunha 2010), o que pode se refletir em uma maior disponibilidade local e, consequentemente, em uma maior frequência desses itens nas fezes. Além disso, a distribuição relativamente dispersa dos vestígios ao longo do ambiente intermediário sugere que essas condições favoráveis não se restringem a um único setor, mas encontram-se distribuídas por diferentes trechos do sistema.

O ambiente menos urbanizado apresentou um padrão intermediário de composição alimentar, caracterizado pela predominância de peixes (FO = 90%) e participação moderada de crustáceos (FO = 40%). Embora a taxa de encontro de vestígios tenha sido a menor entre os níveis do gradiente, a composição da dieta indica acesso a diferentes recursos alimentares. Esse resultado deve ser interpretado em conjunto com as características ambientais do sistema, uma vez que o ambiente menos urbanizado está inserido em uma Área de Proteção Ambiental (APA) e possui ampla cobertura de vegetação terrestre marginal. Além disso, estudos prévios

destacaram sua relevância para a conservação da biodiversidade regional, registrando elevada riqueza de espécies e sua importância como corredor ecológico na paisagem costeira do município (Batista *et al*. 2007; Dorneles *et al*. 2013). Dessa forma, a baixa frequência de registros observada neste estudo não deve ser interpretada como evidência de baixa qualidade ambiental, mas, provavelmente, como reflexo da interação entre limitações de detectabilidade e fatores locais que influenciam o uso e a marcação das margens pela espécie.

Por outro lado, no ambiente mais urbanizado, inserido em uma matriz com 16,08% de urbanização, observou-se uma dieta mais restrita, composta exclusivamente por peixes (FO = 100%). Esse padrão pode estar associado à simplificação do habitat aquático, uma vez que a retificação do canal e a influência de efluentes tendem a reduzir a diversidade estrutural e a disponibilidade de micro-habitats utilizados por organismos bentônicos (McKinney 2002). Contudo, essa interpretação deve ser realizada com cautela, pois o resultado está condicionado ao reduzido número de amostras fecais obtidas nesse arroio (N = 2), limitando inferências sobre especialização alimentar local.

A análise sazonal demonstrou que os peixes permaneceram como principal recurso alimentar durante todo o ano. Embora sua frequência de ocorrência tenha permanecido elevada em todas as estações, observou-se uma participação relativamente maior de crustáceos durante o verão e o outono. Essa variação sugere um ajuste oportunista na exploração dos recursos disponíveis, sem alterar o padrão geral de piscivoria. O consumo de aves foi raro e restrito ao outono, indicando um recurso ocasional dentro da dieta da espécie. Esse predomínio contínuo da piscivoria associado a flutuações discretas em itens secundários encontra forte amparo na literatura sobre a espécie no Sul do Brasil. Padrões semelhantes foram reportados por Kasper *et al*. (2004) no arroio Forquetinha e no rio Forqueta, no Vale do Taquari, região central do Rio Grande do Sul, e Quintela *et al*. (2008) no arroio Bolaxa, sistemas fluviais do Rio Grande do Sul, onde os peixes compõem a base trófica perene ao longo de todas as estações, enquanto macrocrustáceos e pequenos vertebrados terrestres ou de águas rasas atuam como presas complementares incorporadas de forma oportunista, frequentemente coincidindo com períodos de menor nível de água ou picos de abundância local desses organismos.

A ausência de diferenças significativas na composição alimentar revelada pela PERMANOVA também pode refletir a elevada plasticidade trófica da lontra-neotropical, espécie reconhecida por explorar preferencialmente os recursos mais abundantes e energeticamente acessíveis em cada ambiente. Dessa forma, pequenas variações locais na disponibilidade de presas tendem a modificar a frequência de determinados itens alimentares, sem necessariamente alterar a estrutura geral da dieta, predominantemente piscívora. Esse

comportamento plástico dentro de uma matriz estritamente piscívora assemelha-se aos padrões discutidos por Rheingantz *et al.* (2017) em nível neotropical e por Quadros e Monteiro-Filho (2001) na Floresta Atlântica, demonstrando que a espécie reajusta as proporções do seu consumo sem fragmentar a estabilidade do seu nicho trófico principal. De forma semelhante, a ordenação por NMDS demonstrou ampla sobreposição entre as amostras, evidenciando que a piscivoria permaneceu como o principal componente da dieta em todos os ambientes avaliados. Assim, as variações observadas parecem demonstrar que os diferentes níveis de urbanização representados pelos ambientes amostrados não apresentam heterogeneidade suficiente para alterar significativamente a dieta da lontra na região. A predominância de peixes observada em todos os ambientes avaliados segue um padrão amplamente documentado para a subfamília Lutrinae (Larivière 1999; Medina-Vogel *et al.* 2003; Kruuk 2006; Roos *et al.* 2015). Consequentemente, as diferenças locais na estrutura dos ambientes parecem influenciar mais a frequência relativa de determinados itens alimentares do que alterar o padrão trófico predominante da espécie, que permaneceu essencialmente piscívoro em todos os ambientes avaliados.

Os resultados indicam que o uso do habitat pode estar relacionado a um balanço entre disponibilidade de recursos - espaço ou alimento - e risco à sobrevivência. Como apontam Sih *et al*. (2011) e Rheingantz *et al*. (2017), a percepção de risco e a presença de distúrbios antropogênicos podem ser mais determinantes para a abundância e permanência da espécie do que a simples extensão territorial de uma elevada cobertura de vegetação ripária. Dessa forma, o ambiente menos urbanizado apresenta um padrão discrepante entre integridade estrutural e registro de ocorrência da lontra-neotropical. Embora esteja inserido em uma Área de Proteção Ambiental (APA) e apresente a maior cobertura de vegetação terrestre marginal da amostra (97,34%), registrou a menor taxa de encontro de vestígios. Esse cenário apresenta características compatíveis com o conceito de armadilha ecológica descrito na literatura (Sih *et al.* 2011; Wong & Candolin 2015), segundo o qual alterações antrópicas podem romper a associação entre os sinais de qualidade do habitat e os benefícios efetivamente proporcionados aos organismos, levando-os a selecionar ambientes aparentemente favoráveis, mas que impõem maiores riscos à sobrevivência ou reduzem sua aptidão. Embora os dados obtidos não permitam confirmar diretamente esse processo, a elevada qualidade estrutural do ambiente pode atuar como elemento atrativo para a espécie, enquanto fatores associados à atividade humana podem aumentar os custos de utilização do habitat. A elevada qualidade estrutural do ambiente pode atuar como elemento atrativo para a espécie, enquanto fatores associados à atividade humana podem aumentar os custos de utilização do habitat. A proximidade letal com a rodovia RS-734, o ruído constante e a presença frequente de pessoas e de cães domésticos transformam o que seria um refúgio em um ambiente com perturbações contínuas (Yasué 2005). Nessas condições, a lontra pode reduzir o uso de determinados trechos ou

restringir sua exposição em áreas mais abertas, comportamento já observado para outras espécies de lontras em ambientes com elevada presença humana, levando a uma subutilização de ambientes aparentemente adequados (Pavez *et al.* 2026). Parte desses riscos potenciais não permanece apenas no campo teórico. Durante o desenvolvimento deste estudo, registrou-se um atropelamento, evidenciando a vulnerabilidade da espécie frente à infraestrutura viária presente na região. O perigo, contudo, não se restringe aos efeitos diretos da atividade humana. A circulação de animais domésticos nos ambientes menos e mais urbanizado, observada com maior frequência nesses dois ambientes, acende um alerta para o potencial *spillover* patogênico. O contato indireto com cães expõe a fauna nativa a vírus e protozoários urbanos, ameaçando a saúde da lontra-neotropical mesmo em áreas sem lançamento direto de efluentes ou protegidas (Gonchoroski *et al.* 2025). Além disso, o contato direto também representa uma ameaça por meio de predação, perseguição e assédio comportamental. Cães de vida livre são reconhecidos como uma ameaça relevante à mastofauna nativa, atuando como predadores oportunistas e promovendo exclusão espacial de espécies sensíveis (Lessa *et al.* 2016). Esses efeitos combinados sugerem um aumento do custo de uso das margens pelas lontras, podendo influenciar sua permanência e padrão de atividade em ambientes antropizados. A redução da utilização desses ambientes também pode representar a perda potencial de funções ecológicas associadas à espécie, incluindo controle de presas e processos de dispersão de sementes e propágulos já descritos para a lontra-neotropical (Hoffmann *et al.* 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A investigação sobre a ecologia da lontra-neotropical nos arroios de Rio Grande demonstra que a persistência desse carnívoro em paisagens costeiras sob influência antrópica está associada à elevada plasticidade ecológica da espécie. A integração entre os registros de vestígios, a composição da dieta e as características da paisagem permitiu identificar padrões consistentes de uso do habitat, contribuindo para a compreensão da ecologia da espécie no extremo sul do Brasil.

Os resultados indicam que a cobertura de vegetação terrestre marginal, isoladamente, não explica os padrões observados de uso do habitat. A intensidade dos registros mostrou-se relacionada à interação entre diferentes componentes da paisagem, incluindo a disponibilidade de micro-habitats capazes de preservar vestígios, a conectividade entre os ambientes aquáticos e a influência de perturbações antrópicas. Esses resultados evidenciam a importância de interpretar conjuntamente fatores ecológicos e limitações relacionadas à detectabilidade dos vestígios.

Da mesma forma, a dieta permaneceu predominantemente piscívora em todos os níveis do gradiente de urbanização, mesmo diante das diferenças observadas na frequência de ocorrência dos itens alimentares entre os ambientes avaliados. Esse padrão corrobora o que vem sendo amplamente descrito para a espécie e reforça sua elevada plasticidade trófica. Além disso, a ausência de um padrão sazonal detectável na taxa de encontro de vestígios sugere utilização contínua dos ambientes ao longo do ano, em concordância com estudos realizados no sul do Brasil.

Os resultados obtidos reforçam que a conservação da lontra-neotropical depende de estratégias que ultrapassem a simples manutenção da vegetação ripária. A preservação da conectividade funcional entre os ambientes aquáticos, a mitigação dos impactos associados à infraestrutura viária, o manejo adequado de animais domésticos e a redução de outras fontes de perturbação antrópica constituem ações prioritárias para garantir a persistência da espécie em paisagens sob crescente influência humana.

Por fim, recomenda-se que estudos futuros integrem métodos complementares de monitoramento, como armadilhas fotográficas, telemetria e técnicas moleculares, permitindo reduzir limitações relacionadas à detectabilidade dos vestígios e ampliar a compreensão sobre os padrões de uso do espaço, seleção de habitat e resposta da espécie aos diferentes níveis de perturbação ambiental.

REFERÊNCIAS

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., and Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, *22*(6), 711–728. doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, *26*(1), 32–46. https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.

Andrade, A. M., Arcoverde, D. L., and Albernaz, A. L. (2019). Relationship of Neotropical otter vestiges with environmental and anthropogenic factors. *Acta Amazonica*, *49*(3), 183–192. https://doi.org/10.1590/1809-4392201801122.

Barbieri, F., Machado, R., Antunes Zappes, C., and Oliveira, L. R. de. (2012). Interactions between the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) and gillnet fishery in the southern Brazilian coast. *Ocean and Coastal Management*, *63*, 16–23. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.007.

Barbosa, A. M., Real, R., Olivero, J., and Vargas, J. M. (2003). Otter (*Lutra lutra*) distribution modeling at two resolution scales suited to conservation planning in the Iberian Peninsula. *Biological Conservation*, *114*(3), 377–387.

Barros, G. V. P. de, Gomes, H. B., Santos, F. S. dos, and Cruz, M. A. S. (2020). Eficiência de Redes Neurais Artificiais na classificação de uso e do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba - SE. *Revista Brasileira de Meteorologia*, *35*, 823–833.

Bastida, R., Rodríguez, D., Secchi, E., and Silva, V. (2018). *Mamíferos aquáticos de Sudamérica y Antártida*. Vázquez Mazzini Editores.

Batista, T. D. L., Canteiro, R. D. C. S. A., Dorneles, L. P. P., and Colares, I. G. (2007). Levantamento florístico das comunidades vegetais na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde, Rio Grande, RS. *Revista Brasileira de Biociências*, *5*(2), 225–227.

Booth, D. B., Hartley, D., and Jackson, R. (2002). Forest cover, impervious surface area, and the mitigation of stormwater impacts. *Journal of the American Water Resources Association*, *38*(3), 835–845. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2002.tb01000.x

Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, *18*(1), 117–143. https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x.

Colares, E. P., and Waldemarin, H. F. (2000). Feeding of the Neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in the coastal region of Rio Grande do Sul State, southern Brazil. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*, *17*(1), 6–13.

Cunico, A. M., Ferreira, E. A., Agostinho, A. A., Beaumord, A. C., and Fernandes, R. (2012). The effects of local and regional environmental factors on fish assemblages in the Pirapó Basin, southern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, *10*(4), 795–806. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.01.002.

Day, C. C., Westover, M. D., and McMillan, B. R. (2015). Seasonal diet of the northern river otter (*Lontra canadensis*): What drives prey selection? *Canadian Journal of Zoology*, *93*(3), 197–205. https://doi.org/10.1139/cjz-2014-0218.

Duplaix, N. (1980). Observations on the ecology and behavior of the giant otter (*Pteronura brasiliensis*) in Suriname. *Revue d'Écologie (La Terre et la Vie)*, *34*, 495–620.

Ferretti, O. (Ed..). (2020). *Áreas protegidas: Experiências de pesquisa e extensão no Sul do Brasil* (1ª ed.). Edições do Bosque/CFH/UFSC.

Galetti, M., Carmignotto, A. P., Percequillo, A. R., Santos, M. C. D. O., Ferraz, K. M. P. M. B., Lima, F., and Ribeiro, M. C. (2022). Mammals in São Paulo State: Diversity, distribution, ecology and conservation. *Biota Neotropica*, *22*(spe), e20221363. https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1363.

Gallo-Reynoso, J. P. (1997). Situación y distribución de las nutrias en México, con énfasis en *Lontra longicaudis annectens* Major, 1897. *Revista Mexicana de Mastozoología*, *2*, 10–32.

Gardner, T. A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R. M., Harvey, C. A., Peres, C. A., and Sodhi, N. S. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, *12*(6), 561–582. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01294.x.

Gardner, T. A., Barlow, J., Sodhi, N. S., and Peres, C. A. (2010). A multi-region assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Biological Conservation*, *143*(10), 2293–2300. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.05.017.

Gonchoroski, G. Z., Reck, J., Mello, L. S., Silveira, V. P., Lunge, V. R., Leuchtenberger, C., and Freitas, T. R. O. (2025). Exposure of free-living *Lontra longicaudis* (Neotropical otter) to domestic carnivores and their associated pathogens in a protected area in Brazil. *Frontiers in Mammal Science*, *2*, 1634247. https://doi.org/10.3389/fmamm.2025.1634247.

Grolemund, G., and Wickham, H. (2011). Dates and times made easy with lubridate. *Journal of Statistical Software*, *40*(3), 1–25. https://doi.org/10.3389/fmamm.2025.1634247.

Gu, W., and Swihart, R. K. (2004). Absent or undetected? Effects of non-detection of species occurrence on wildlife–habitat models. *Biological Conservation*, *116*(2), 195–203. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00190-3.

Guimarães, P. S., and Garcia, M. (2016). Importância do habitat e do forófito para a composição da comunidade de diatomáceas perifíticas. *Iheringia, Série Botânica*, *71*(1), 99–112.

Hoffmann, P., Adolfo, A., Green, A. J., and Maltchik, L. (2025). Secondary dispersal of wetland plants by neotropical otters. *Freshwater Biology*, *70*(2), Artigo e70013. https://doi.org/10.1111/fwb.70013.

Kasper, C. B., Feldens, M. J., Salvi, J., and Grilho, H. C. Z. (2004). Estudo preliminar da ecologia de *Lontra longicaudis* (Olfers) (Carnivora, Mustelidae) no Vale do Taquari, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, *21*(1), 65–72. https://doi.org/10.1590/S0101-81752004000100012.

Kerley, L. L., Goodrich, J. M., Miquelle, D. G., Smirnov, E. N., Quigley, H. B., and Hornocker, M. G. (2002). Effects of roads and human disturbance on Amur tigers. *Conservation Biology*, *16*(1), 97–108. https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.99290.x.

Kruuk, H. (2006). *Otters: Ecology, behaviour and conservation*. Oxford University Press.

Larivière, S. (1999). *Lontra longicaudis*. *Mammalian Species*, (609), 1–5. https://doi.org/10.2307/3504393.

Leite, P. T., Nunes, S. F., and Cechin, S. Z. (2007). Dieta e uso de hábitat da jararaca-do-brejo *Mastigodryas bifossatus* Raddi (Serpentes, Colubridae) em domínio subtropical do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, *24*(3), 729–734. https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300025

Legendre, P., and Legendre, L. (1998). *Numerical ecology* (2ª ed.). Elsevier.

Lesage, C. L., Kross, A., and Turner, S. E. (2025). North American river otter habitat suitability and human–wildlife coexistence on Protection Island, British Columbia, Canada. *The Journal of Wildlife Management*, *89*, Artigo e22719. doi.org

Lessa, I., Guimarães, T. C. S., Bergallo, H. G., Cunha, A., and Vieira, E. M. (2016). Domestic dogs in protected areas: A threat to Brazilian mammals? *Natureza and Conservação*, *14*(2), 46–56. https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.05.001.

Leuchtenberger, C., and Mourão, G. (2008). Social organization and territoriality of giant otters (Carnivora: Mustelidae) in a seasonally flooded savanna in Brazil. *Journal of Mammalogy*, *89*(2), 378–385.

MapBiomas. (2024). *Projeto MapBiomas – Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil*. mapbiomas.org

Massara, R. L., Santos, P. M., Stumpp, R., Costa, A. S., Rodrigues, J. R., Meiga, A. Y. Y., Solar, R. R. C., Moura, M. N., Dornas, T., Cäsar, C., and Paglia, A. (2026). Can a top predator persist after one of the world's largest mining dam failures? Occupancy dynamics of the neotropical otter in Brazil's Paraopeba River. *Ecology and Evolution*, *16*(4), Artigo e73366. https://doi.org/10.1002/ece3.73366.

Medina-Vogel, G., Kaufman, V. S., Monsalve, R., and Gómez, V. (2003). The influence of riparian vegetation, woody debris, stream morphology and human activity on the use of rivers by southern river otters (*Lontra provocax*) in Chile. *Oryx*, *37*(4), 422–430. https://doi.org/10.1002/ece3.73366.

Minchin, P. R. (1987). An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Vegetatio*, *69*(1–3), 89–107. https://doi.org/10.1002/ece3.73366.

Ogle, D. H., Doll, J. C., Wheeler, P., and Dinno, A. (2024). *FSA: Fisheries Stock Analysis* (Versão do pacote R 0.9.5). r-project.org

Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., and Wagner, H. (2024). *vegan: Community Ecology Package* (Versão do pacote R 2.6-6). r-project.org

Pavez, G., Fontúrbel, F. E., Vergara-Toledo, L., Weymann, M., De La Jara, N., and Valdivia, M. V. (2026). Human presence on the coast reduces marine otter abundance. *Marine Mammal Science*. Advance online publication. https://doi.org/10.1111/mms.70120.

Perinchery, A., Jathan, D., and Kumar, A. (2011). Factors determining occupancy and habitat use by Asian small-clawed otters in the Western Ghats, India. *Journal of Mammalogy*, *92*(4), 796–802.

Prakash, N., Mudappa, D., Shankar Raman, T. R., and Kumar, A. (2012). Conservation of the Asian small-clawed otter (*Aonyx cinereus*) in human-modified landscapes, Western Ghats, India. *Tropical Conservation Science*, *5*(1), 67–78. https://doi.org/10.1111/mms.70120.

Prist, P. R., Silva, M. X., and Papi, B. (2020). *Guia de rastros de mamíferos neotropicais de médio e grande porte*. São Paulo: Fólio Digital, 247 p. ISBN 978-65-86911-00-8.

Putman, R. J. (1984). Facts from faeces. *Mammal Review*, *14*(2), 79–97. https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1984.tb00341.x.

Quadros, J., and Monteiro-Filho, E. L. A. (2001). Diet of the Neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in an Atlantic Forest area, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, *36*(1), 15–21. https://doi.org/10.1076/SNFE.36.1.15.8881.

Quintela, F. M., Porciúncula, R. A., and Colares, E. P. (2008). Dieta de *Lontra longicaudis* (Olfers) (Carnivora, Mustelidae) em um arroio costeiro da região sul do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, *3*(3), 119–125. https://doi.org/10.4013/nbc.20083.03.

Quintela, F. M., Ibarra, C., and Colares, E. P. (2011). Utilização de abrigos e latrinas por *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* em um arroio costeiro na Área de Proteção Ambiental da Lagoa Verde, Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, *6*(1), 35–42. https://doi.org/10.4013/nbc.2011.61.05.

Quintela, F. M., Porciúncula, R. A., and Colares, E. P. (2012). Diet of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* in a coastal lake in southern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, *102*(2), 182–188. https://doi.org/10.1590/S0073-47212012000200009.

Reboita, M. S., and Kruche, N. (2018). Normais climatológicas provisórias de 1991 a 2010 para Rio Grande, RS. *Revista Brasileira de Meteorologia*, *33*(1), 165–179. doi.org/10.1590/0102-7786331010.

R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. r-project.org

Reis, N. R., Peracchi, A. L., Pedro, W. A., and Lima, I. P. (2006). *Mamíferos do Brasil*. Edição dos Autores.

Rheingantz, M. L., Menezes, J. F. S. de, and Thoisy, B. de. (2014). Defining *Lontra longicaudis* distribution, conservation priorities and ecological frontiers. *Tropical Conservation Science*, *7*(2), 214–229. https://doi.org/10.1177/194008291400700204.

Rheingantz, M. L., and Trinca, C. S. (2015). *Lontra longicaudis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015*, e.T12304A21937379. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T12304A21937379.en.

Rheingantz, M. L., Leuchtenberger, C., Zucco, C. A., and Fernandez, F. A. S. (2016). Differences in activity patterns of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* between rivers of two Brazilian ecoregions. *Journal of Tropical Ecology*, *32*(2), 170–174.

Rheingantz, M. L., Menezes, J. F. S. de, Galliez, M., and Fernandez, F. A. S. (2017). Biogeographic patterns in the feeding habits of the opportunist and semiaquatic Neotropical otter. *Hydrobiologia*, *792*(1), 1–15. https://doi.org/10.1007/s10750-017-3095-5.

Rheingantz, M. L., Rosas-Ribeiro, P., Gallo-Reynoso, J. P., Silva, V. C. F., Wallace, R., Utreras, V., and Hernández-Romero, P. (2021). *Lontra longicaudis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*, e.T12304A164577708. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T12304A164577708.en.

Rodrigues, L. A., Leuchtenberger, C., Kasper, C. B., Carvalho Júnior, O., and Silva, V. C. F. (2013). Avaliação do risco de extinção da lontra-neotropical *Lontra longicaudis (Olfers 1818)* no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, *3*(1), 216–227.

Rosas-Ribeiro, P. F., Rosas, F. C. W., and Zuanon, J. (2017). Conflict between fishermen and the giant otter *Pteronura brasiliensis* in Western Brazilian Amazon. *Biotropica*, *49*(3), 428–437.

Senf, C. (2022). Seeing the system from above: The use and potential of remote sensing for studying ecosystem dynamics. *Ecosystems*, *25*(8), 1719–1737.

Sih, A., Ferrari, M. C. O., and Harris, D. J. (2011). Evolution and behavioural responses to human-induced rapid environmental change. *Evolutionary Applications*, *4*(2), 367–387. https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2010.00166.x.

Sfredo, G. A., and Tagliani, C. R. A. (2016). Análise das modificações ambientais decorrentes da ocupação urbana em Rio Grande, RS, entre 1947 e 2014, por meio de um Sistema de Informações Geográficas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, *38*, 259–278.

Soubry, I., Doan, T., Chu, T., and Guo, X. (2021). A systematic review on the integration of remote sensing and GIS to forest and grassland ecosystem health attributes, indicators, and measures. *Remote Sensing*, *13*(16), Artigo 3262. https://doi.org/10.3390/rs13163262.

Sousa, K. S., Bastazini, V. A. G., and Colares, E. P. (2013). Feeding ecology of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* in the Lower Arroio Grande River, southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, *85*(1), 285–294. https://doi.org/10.1590/S0001-37652013000100014.

Tagliani, P. R. A. (Org.). (2022). *Plano ambiental do município do Rio Grande* (Ed. rev. ampl.). Editora da FURG.

Teixeira, F. Z., Coelho, I. P., Esperandio, I. B., Oliveira, N. R., Peter, F. P., Dornelles, S. S., Delazeri, N. R., Tavares, M., Martins, M. B., and Kindel, A. (2013). Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups? *Oecologia Australis*, *17*(1), 36–47. https://doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.04.

Thomaz, S. M., and Cunha, E. R. (2010). The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: Methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. *Acta Limnologica Brasiliensia*, *22*(2), 218–236. https://doi.org/10.4322/actalb.02202011.

Trinca, C. S., Jaeger, C. F., and Eizirik, E. (2013). Molecular ecology of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*): Noninvasive sampling yields insights into local population dynamics. *Biological Journal of the Linnean Society*, *109*(4), 932–948.

Waldemarin, H. F., and Colares, E. P. (2000). Utilization of resting sites and dens by the neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) in the south of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, (89), 89–97.

Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M., and Morgan II, R. P. (2005). The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, *24*(3), 706–723. https://doi.org/10.1899/04-028.1.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (2ª ed.). Springer. doi.org

Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K., and Vaughan, D. (2023). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation* (Versão do pacote R 1.1.4). r-project.org

Wickham, H., Vaughan, D., and Girlich, M. (2024). *tidyr: Tidy Messy Data* (Versão do pacote R 1.3.1). r-project.org

Wong, B. B. M., and Candolin, U. (2015). Behavioral responses to changing environments. *Behavioral Ecology*, *26*(3), 665–673. https://doi.org/10.1093/beheco/aru183.

Yasué, M. (2005). The effects of human presence, flock size and prey density on shorebird foraging rates. *Journal of Ethology*, *23*(2), 199–204. https://doi.org/10.1007/s10164-005-0152-8.