

## Mudança climática e impactos em populações de lontra neotropical

### Climate change and impacts on neotropical otter

**Oldemar de Oliveira Carvalho Junior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7776-0022>

Instituto Ekko Brasil, Brasil

E-mail: [ocjunior@ekkoBrasil.org.br](mailto:ocjunior@ekkoBrasil.org.br)

**Alesandra Bez Birolo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7380-119X>

Instituto Ekko Brasil, Brasil

E-mail: [ale@ekkoBrasil.org.br](mailto:ale@ekkoBrasil.org.br)

#### RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo discutir as principais causas e impactos das mudanças climáticas em populações de *Lontra longicaudis*. Para tanto, são considerados os critérios de exposição, sensibilidade e adaptabilidade. As diferentes percepções de pesquisadores sobre o assunto também são apresentadas e discutidas. Os três conjuntos, exposto, sensibilidade, e capacidade adaptativa, são aplicados ao método do gráfico de Venn, para representar visualmente as relações entre eles. Uma tabela auxiliar de contingência é utilizada para analisar a relação entre as variáveis categóricas. Avaliações de sensibilidade e adaptabilidade são realizadas com o auxílio de informações obtidas de publicações e literatura sobre o tema, bem como bancos de dados na internet e a experiência de especialistas. Dados ecológicos da espécie sobre especialização de habitats foram acessados também na IUCN Red List. A temperatura e a precipitação para a análise da tolerância ambiental são fornecidas pelo WorldClimate. A capacidade de dispersão e a diversidade genética são delineadas por meio de referências e bancos de dados próprios do Projeto Lontra, do Instituto Ekko Brasil (IEB).

**Palavras-chave:** Metapopulação; Conectividade ecológica; Conservação; Educação; ODS.

#### ABSTRACT

The present work aims to discuss the main causes and impacts of climate change on populations of *Lontra longicaudis*. To this end, the criteria of exposure, sensitivity and adaptability are considered. The different perceptions of researchers on the subject are also presented and discussed. The three sets, exposed, sensitivity, and adaptive capacity, are applied to the Venn chart method, to visually represent the relationships between them. An auxiliary contingency table is used to analyze the relationship between categorical variables. Sensitivity and adaptability assessments are carried out with the help of information obtained from publications and literature on the subject, as well as internet databases and the experience of experts. The species' ecological data on habitat specialization were also accessed from the IUCN Red List. Temperature and precipitation for environmental tolerance analysis are provided by WorldClimate. Dispersal capacity and genetic diversity are outlined through references and databases from Projeto Lontra, from Instituto Ekko Brasil (IEB).

**Keywords:** Metapopulation; Ecological connectivity; Conservation; Education; SDGs.

## INTRODUÇÃO

Em 2022, houve uma diminuição de 100 mil quilômetros de florestas no planeta (Igini, 2023). Nesse exato momento estamos perdendo 274 quilômetros de florestas, causando 329 quilômetros de desertificação (UNDRR, 2023), e eliminado do planeta de 27 a 274 espécies em um único dia (American Museum of Natural History, 2024). Hoje, a população vai crescer em 227 mil pessoas. Serão erodidos 66 milhões de toneladas de solo fértil superficial num só dia (UNDRR, 2023). Está sendo emitido, neste exato momento, 104 milhões de toneladas de dióxido de carbono. Até o final do ano, teremos perdido 410 mil quilômetros de florestas tropicais, sendo 176.300 quilômetros desse total no Brasil, e adicionaremos mais 83 milhões de habitantes.

Deveríamos estar orgulhosos desse feito? O mais incrível é que isso não é trabalho de gente ignorante. Temos aí a participação das pessoas mais educadas em toda a história da humanidade. Profissionais com bacharelados, especialistas, mestres e doutores. Criamos listas vermelhas de espécies ameaçadas, publicamos artigos científicos sobre o assunto, discutimos nas universidades e, a taxa de extinção de vertebrados não para de aumentar. Os principais fatores que contribuem para o aumento da taxa de extinção de vertebrados são a perda de habitats, a superexploração, a introdução de espécies invasoras e a conversão agrícola.

Essa situação é resultado de um sistema educacional que falhou com a humanidade, em especial com a proteção à biodiversidade e as mudanças climáticas (Trevors e Saier, 2010; Jacobi et al., 2011; Vasconcelos e Orion, 2021). A ecologia é inserida no sistema educacional com foco na abstração, na resposta ao invés de perguntas, no reducionismo em detrimento do holismo, acentuando o descompasso entre a educação e a realidade objetiva (Carneiro e Carneiro, 1996; Santos, 2022).

Os fatos apresentados aqui, sob a perspectiva da educação, têm como objetivo refletirmos sobre o que fazemos com o conhecimento que adquirimos, ao mesmo tempo que discutimos os efeitos das mudanças climáticas em uma espécie topo de cadeia trófica e de grande importância ecológica, como a *Lontra longicaudis*. Essa discussão também se aplica a outras espécies semelhantes à lontra, que fazem parte da biodiversidade brasileira.

No século IV a. C., o conhecimento era adquirido a partir dos sentidos humanos, levando a máxima protagoriana de que “o homem é a medida de todas as coisas” (Vieira, 2016). Pouco mudou, e isso quer dizer que estamos aprisionados em nossas percepções

subjetivas, o que torna a compreensão dos processos naturais ao nosso redor mais difícil, comprometendo o que chamamos de conhecimento. Nesse contexto, a realidade do status de conservação da espécie *Lontra longicaudis* (lontra neotropical), mostra a nossa falha como cientistas e demonstra um conceito educacional em crise e distante da realidade.

Diante dos desafios globais para a manutenção da vida no planeta, a Assembleia Geral das Nações Unidas elaborou um plano de ação global para o desenvolvimento sustentável, com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas globais a serem cumpridas por todos os membros, incluindo o Brasil. A presente pesquisa abrange alguns objetivos relacionados à biosfera, em particular o ODS 14, que se refere à questão da vida aquática, e os ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e 15 (Vida na Terra).

A Agenda 2030 estabelece objetivos comuns que podem ser aplicados em diferentes circunstâncias e locais, conforme as prioridades nacionais. O ODS 4, que quer dizer educação de qualidade, é outro objetivo abordado neste estudo, como um direito universal e fundamento para o exercício da cidadania. A educação, em todos os níveis, é crucial para uma cultura de paz e sustentabilidade.

A educação deve ser capaz de colaborar com os desafios do desenvolvimento sustentável e das alterações climáticas, que estão presentes nos objetivos da Agenda 2030. Segundo os estudos da UNESCO, é crucial repensar o propósito da educação e a estruturação da aprendizagem para alcançar o êxito da Agenda 2030. A conservação da biodiversidade, por exemplo, deve ser considerada não apenas um conceito ecológico, mas uma estratégia de desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável e a preservação das espécies ameaçadas estão intrinsecamente ligados, pois ambos se concentram na conservação dos recursos naturais para as gerações presentes e futuras.

O desenvolvimento sustentável também envolve a educação e a conscientização da população sobre a importância da biodiversidade e da conservação das espécies. Isso inclui a promoção de iniciativas de educação ambiental, engajamento comunitário e incentivo ao turismo de conservação de base comunitária (Birolo e Carvalho Junior, 2022). As alterações climáticas têm impactos significativos sobre a biodiversidade e as espécies, em especial espécies topo de cadeia trófica como a lontra neotropical, como a perda de habitat devido ao aumento das temperaturas e eventos climáticos extremos.

A rara ocorrência de uma espécie ameaçada se deve ao fato de existir em pequenas quantidades em seu habitat natural. Quando uma espécie é considerada rara em um

contexto de ameaça iminente, isso significa que sua sobrevivência está seriamente ameaçada e, portanto, é imperativo tomar medidas de conservação imediatas para protegê-la da extinção. A raridade de uma espécie ameaçada pode ser avaliada por meio de múltiplos critérios, tais como sua circunstância geográfica, baixa densidade populacional e redução drástica do número de indivíduos ao longo do tempo. Essas informações podem ser usadas para determinar o estado de conservação de uma espécie, bem como para planejar a sua proteção e recuperação.

A lontra neotropical, na avaliação de especialistas, apresenta forte declínio populacional, colocando em risco as futuras gerações nos próximos 20 anos (Rodrigues et al., 2013). Como se isso não fosse o bastante ruim, é comum atribuir à lontra neotropical a falta de conhecimento para enquadrá-la como espécie ameaçada, demonstrando uma falta de mobilização e de trabalho em rede, da comunidade acadêmica e dos educadores. As razões para esta situação lamentável e de risco para a espécie estão ligadas à destruição e fragmentação de habitats, poluição, construção de hidrelétricas, além de conflitos com pescadores e aquicultores.

É notável perceber que ainda não superamos a medida protagoriana, olhando o nascer do sol como se o planeta Terra estivesse imóvel. A compreensão da realidade transitória e impermanente dos sistemas ambientais, passa pelo entendimento de que nossos sentidos são capazes de nos enganar. Dessa forma, é imprescindível buscar em outro lugar o fundamento do conhecimento. Para Platão, esse lugar era a alma. Samten (2001) destaca que a transitoriedade das coisas sensíveis não pode ser definida por si mesma. O que não vemos agora, pode estar se tornando realidade em questão de anos. Por exemplo, considerando-se que a taxa de desmatamento no Brasil é de cerca de 1% ao ano, estima-se um declínio populacional da lontra neotropical, de aproximadamente 20% nos próximos 20 anos, ou 3 gerações. O mesmo ocorre com o clima.

Observando os últimos 40 anos, a precipitação aumentou em 0,6 mm, levando a um aquecimento de 0,7 a 1,0°C. A previsão de precipitação para o Brasil para o ano de 2100 é de uma diminuição de 22% no nordeste e um aumento de 2,5°C no sul e sudeste. Podemos nos preparar para um aquecimento de 1,7°C a 6,7°C (IPCC, 2014). O sexto relatório do Grupo de Trabalho I do IPCC mostra que o mundo provavelmente atingirá ou excederá 1,5°C de aquecimento nas próximas duas décadas, chegando a 5,7°C até 2100, confirmando previsão anterior (IPCC, 2024). Cianfrani et al. (2018), com o auxílio de modelos de distribuição, previram os efeitos da alteração climática em lontras.

Conforme os autores, apesar das incertezas dos modelos, pode-se ter um aumento de áreas adequadas para a *Lontra longicaudis* na América Latina. No entanto, considera-se que os efeitos das alterações de habitats nas lontras ainda são desconhecidos.

Outro estudo, baseado na análise de componente principal, notou que as alterações climáticas podem ter um grande impacto na distribuição potencial da lontra na Europa (Cianfrani et al., 2011). A lontra neotropical, que ocorre em pequenas populações, menores do que a européia, está mais suscetível às alterações da paisagem. Quando o número de indivíduos na população é reduzido, os serviços ecossistêmicos ficam comprometidos, interferindo na variabilidade genética e na resiliência da espécie. Em determinado momento, uma população pode apresentar uma reduzida densidade populacional ou carência de recursos naturais para a reprodução, o que pode levar à extinção (Ceballos et al., 2020).

Apesar de ainda serem poucos os estudos sobre a vulnerabilidade de lontras em relação às alterações climáticas, a sensibilidade tem sido demonstrada como uma característica crucial na exposição das espécies (Jamwal et al., 2022). A sensibilidade das lontras às mudanças climáticas tem sido estudada, assim como a exposição às mudanças de habitats, para fins de análise de vulnerabilidade (Cianfrani et al., 2018). Vale salientar que esses estudos mostram que diferentes espécies de lontras têm níveis de sensibilidade diferentes. A sensibilidade está intimamente relacionada à capacidade de dispersão, à plasticidade fenotípica, à tolerância fisiológica ao estresse térmico e à dessecação, e à diversidade genética. A exposição também está relacionada às alterações na paisagem, como a fragmentação de habitats. Como mensurar quantitativamente esses fatores é sempre um desafio. Na prática, ao se falar de uma espécie organizada na forma de metapopulação, corredores ecológicos entre áreas protegidas são de fundamental importância (Seoane, 2010; Araujo e Bastos, 2019).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) é um instrumento que regulamenta a criação e a gestão de áreas protegidas, incluindo áreas de amortecimento, planos de manejo e corredores ecológicos. Apesar do reconhecimento de que os corredores ecológicos são relevantes para o crescimento regional sustentável e políticas públicas para a conservação da biodiversidade (Araújo e Bastos, 2019), estes ainda não são claramente reconhecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (Danciger, 2020).

A grande maioria da comunidade acadêmica, especialmente as que se dedicam à elaboração de listas de espécies ameaçadas, ainda não percebeu que todos os seres vivos

estão ameaçados. Não basta mais, numa reunião de especialistas acadêmicos, adotar uma posição indignada com a perda de habitat, caça e espécies invasoras, achando que está lutando de forma eficiente contra a diminuição da biodiversidade e a extinção de espécies. Considerando que o ponto de não retorno já foi ultrapassado, face os danos irreversíveis causados devido as mudanças climáticas, é importante nos prepararmos para o que está por vir (Randers e Goluke, 2020). A lontra é um bom exemplo disso, muitas vezes sujeita a análises e teses solipsistas, alimentadas por egos e disputas acadêmicas, sem lastro em dados e publicações. O fato é que as consequências das mudanças climáticas em espécies como a lontra neotropical ainda são pouco discutidas.

O presente trabalho tem por objetivo discutir as principais causas e impactos das mudanças climáticas em populações de *Lontra longicaudis*. Para tanto, são levados em consideração os critérios de exposição, sensibilidade e adaptabilidade. As diferentes percepções de pesquisadores sobre o assunto também são apresentadas e discutidas.

## **METODOLOGIA**

A análise teve como foco o estresse induzido na lontra neotropical, causado pelos efeitos previsíveis da alteração climática. Os critérios utilizados nesta análise foram baseados em dados sobre a distribuição da espécie, a ecologia e a fisiologia das subpopulações, as comunidades e os ecossistemas envolvidos. Esses fatores estão relacionados às condições climáticas, à temperatura, à precipitação, ao nível do mar e ao regime hidrológico.

Analisaram-se os efeitos das mudanças climáticas na lontra neotropical em relação à exposição, sensibilidade e adaptabilidade. A sensibilidade foi analisada com relação à especialização de habitat, grau de tolerância climática, interações interespecíficas e raridade. A raridade é considerada em condições como habitat específico, competição com outras espécies, e mudanças ambientais. A lontra neotropical é considerada rara devido às suas pequenas populações em relação ao número total de outras espécies na mesma área.

Além disso, a lontra está presente apenas em regiões restritas, consequência de ser um mamífero topo de cadeia e semiaquático. O outro aspecto a ser considerado, juntamente com a sensibilidade, é a capacidade adaptativa. A capacidade adaptativa é avaliada em relação a dois fatores: baixa dispersão e baixa diversidade genética. Esses

aspectos são importantes quando se estuda a tendência populacional para o desenvolvimento de gerações a longo prazo, com baixa taxa de reprodução.

Os três conjuntos, (1) exposto, (2) sensibilidade, e (3) capacidade adaptativa são aplicados ao gráfico de Venn para representar visualmente as relações entre eles. No presente caso, o gráfico de Venn é composto por três círculos sobrepostos que representam três categorias distintas. Portanto, cada círculo representa uma categoria, a saber, a exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa.

Uma tabela auxiliar de contingência é utilizada para analisar a relação entre as variáveis categóricas. O objetivo é identificar associações entre os dados. As categorias são listadas na primeira linha e primeira coluna: tipo de vulnerabilidade, sensível, exposta, baixa capacidade adaptativa, e altamente vulnerável, adaptadores potenciais, persistentes potenciais, risco latente alto, somente sensível, somente exposta, somente baixa capacidade adaptativa, respectivamente. Os resultados da Tabela são ainda agrupados em otimista e pessimista, nas duas últimas colunas (Tabela 1).

**Tabela 1** - Tabela auxiliar de contingência para análise de impacto climática na lontra neotropical.

Tipo de Vulnerabilidade	Sensível	Exposta	Baixa capacidade adaptativa	Otimista		Pessimista	
				No.	%	No.	%
Altamente vulnerável							
Adaptadores potenciais							
Persistentes potenciais							
Risco latente alto							
Somente sensível							
Somente exposta							
Somente baixa capacidade adaptativa							
Nenhum							
Numero total							

Fonte: Autores, 2024.

A tabela apresenta os dados para identificar os padrões e as tendências entre as categorias que se referem à espécie *Lontra longicaudis*, sob a perspectiva otimista e pessimista. O propósito de enquadrar as duas prescrições é fornecer uma visão mais precisa das consequências das alterações climáticas na espécie. Avaliações de sensibilidade e adaptabilidade são realizadas com o auxílio de informações obtidas de publicações e literatura sobre o tema, bem como bancos de dados na internet e a experiência de especialistas.

Dados ecológicos da espécie sobre especialização de habitats foram acessados também na IUCN Red List (IUCN, 2021). A temperatura e a precipitação para a análise da tolerância ambiental são fornecidas pelo WorldClimate (WorldClim., s.d.). A capacidade de dispersão e a diversidade genética são delineadas por meio de referências e bancos de dados próprios do Projeto Lontra, do Instituto Ekko Brasil (IEB). O Projeto Lontra, do IEB, foi criado em 1986 e é o maior banco de dados de lontra neotropical do mundo.

O grau de exposição da espécie foi avaliado por mapas de distribuição da espécie (Carvalho Junior e Sperb, 2012; Rodrigues, 2013; Carvalho Junior et al., 2021; Carvalho Junior, 2022a; Carvalho Junior, 2022b), excluindo habitats e altitudes impróprias. Outros dados que permitiram determinar o grau de exposição da espécie foram os componentes físicos, como a temperatura média, a variação da temperatura, a precipitação média, a variação da precipitação e o aumento do nível do mar.

A pontuação aplicada para a definição da vulnerabilidade da lontra neotropical foi organizada em três valores percentuais, alto (70-100), médio (40-69) e baixo (0-39). As categorias adotadas como características foram o *habitat específico*, considerando a distribuição longitudinal ao longo de rios, canais, lagoas, lagos, ilhas e linha de costa; a *tolerância ambiental*, representando a tolerância fisiológica às secas; a *dependência de gatilhos ambientais*, ou mecanismos para movimentos ou reprodução; *dependência de interações interespecíficas*, relacionada a composição da dieta, parasitas e patógenos; *raridade*, incluindo a organização e tempo de recuperação populacional; *capacidade de dispersão*, relacionada com a capacidade de movimento na água e na terra; e *capacidade evolutiva*, representando a taxa de transferência genética.

## RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados da análise da vulnerabilidade relacionada com as principais características ecológicas da lontra neotropical. A principal característica da espécie, que a coloca em maior risco, é a raridade. A maioria é classificada como de vulnerabilidade média: habitat específico, tolerância ambiental, interações interespecíficas, baixa dispersão, e capacidade evolutiva. A única característica que apresenta baixa vulnerabilidade é a dependência de gatilhos ambientais.

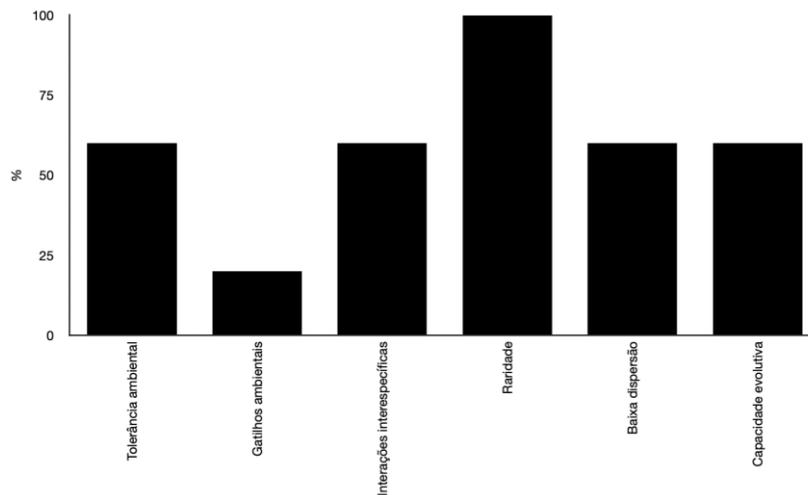
Tabela 2. Classificação da vulnerabilidade da lontra neotropical com os impactos causados pelas mudanças climáticas.

Característica	Descrição	Score (1-5)	%	Vulnerabilidade
Habitat específico	Distribuição longitudinal ao longo de rios, canais, lagoas, lagos, ilhas e linha de costa.	3	60	Média
Tolerância ambiental	Tolerância fisiológica às secas.	3	60	Baixa
Dependência de gatilhos ambientais	Aparentemente a lontra não depende desses mecanismos para movimentos ou reprodução.	1	20	Baixa
Dependência de interações interespecíficas	A composição da dieta é específica mas pode mudar as presas conforme a disponibilidade. Parasitos e patógenos são poucos conhecidos	3	60	Média
Raridade	Pequenas sub-populações, solitária, com recuperação populacional lenta e demorada.	5	100	Alta
Baixa dispersão	Boa capacidade de movimento na água e mesmo em terra. Entretanto pode ser altamente afetada por barreiras físicas e humanas.	3	60	Média
Capacidade evolutiva	Pequenas populações levam a uma baixa taxa de transferência genética. As sub-populações são caracterizadas por muitos parentescos	3	60	Média
Total		21	60	Média

Fonte: Autores, 2024.

A Figura 1 exibe as categorias analisadas em percentagens. Raridade, tolerância ambiental, interações interespecíficas, baixa capacidade de dispersão populacional, e capacidade evolutiva se destacam. O aspecto raridade apresenta o valor máximo de 100% de impacto negativo com as mudanças climáticas.

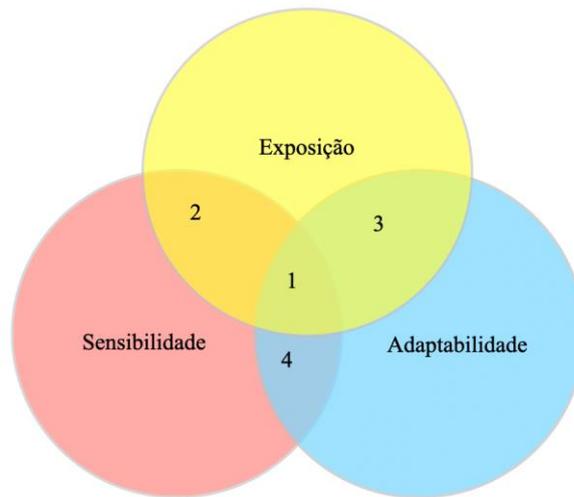
Figura 1. Vulnerabilidade das características ecológicas da lontra neotropical com as mudanças climáticas.



Fonte: Autores, 2024.

Com base na análise de vulnerabilidade, a aplicação do gráfico de Venn resulta em intersecções entre as categorias, destacadas de forma a fornecerem quatro áreas no gráfico: (1) altamente vulnerável, (2) adaptadores potenciais, (3) persistentes potenciais, e (4) alto risco latente.

Figura 2. Intersecções entre três categorias, exposição, sensibilidade, e adaptabilidade, em resposta às mudanças climáticas para a lontra neotropical.



Fonte: Autores, 2024.

A Figura 2 permite visualizar a relação entre as três categorias, assim como as partes comuns ou exclusivas entre elas. Ilustra diferentes matizes de impacto, dependendo do grau de relação entre as categorias, e das condições da espécie na área de estudo. As áreas de sobreposição entre os círculos indicam as intersecções entre as categorias. Por exemplo, a sobreposição entre as categorias de sensibilidade e adaptabilidade indica haver elementos climáticos que afetam as duas, resultando no impacto de número 4, ou um risco latente, não iminente, mas que requer monitoramento ambiental.

O maior impacto possível, o de número 1, altamente vulnerável, corresponde à intersecção das três categorias: *exposição*, *sensibilidade* e *adaptabilidade*. Este, revela alta exposição da espécie, com grande sensibilidade e baixa condição de adaptabilidade. É uma situação de *alta vulnerabilidade*, exigindo pesquisa específica, com possível necessidade de intervenção, como fortalecimento populacional. O caso de número 2, *potenciais adaptadores*, é resultante da intersecção da *exposição* com a *sensibilidade*. Significa que a espécie pode estar em risco, exigindo monitoramento e auxílio nas respostas adaptativas. O número 3, no caso da intersecção da *exposição* com *baixa capacidade adaptativa*, é o *persistente potencial*. Este caso demanda pelo monitoramento da tendência populacional.

## DISCUSSÃO

Uma das principais características ecológicas da lontra neotropical é a raridade, a qual deve ser considerada seriamente diante das mudanças climáticas. A raridade em uma

espécie ameaçada como a lontra neotropical refere-se à condição desta existir em pequenas quantidades em seu ambiente natural. A espécie é solitária, organizada em pequenas subpopulações, distribuídas em um mosaico de sistemas, conectados por corredores ecológicos. É difícil de ser avistada por ser ativa nas primeiras horas da manhã, final de tarde e à noite. Além disso, a lontra neotropical está organizada na forma de metapopulação, apresenta baixa troca genética, cuidados prolongados com os filhotes, dieta específica, habitats restritos e distribuição longitudinal ao longo dos corpos de água.

Quando uma espécie é considerada rara em um cenário de instabilidade climática, é importante tomar medidas de conservação imediata para resguardar sua existência. A raridade de uma espécie ameaçada como a *Lontra longicaudis* pode ser avaliada com base em vários critérios, como a baixa densidade populacional e a diminuição acentuada do número de indivíduos ao longo do tempo. Com essas informações é possível determinar o status de conservação da espécie e planejar estratégias para a proteção e recuperação.

O estresse induzido pelas mudanças climáticas pode afetar principalmente a distribuição, ecologia e fisiologia, através das variáveis climáticas, temperatura, precipitação, nível do mar, e padrão hidrológico. A sensibilidade, nesse particular, está fortemente relacionada com o grau de especialização de habitat, grau de tolerância ambiental, e grau de complexidade de relações interespecíficas, em especial a raridade. A capacidade adaptativa esperada para a lontra neotropical diz respeito à baixa dispersão, baixa diversidade genética, longas gerações, e baixa taxa de reprodução.

Os resultados demonstram que as áreas protegidas pelo SNUC não contemplam de forma satisfatória a conectividade entre elas, muito menos abrem espaço para a discussão aprofundada da aplicação de corredores ecológicos voltados à preservação da lontra neotropical. Como resultado, a definição de áreas prioritárias para a conservação das lontras praticamente não existe. Apesar do Plano de Ação Nacional para a Conservação da Ariranha, o PAN da Ariranha, como o próprio título deixa explícito, apenas contempla, de forma marginal, a *Lontra longicaudis*. Além disso, considera a lontra neotropical não ameaçada, com a única exceção no bioma Mata Atlântica, apesar de ser citada na categoria de dados insuficientes (DD), com tendência de queda populacional. A circunstância em questão evidencia as disparidades entre os especialistas e os pesquisadores, causadas principalmente pela carência de dados, evidenciando que infelizmente, a espécie não é protegida adequadamente pela atual rede de áreas protegidas.

Identificar áreas críticas para a conservação das espécies, considerando as mudanças climáticas, é essencial para a manutenção da biodiversidade (Vos et al., 2008). Entretanto, essa definição de áreas críticas necessita ser feita com base no critério da vulnerabilidade. Nesse caso, a sensibilidade teve um papel maior que a exposição na determinação da vulnerabilidade das lontras (Jamwal et al., 2021). As alterações climáticas terão um grande impacto nas populações de lontra neotropical, que dependem de rios, lagos, lagoas, estuários e canais de drenagem, devido à diminuição dos níveis de água em períodos de secas prolongadas, afetando, inclusive, a disponibilidade de presas.

A baixa diversidade genética nas populações de lontras neotropicais é aspecto determinante na vulnerabilidade da espécie. Trabalho realizado na Lagoa do Peri, Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil, demonstrou a importância da conectividade ecológica entre subpopulações de lontras neotropicais (Carvalho et al., 2022c). A existência de conexões ecológicas para a espécie é crucial para o planejamento e gerenciamento de áreas protegidas. O trabalho também enfatiza a necessidade da presença de indivíduos de fora do sistema para a troca genética, de modo a manter a população em equilíbrio e saudável.

A dificuldade das subpopulações de lontra, na falta de conectividade ecológica entre os sistemas, pode resultar na redução da capacidade da lontra neotropical de responder com sucesso aos fatores das alterações climáticas. Esses fatores podem ser representados pela maior frequência e intensidade de tempestades, novos agentes patogênicos e alterações na disponibilidade de presas.

Conceitos como conectiva ecológica e metapopulação, são de difícil compreensão, exigindo um esforço mental para visualização. Dependem mais de um esforço mental do que dos nossos sentidos, o que dificulta a observação do mundo real. Daí, talvez, a fragilidade do SNUC em auxiliar a conservação da lontra neotropical. A espécie, portanto, além de difícil de ser observada no ambiente natural, depende do entendimento de uma realidade que ultrapassa a nossa capacidade sensorial.

Com a possibilidade de riscos para a lontra devido às mudanças climáticas, é crucial realizar pesquisas para a reprodução de lontras em condições de cativeiro, a fim de preservar os estoques das populações selvagens, especialmente em áreas onde as mudanças na disponibilidade de alimentos podem ocorrer (Carvalho Junior et al., 2022). As tendências populacionais das subpopulações de lontra neotropical, assim como das principais presas, devem ser monitoradas, incluindo áreas propícias para o fortalecimento populacional (Carvalho Junior et al., 2022d). A importância da determinação da

vulnerabilidade de lontras às alterações climáticas, depende da capacidade de adaptação da espécie à exposição e à sensibilidade (Duplaix e Savage, 2018).

A vulnerabilidade da lontra neotropical pode ser amplificada com as atuais ameaças à espécie, como fragmentação de habitats, poluição de sistema aquáticos, disponibilidade de presas preferenciais, e conflitos com pescadores e aquicultores. As previsões de cenários climáticos incluem a magnitude dos eventos extremos como cheias e secas. Tal situação é observada no lago da UHE Caconde–SP e na Lagoa do Peri (SC) (Carvalho Junior et al., 2023; Carvalho Junior et al., 2021). Alterações drásticas nos níveis de água de lagos e rios afetam, por exemplo, a disponibilidade de refúgios para a lontra, pode afetar, inclusive, a segurança dos filhotes.

## REFERÊNCIAS

American Museum of Natural History. (2024). *Why are so many animals endangered?* / AMNH. American Museum of Natural History. <https://www.amnh.org/explore/ology/earth/ask-a-scientist-about-our-environment/why-are-so-many-animals-endangered>

Araújo, T. M. S. de, & Bastos, F. de H. (2019). Corredores ecológicos e conservação da biodiversidade: Aportes teóricos e conceituais. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, 21(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.35701/rcgs.v21n2.575>

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Raven, P. H. (2020). Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(24), 13596–13602. <https://doi.org/10.1073/pnas.1922686117>

Carneiro, A. L., & Carneiro, S. M. M. (1996). Reduccionismo e holismo como perspectivas metodológicas da investigação ecológica. *Educar em Revista*, 13–17. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.154>

Carvalho-Junior, O., & Sperb, R. (2012). A Bacia Catarinense do Rio Uruguai e o Turismo de Conservação como Ferramenta ao Desenvolvimento Sustentável Regional. *Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)*, 5(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.34024/rbecotur.2012.v5.5972>

Carvalho Junior, O., Barbosa, P. M. L., & Birolo, A. B. (2021). Status of conservation of *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) (Carnivora: Mustelidae) on Santa Catarina Island. *IUCN Otter Spec. Group Bull.*, 38(4), 186–201. [https://www.iucnosgbull.org/Volume38/Carvalho-Junior\\_et\\_al\\_2021.html](https://www.iucnosgbull.org/Volume38/Carvalho-Junior_et_al_2021.html)

Carvalho Junior, O. de O. (2022a). *Ecologia e Conservação da Lontra Neotropical* (1º ed). Instituto Ekko Brasil.

Carvalho Junior, O. de O. (2022b). *Presence of the Neotropical Otter in the Cubatão do Sul River, Santa Catarina, Brazil*. 9(11). <https://ijaers.com/detail/presence-of-the-neotropical-otter-in-the-cubat-o-do-sul-river-santa-catarina-brazil/>

Carvalho, O. de O., Barbosa, P. M. L., & Birolo, A. B. (2022c). The use of shelters of *Lontra longicaudis* (olfers, 1818) (carnivora: Mustelidae) in the lagoa do peri, santa catarina, Brazil. *International Journal of Current Research*, 14(1), 20484–20485. <https://doi.org/10.24941/ijcr.43101.01.2022>

Carvalho-Junior, O. de O., Tosatti, M. A., Barbosa, P. M., Schmidt, A., Esteves, P. dos S., & Birolo, A. B. (2022d). Neotropical otter population strengthening in the wild / Reforço populacional de lontra neotropical na natureza. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(2), Artigo 2. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-088>

Carvalho-Junior, O. de O., Schmidt, A., Tosatti, M. A., Birolo, A. B., Bacci, E. B., Fernandes, M. J. P., & Junior, A. A. S. (2023). The coemergence of the neotropical otter in the constructed reality of UHE Caconde. *Research, Society and Development*, 12(5), Artigo 5. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i5.41109>

Cianfrani, C., Lay, G. L., Maiorano, L., Satizábal, H. F., Loy, A., & Guisan, A. (2011). Adapting global conservation strategies to climate change at the European scale: The otter as a flagship species. *Biological Conservation*, 144(8), 2068–2080. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.03.027>

Cianfrani, C., Guisan, A., Loy, A., & Broennimann, O. (2018). More than range exposure: Global otter vulnerability to climate change. *Biological Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.031>

Danciger, H. T. (2020). *Corredores ecológicos: Análise da efetividade do ordenamento jurídico brasileiro para a proteção da conectividade entre unidades de conservação* [Mestrado]. Centro Universitário de Brasília.

Duplaix, N., & Savage, M. (2018). *The Global Otter Conservation Strategy*. IUCN/SSC Otter Specialist Group.

Igini, M. (2023, janeiro 21). *10 Shocking Statistics About Deforestation*. Earth.Org. <https://earth.org/statistics-deforestation/>

IPCC. (2014). *IPCC Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (p. 151). IPCC.

IPCC. (2024). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 — IPCC*. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

IUCN. (2021). *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/en>

Jacobi, P. R., Guerra, A. F. S., Sulaiman, S. N., & Nepomuceno, T. (2011). Mudanças climáticas globais: A resposta da educação. *Revista Brasileira de Educação*, 16, 135–148. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782011000100008>

Jamwal, P. S., Di Febbraro, M., Carranza, M. L., Savage, M., & Loy, A. (2022). Global change on the roof of the world: Vulnerability of Himalayan otter species to land use

and climate alterations. *Diversity and Distributions*, 28(8), 1635–1649.  
<https://doi.org/10.1111/ddi.13377>

MapBiomias. (2023). *Relatório Anual de Desmatamento 2022* (p. 125). MapBiomias.  
<http://alerta.mapbiomas.org>

Randers, J., & Goluke, U. (2020). An earth system model shows self-sustained thawing of permafrost even if all man-made GHG emissions stop in 2020. *Scientific Reports*, 10(1), 18456. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75481-z>

Rodrigues, L. de A., Leuchtenberger, Caroline, Kasper, Carlos Benhur, Carvalho Junior, Oldemar de Oliveira, & Silva, Vania Fonseca. (2013). Avaliação do risco de extinção da Lontra neotropical Lontra longicaudis (Olfers, 1818) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 3(1), 216–227. <https://doi.org/www.researchgate.net/publication/258629550>

Santos, A. S. (2022). *Pedagogia Holística Um Novo Olhar na Educação—Brasil Escola*. Monografias Brasil Escola.  
<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/pedagogia/pedagogiaholistica-um-novo-olhar-na-educacao.htm>

Samten, P. (2001). *Meditando a vida* (2ª edição). Editora Peirópolis.

Seoane, C. E. S., Diaz, V. S., Santos, T. L., & Froufe, L. C. M. (2010). Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 30(63), 207–216. <https://doi.org/10.4336/2010.pfb.30.63.207>

Statista. (2023). *Global CO2 emissions by year 1940-2023*. Statista.  
<https://www.statista.com/statistics/276629/global-co2-emissions/>

Trevors, J. T., & Saier, M. H. (2010). Education for Humanity. *Water, Air, and Soil Pollution*, 206(1), 1–2. <https://doi.org/10.1007/s11270-009-0269-4>

UNDRR. (2023, junho 7). *Desertification | UNDRR*. UNDRR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <http://www.undrr.org/understanding-disaster-risk/terminology/hips/en0014>

Vasconcelos, C., & Orion, N. (2021). Earth Science Education as a Key Component of Education for Sustainability. *Sustainability*, 13(3), Artigo 3.  
<https://doi.org/10.3390/su13031316>

Vieira, C. S. (2016). Homem: O centro e a medida de todas as coisas. *Saber Humano*, 277–290.

Vos, C. C., Berry, P., Opdam, P., Baveco, H., Nijhof, B., O’Hanley, J., Bell, C., Kuipers, H., & Nijho, B. (2008). Adapting Landscapes to Climate Change: Examples of Climate-Proof Ecosystem Networks and Priority Adaptation Zones. *Journal of Applied Ecology*, 45(6), 1722–1731. <https://www.jstor.org/stable/20144151>

Weisse, M., Goldman, E., & Carter, S. (2024). *Forest Pulse: The Latest on the World’s Forests*. World Resources Institute - Global Forest Review.  
<https://research.wri.org/gfr/latest-analysis-deforestation-trends>

WorldClim. ([s.d.]). *WorldClim*. WorldClim. Recuperado 19 de março de 2024, de <https://www.worldclim.org/>