

## A coemergência da lontra neotropical na realidade construída da UHE Caconde

The coemergence of the neotropical otter in the constructed reality of UHE Caconde

La coemergencia de la nutria neotropical en la realidad construida de la UHE Caconde

Recebido: 20/03/2023 | Revisado: 16/04/2023 | Aceitado: 19/04/2023 | Publicado: 23/04/2023

**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)

**Andreora Schmidt**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1249-8223>

Instituto Ekko Brasil, Brasil

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

**Marcelo Antônio Tosatti**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4838-0375>

Instituto Ekko Brasil, Brasil

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

**Alessandra 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)

**Elisa Brod Bacci**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9516-0266>

Instituto Ekko Brasil, Brasil

E-mail: [elisabrodBacci@hotmail.com](mailto:elisabrodBacci@hotmail.com)

**Maria José Pereira Fernandes**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7150-3750>

AES Brasil, Brasil

E-mail: [maria.fernandes@aes.com](mailto:maria.fernandes@aes.com)

**Anwar Amine Sabbagh Junior**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2056-0126>

Instituto Ekko Brasil, Brasil

E-mail: [anwarsabbagh@gmail.com](mailto:anwarsabbagh@gmail.com)

### Resumo

A análise emergética pode ser aplicada para estabelecer uma relação entre o ecossistema natural e o sistema econômico, na análise e conservação da biodiversidade e da sustentabilidade de grandes corpos d'água. O propósito desta pesquisa é examinar a ocorrência de lontras neotropicais na UHE Caconde (SP) através de uma análise sistêmica com base no fluxo de energia entre os diferentes compartimentos ecológicos. Os dados foram coletados de diversas fontes, incluindo anuários estatísticos oficiais locais, inventários, dissertações, teses, artigos publicados, e relatórios da UHE Caconde. A intensidade da presença da lontra neotropical nos locais de amostragem é determinada pelo registro positivo ou negativo da espécie e pela quantidade de excrementos registrados ao longo do tempo. Dos 56 pontos monitorados, 50% acusaram a presença da espécie. Os resultados mostram que houve uma diferença significativa no número de excrementos ao longo dos meses. A medida da biodiversidade em Joules posiciona os mamíferos em primeiro lugar com  $2,0E+23$  seJ/espécie, seguido dos anfíbios ( $1,3E+23$  seJ/espécie), répteis ( $1,0E+23$  seJ/espécie), aves ( $5,2E+22$  seJ/espécie), e peixes ( $1,1E+22$  seJ/espécie). As fontes renováveis são dominadas pela chuva geopotencial e transpiração, 233 e 139 milhões de  $^{em}$ dólares, respectivamente. Essas fontes de energia são seguidas pela chuva química potencial ( $^{em}$ \$139 milhões), escoamento superficial da água ( $^{em}$ \$98 milhões), e vento ( $^{em}$ \$268 mil). A presença da *Lontra longicaudis* no lago da UHE Caconde e principais tributários tem papel de destaque entre os principais ativos ambientais. Apresenta como principal característica a origem dependente, resultado de uma rede trófica, que segue uma ordem energética no sistema.

**Palavras-chave:** Lontra longicaudis; Emergia; Biodiversidade; Lagos; Sustentabilidade.

### Abstract

Emergy analysis can be applied to establish the relationship between the natural and the economic system, in the analysis and conservation of biodiversity and the sustainability of large bodies of water. This research aims to investigate the occurrence of neotropical otters in the UHE Caconde through a systemic analysis based on the flow of energy between the different ecological compartments. Data were obtained from several sources, including local official statistical yearbooks, inventories, dissertations, theses, published articles, and UHE Caconde reports. The

intensity of the presence of the neotropical otter in the sampling sites is determined by the positive or negative record of the species and the number of excrements over time. Of the 56 points monitored, 50% reported the presence of the species. Results indicate that there was a significant difference in the number of excrement over the months. The measurement of biodiversity in joules, positions mammals first with  $2.0E+23$  seJ/espécie, followed by amphibians ( $1.3E+23$  seJ/espécie), reptiles ( $1.0E+23$  seJ/espécie), birds ( $5.2E+22$  seJ/espécie), and fish ( $1.1E+22$  seJ/espécie). Renewable sources are dominated by geopotential rain and transpiration, 233 and 139 million emdollars, respectively. These energy sources are followed by potential chemical rain (at  $^{\text{em}}\$139$  million), surface water runoff (at  $^{\text{em}}\$98$  million), and wind (at  $^{\text{em}}\$268$  thousand). The presence of *Lontra longicaudis* in the lake of Caconde and its main tributaries has as its main feature the dependent origin, which results from researchers' experience and vision of the environment, and a trophic network, which follows an energy order in the system.

**Keywords:** Lontra longicaudis; Emery; Biodiversity; Lakes; Sustainability.

### Resumen

El propósito de esta investigación es estudiar la presencia de nutrias neotropicales en la UHE Caconde (SP) mediante un análisis sistemático que se basa en el flujo de energía entre los diferentes compartimentos ecológicos. Los datos se recopilaban de diversas fuentes, entre ellas anuarios estadísticos oficiales locales, inventarios, disertaciones, tesis, artículos publicados e informes UHE Caconde. La intensidad de la presencia de la nutria neotropical en los sitios de muestreo se determina por el registro positivo o negativo de la especie y la cantidad de excrementos registrados en el tiempo. De los 56 puntos monitoreados, el 50% indicó la presencia de la especie. Los resultados muestran que hubo una diferencia significativa en el número de excrementos a lo largo de los meses. La medida de la biodiversidad en Joules sitúa en primer lugar a los mamíferos con  $2,0E+23$  seJ/especie, seguidos de los anfibios ( $1,3E+23$  seJ/especie), reptiles ( $1,0E+23$  seJ/especie), aves ( $5,2E+22$  seJ/especie) y peces ( $1,1E+22$  seJ/especie). Las fuentes renovables están dominadas por la lluvia geopotencial y la transpiración, 233 y 139 millones de dólares, respectivamente. Estas fuentes de energía son seguidas por la lluvia química potencial (con \$ 139 millones), la escorrentía de aguas superficiales (con \$ 98 millones) y el viento (con \$ 268,000). El papel de *Lontra longicaudis* en la UHE Caconde y principales afluentes tiene un papel destacado entre los principales activos ambientales. Su principal característica es la originación dependiente, resultado de una red trófica, que sigue un orden energético en el sistema.

**Palabras clave:** Lontra longicaudis; Emergía; Biodiversidad; Lagos; Sustentabilidad.

## 1. Introdução

A UHE Caconde, que leva o nome do município de Caconde, situado a uma distância de cerca de 5 km do lago da represa, está situado entre os 21.5870 de latitude/46.6298 de longitude e 21.5626 de latitude/46.6419 de longitude. O lago abrange parte do estado de São Paulo e parte do estado de Minas Gerais. Os demais municípios localizados no entorno do lago são: Palmeiral (MG), Distrito de Botelhos (MG), e Poços de Caldas (MG). A área de estudo da presente proposta inclui um importante bioma, a Mata Atlântica. A UHE Caconde faz parte da bacia hidrográfica do Rio Pardo, tributária da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

O lago da UHE Caconde possui aproximadamente 31 km<sup>2</sup> de lâmina d'água, mantido principalmente pela precipitação. A área da bacia de drenagem representa 2.580 km<sup>2</sup>. Com nível máximo, a profundidade máxima exibe 17,96 metros (Westin, 2007). A extensão da represa é de 26 km no Rio Pardo e 10 km no Rio Lambari. A profundidade média é de 7 metros e o principal afluente é o Rio Pardo, com área de drenagem de 2.566 km<sup>2</sup>. A capacidade de geração da UHE Caconde é 80,4 MW, para um volume útil de água acumulado de  $540E+06$  m<sup>3</sup>.

A AES Tietê administra essa área com o objetivo principal de produzir energia, mas também com diversos outros usos, como recreação pública, preservação da biodiversidade, ar puro, água e solos. A área abriga inúmeras espécies, no entanto, a riqueza ainda não foi quantificada de forma confiável. Segundo levantamento já realizados, podemos encontrar na área do entorno da lagoa 20 espécies de anfíbios, 15 espécies de répteis, 247 espécies de aves, e 47 espécies de mamíferos (Casa da Floresta, 2017).

Após a construção da represa, de 1958 a 1966, formou-se um lago e houve preocupação com as consequentes mudanças no sistema, em termos da qualidade da água, da fauna e da flora. Em particular, avaliaram-se os impactos negativos na biodiversidade. Contudo, a maioria dos estudos realizados na UHE Caconde e em seus principais tributários se

concentraram na listagem das espécies presentes (Castagnolli, 2008; AES Brasil, 2014; Casa da Floresta, 2017), na caracterização geoambiental (Hiruma & Ponçano, 1994; Amorim, 2003; Fontão, 2015), na composição e distribuição da vegetação das matas ciliares (Dias, 2010), e no transporte de sedimentos e nutrientes (Reis, 2020). Não há, até o momento, nenhuma pesquisa que avaliou a presença e a importância das lontras na UHE Caconde e seus principais tributários.

O recente surgimento do reservatório UHE Caconde está diretamente relacionado ao seu atual conjunto de mamíferos terrestres e semiaquáticos, bem como ao mosaico da paisagem de comunidades vegetativas e às marcadas flutuações sazonais nos níveis de água. As influências humanas, nos últimos anos, têm sido uma força importante afetando a paisagem e a distribuição e abundância de muitos dos mamíferos da região, através do uso direto e indireto de recursos.

A forma como lidamos com esses problemas está intimamente ligada à forma como pesquisadores, comunidades, e agentes públicos veem o ambiente e o gerenciam. A paisagem é percebida de forma diferente por cada observador, de acordo com as mudanças internas de cada um, que estão associadas a novas experiências, valores e conhecimentos (Coelho, 2022). Esse fenômeno psicológico é chamado de coemergência (Samten, 2001; Pascal, 2011; Ricard & Singer, 2018), ou seja, a visão de mundo externo é resultado da combinação de estruturas internas, emocionais, cognitivas, e de energia, intrínsecas ao observador.

A forma, o conceito e o uso de dados e processos ecológicos, são construídos a partir da paisagem mental do observador. Uma solução para contornar este problema é analisar, por exemplo, a lontra neotropical, no modelo energético do sistema. Dessa forma é possível apresentar uma visão mais realista do papel do animal nos processos de transferência de energia entre os diversos compartimentos do sistema, assim como dos serviços ecológicos e os benefícios prestados pela espécie ao homem.

Sendo topo de cadeia trófica e principal predador em sistemas aquáticos, as lontras são extremamente vulneráveis às mudanças climáticas, sobretudo aquelas provocadas por flutuações na temperatura média anual e precipitação (Cianfrani et al., 2018). Estudos sobre a sustentabilidade de uma bacia subestimam a relação do desenvolvimento socioeconômico com o valor da biodiversidade (Carvalho Junior & Birolo, 2019; Pedrosa et al., 2019; Simonetti et al., 2021). A maioria enfatiza o padrão de uso da terra no equilíbrio entre economia e meio ambiente (Yin et al., 2017), entretanto, tal abordagem pode resultar num entendimento parcial da estrutura da bacia. A bioeconomia, por exemplo, defende uma abordagem diferente que valoriza a adoção de novas relações entre a sociedade e o modelo econômico, na busca de um desenvolvimento mais justo e sustentável (Barbosa et al., 2021).

A contabilidade emergética (emergia) é considerada uma ferramenta de análise adequada para lidar com a biodiversidade (Brown & Cohen, 2008). A emergia e a contabilidade ambiental são usadas para quantificar os serviços ecossistêmicos, os bens ambientais exportados e as informações fornecidas pelo sistema (Bardi et al., 2005). A contabilidade ambiental é feita através do uso da emergia para avaliar os fluxos de serviços e armazenamentos de capital, usando uma unidade biofísica comum, o emjoule solar e seu equivalente monetário, o emdollar (Odum, 1996). O valor de um serviço ou ativo é determinado pelo total de investimentos ambientais diretos e indiretos necessários para realizá-lo, em vez de considerar apenas as demandas humanas como seu valor de mercado (Zhong et al., 2018).

Os valores monetários de alguns capitais naturais e serviços ecossistêmicos são semelhantes aos valores derivados da emergia, por exemplo peixes, animais selvagens, água e lenha. Outros podem ser muito diferentes, tal como, biodiversidade, recursos fósseis e minerais. Por definição, a emergia da biodiversidade é a emergia necessária para mantê-la, ou a quantidade de energia cumulativa disponível em equivalentes solares (Campbell & Tilley, 2016).

A biodiversidade em um ecossistema aumenta a resiliência desse sistema (Bastian, 2013). Conforme a área analisada aumenta em tamanho, o fluxo de emergia cresce de forma exponencial, pois o número de espécies aumenta de maneira aritmética (Odum 1996). Estudos anteriores apresentaram teorias sobre como a emergia armazenada e a emergia da informação

genética estão relacionadas à biodiversidade (Campbell & Brown, 2012). Estas avaliações podem ser medidas em uma base comum e comparáveis entre si, o que facilita a gestão dos ativos ambientais e direciona a atenção do gerente para os processos-chaves do sistema que precisam ter maior atenção e cuidado. Todos os fluxos de materiais, energia, dinheiro e informações podem ser mensurados em uma base comum, o dólar, para posterior comparação e avaliação (Brown & Campbell, 2007).

A análise emergética tem estabelecido a relação entre o ecossistema natural e o sistema econômico para analisar a sustentabilidade de grandes lagos e represas (Carvalho Junior, 2016; Zhong et al, 2018). O objetivo desta pesquisa é analisar a presença de lontras neotropicais na UHE Caconde através da análise emergética. Os principais fatores que afetam a ocorrência da espécie na área de estudo são identificados e discutidos.

## 2. Metodologia

Os dados para este estudo foram obtidos de diferentes fontes, incluindo anuários estatísticos oficiais locais, inventários, dissertações, teses, artigos publicados, e relatórios da UHE Caconde. As entrevistas com pescadores locais e outros interessados forneceram valiosas informações sobre dados específicos e difíceis de serem encontrados. Para confirmar os dados e informações coletados, foram realizadas reuniões com as partes interessadas locais.

A abordagem é realizada de maneira integrada, com pesquisas em campo envolvendo as lontras, objeto foco da pesquisa, e a educação ambiental e mobilização social como temas transversais nas comunidades. O trabalho é pautado na pesquisa e conservação da espécie *Lontra longicaudis*, como animal símbolo e topo de cadeia alimentar. A proposta atual é composta por diferentes subprojetos interligados. Estes subprojetos são fundamentados em experiências anteriores e com referências teóricas já estabelecidas no passado.

A determinação do status da conservação da lontra na área de estudo tem como base referencial estudos que vêm sendo desenvolvidos na Europa, com a *Lutra lutra*, desde a década de 70, baseados em métodos utilizados por Erlinge (1967), descritos por Jeffries, em Lenton et al. (1980). Os trabalhos que se seguiram a estes (Chapman & Chapman, 1982; Strachan et al., 1996; Green & Green, 1997; Hamilton & Rochford, 2000; Reuther et al., 2000; Chanin, 2003; Bailey & Rochford, 2006; Carvalho Junior & Birolo, 2021) obtiveram sucesso em demonstrar a distribuição e a presença da lontra em diversos habitats, determinando a tendência de aumento ou declínio das subpopulações.

O Plano de Execução é composto por um levantamento inicial nos primeiros três meses, seguido do monitoramento nos meses e anos subsequentes. O levantamento inicial tem como objetivo preparar o monitoramento, estabelecendo os locais de amostragem. O monitoramento, por sua vez, é a coleta e análise dos dados. A intensidade da presença da lontra nos locais de amostragem é determinada pelo registro positivo ou negativo da espécie e do número de excrementos registrados ao longo do tempo.

Em cada ponto de amostragem, registra-se o número de referência do local; se há ou não sinais de lontras; o número de excrementos nas seguintes categorias: Seco fragmentado (Sf), Seco intacto (Si); Não totalmente seco (Ns); e as alterações ocorridas desde o primeiro levantamento. Os resultados são registrados em uma tabela, de forma binária, anotando 1 para positivo ou 0 para negativo, em cada local. A interpretação e análise dos dados inicia com a plotagem da distribuição dos locais positivos e negativos dentro da bacia, utilizando um Sistema de Informações Geográficas. A partir daí, os registros devem ser confrontados com os levantamentos anteriores.

O número de excrementos também será utilizado para inferir se a população de lontras na área de estudo está diminuindo ou aumentando. Utilizar dados indiretos para inferir a presença e o tamanho da população de uma determinada espécie não é algo inédito. A IUCN recomenda o uso de dados indiretos, desde que sejam semelhantes (Subcomitê de Normas e Petições da IUCN, 2019). O objetivo é determinar a tendência populacional para pelo menos três gerações, com base nas

características da história de vida local, na biologia do habitat e no nível de ameaça à espécie. Para tanto é necessário um monitoramento contínuo de pelo menos 6 anos. Na Ilha de Santa Catarina, por exemplo, o monitoramento contínuo para a definição do status de conservação da *Lontra longicaudis* foi de 8 anos (Carvalho Junior & Birolo, 2021).

No presente estudo adotamos o modelo linear, o qual é adequado quando o táxon está em perigo, exemplificado pela mudança do nível da represa, pela perda do habitat ou quando uma área de habitat semelhante é destruída anualmente, o que pode resultar em um declínio linear no número de indivíduos. O modelo linear é usado porque a lontra não sofre caça sistemática na área de estudo, apesar de estar sujeita à retaliação por pescadores e aquicultores, perda de habitat ou atropelamento por carros nas rodovias. A presença da lontra é relacionada e posicionada dentro do sistema, através da definição de um modelo energético para a UHE Caconde.

A construção de um diagrama do sistema é o primeiro passo para a elaboração de um modelo energético preliminar para a UHE Caconde, pois isso ajuda a organizar as ideias e as relações entre os componentes, além dos caminhos de trocas e fluxos dos recursos envolvidos. Este diagrama é uma visão geral do sistema, combinando diferentes fontes de informações e organizando os esforços. O segundo passo é a construção da tabela síntese dos fluxos de energia. Esta contabiliza os fluxos anuais de material, energia, e informação que dão suporte ao sistema.

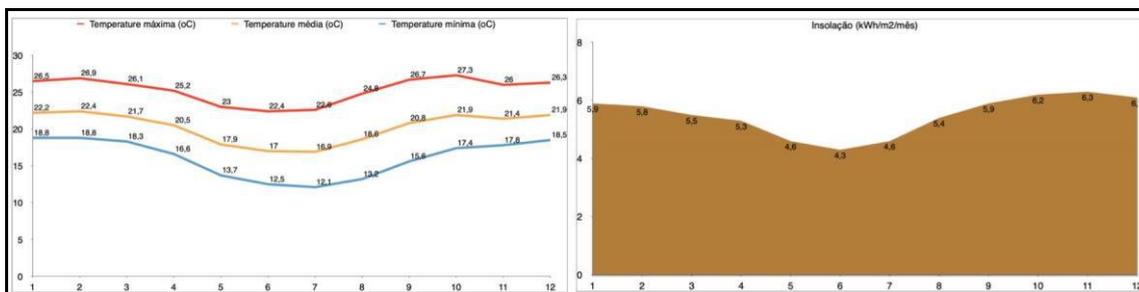
Nesse estudo, os fluxos são determinados em unidades de energia, como Joules. A produção líquida, ou seja, a transferência total para todos os outros componentes, está representada por um número negativo. As outras entradas representam as interações bilaterais entre os componentes específicos. A técnica de contabilidade emergética (Odum, 1996; Brown & Ulgiati, 2004) é usada para quantificar os serviços ecossistêmicos da UHE Caconde. O objetivo é ter uma compreensão aproximada sobre a relevância dos diferentes componentes de serviços e ativos, para melhor enquadrar a *Lontra longicaudis*. Para tanto, os estoques do capital natural e os processos ecológicos primários, como os serviços ecossistêmicos, são avaliados.

A energia por espécie é calculada para cada táxon. Os Valores Unitários de Energia (VUE) são determinados usando um método apresentado originalmente por Odum (1996), que usa tempos médios de rotação para cada táxon, multiplicado pela energia que suporta a área de estudo, dividindo pelo número de espécies em cada táxon. Uma tabela de fluxo de material e energia que suporta o sistema natural do lago da UHE Caconde é construída usando um modelo energético proposto para o sistema Caconde como referência. Os dados de entrada (Joules, gramas, dólares ou outras unidades) são convertidos em energia usando valores unitários de energia (VUE). As energias das entradas no sistema são somadas para obter a energia total que suporta o sistema natural.

### 3. Resultados

*Caracterização do clima local.* A Figura 1 apresenta os dados médios mensais da radiação solar em  $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mês}^{-1}$  (esquerda) e distribuição da temperatura média mensal (direita) na UHE Caconde, ao longo dos meses do ano. Máxima radiação solar média é observada em outubro e novembro com 6,20 e 6,32  $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mês}^{-1}$ , respectivamente. A menor média, de 4,3  $\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mês}^{-1}$ , é exibida no mês de junho. A temperatura máxima de 27,3°C é observada em outubro, e as duas mínimas de 12,5°C e 12,1°C em junho e julho, respectivamente, seguindo o caminho da radiação solar.

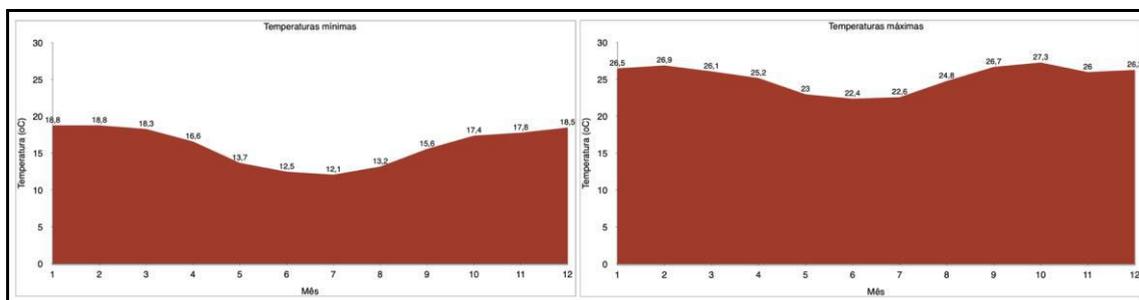
**Figura 1** - Dados mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) de 1991 a 2021(esquerda), e radiação solar horizontal em kWh.m<sup>-2</sup>.mês<sup>-1</sup> de 2020 (direita). Observar como as temperaturas seguem o caminho do sol ao longo do ano.



Fonte: Climate Data e Weatherspark.

A temperatura média anual da UHE Caconde é 20,27°C. Importante notar que a temperatura média mínima anual é de 16,11°C e a temperatura média máxima anual de 25,32°C, uma diferença de 9,21°C. A Figura 2 apresenta as temperaturas mínimas (esquerda) e máximas absolutas (direita) ao longo dos meses. Por outro lado, não existem temperaturas médias máximas superiores a 30°C no verão. Ainda é importante mencionar o aspecto econômico de como as temperaturas amenas ao longo do ano favorecem o turismo local, sendo boas para lazer, cultura e atividades ao ar livre, além de não causar stress aos animais.

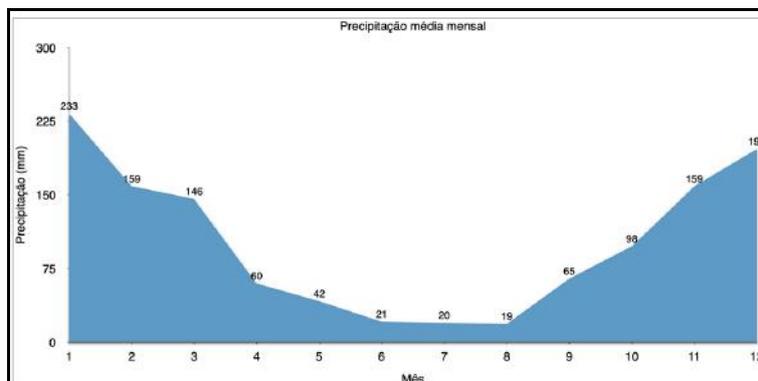
**Figura 2** - Distribuição das temperaturas mínimas absolutas (°C) (esquerda) e das temperaturas médias máximas absolutas (direita). Observar que as temperaturas mínimas e máximas não sofrem grandes variações ao longo do ano.



Fonte: Climate Data e Weatherspark.

A Figura 3 apresenta os dados médios mensais de precipitação ao longo do ano na UHE Caconde. A média mensal de precipitação acumulada apresenta uma variação considerável ao longo do ano. Os meses mais críticos são junho, julho e agosto, respectivamente, com 21, 20 e 19 mm. Em janeiro e dezembro, são registadas duas máximas de 233 e 197 mm, respectivamente.

**Figura 3** - Distribuição da precipitação média mensal (mm) ao longo dos meses do ano. Existe uma grande diferença de precipitação entre o inverno (baixa) e o verão (alta) o que afeta o nível do reservatório da UHE Caconde.

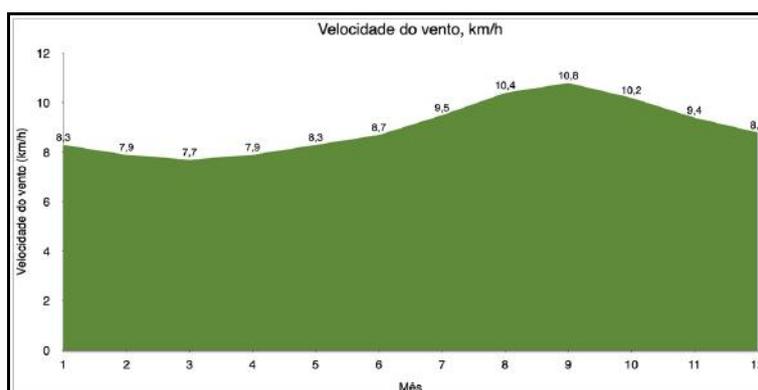


Fonte: <https://pt.weatherspark.com/y/30345/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Caconde-Brasil-durante-o-ano#Sections-SolarEnergy>.

Por ano chove em média o total de 1219 mm, sendo a média mensal 101,58 mm. Dois picos podem ser observados, janeiro com 233 mm e dezembro com 197 mm. Estes valores representam a principal fonte de abastecimento do sistema hídrico da UHE Caconde. A variação temporal da precipitação, demonstrada na Figura 3, interfere na disponibilidade de água das principais bacias da UHE Caconde.

A Figura 4 exibe a velocidade média mensal do vento. A velocidade média anual do vento é 8,99 km/h. A direção predominante do vento é de leste. A velocidade do vento é maior de junho a dezembro, com máxima em setembro de 10,8 km/h. A mínima é registrada em março, de 7,7 km/h. Ao longo dos anos o vento não apresenta variações significativas, mas junto com a realização solar e temperatura, pode causar perdas significativas de água do lago UHE Caconde, interferindo na variação do nível do corpo d'água ao longo do ano.

**Figura 4** - Distribuição da velocidade média mensal do vento na UHE Caconde. O vento não varia significativamente ao longo do ano, mas pode intensificar a evaporação da água no reservatório UHE Caconde na primavera e verão.



Fonte: <https://pt.weatherspark.com/y/30345/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Caconde-Brasil-durante-o-ano#Sections-SolarEnergy>.

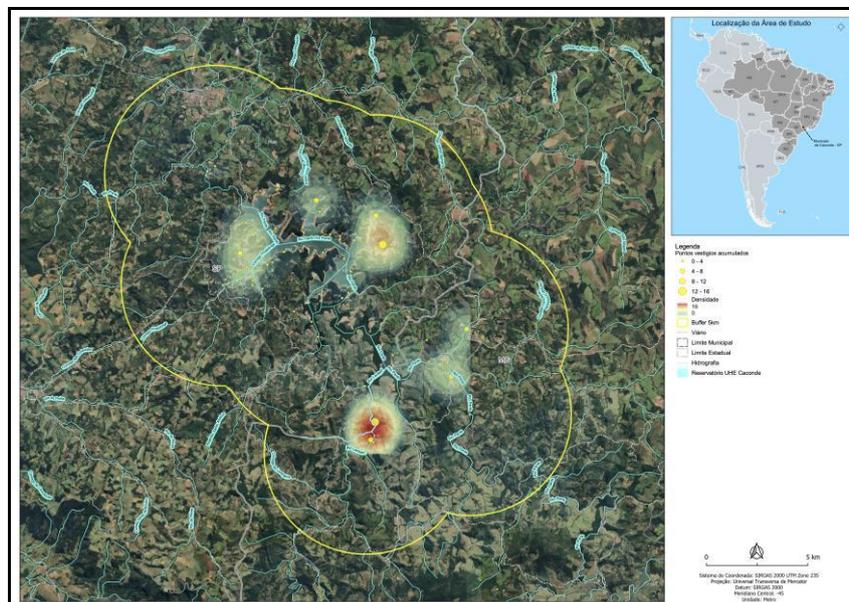
*Lontra longicaudis*. Com base nos pontos amostrais, foram definidas três grandes áreas amostrais, área norte, área central, e área sul. As áreas foram demarcadas com base nos círculos que representam a área de vida central da espécie *Lontra longicaudis*. A linha amarela que cerca o reservatório representa os raios de 5 km sobrepostos calculados para cada ponto. Essa linha mostra o deslocamento mais frequente da lontra ao redor do reservatório, representando o espaço vital da espécie.

A Figura 5 exibe o mapa de pontos amostrais na UHE Caconde. O planejamento do monitoramento para determinar o status da lontra neotropical na UHE Caconde, prevê a execução de doze saídas de campo no período de três anos, de 2022 a

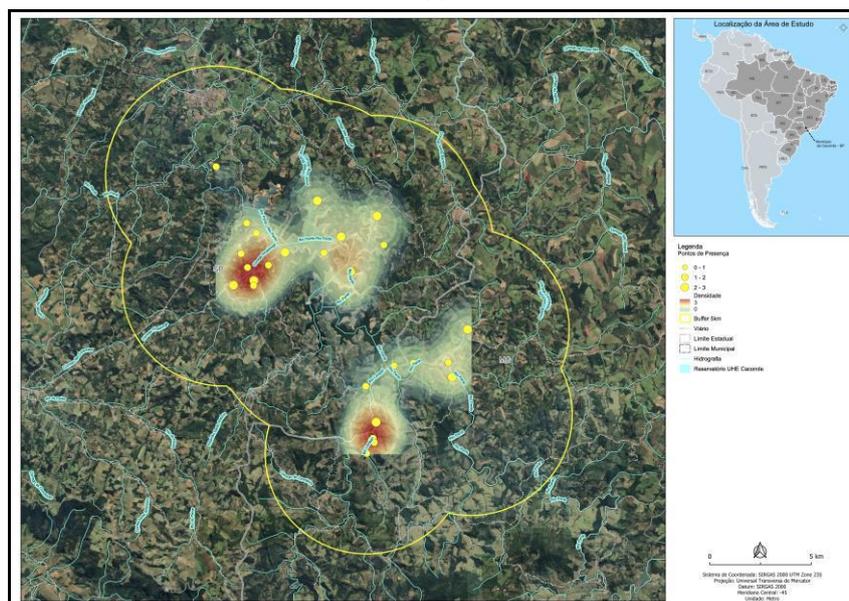
2025. Os resultados exibidos no presente trabalho foram alcançados nos meses de maio, agosto, novembro de 2022 e fevereiro de 2023.

A Figura 5a exibe a distribuição do número de excrementos de lontra neotropical no lago da UHE Caconde e a Figura 5b a intensidade da presença da espécie. A Figura 5A apresenta 5 áreas de acúmulo de excrementos de lontras e a Figura 5b 4 áreas de maior intensidade de presença da lontra. A presença da lontra segue a distribuição do número de excrementos, apesar da Figura 5b dar destaque à uma área de intensa presença da espécie onde o número de excrementos não é igualmente relevante. Na porção norte do lago, a maior intensidade da presença da lontra está localizada próxima ao Córrego Pirabitinga, e junto ao Rio Lambari no sul da área de estudo.

**Figura 5** - Mapa de distribuição dos pontos de coleta no lago da UHE Caconde. (a) Distribuição no número de excrementos da lontra neotropical e (b) distribuição da intensidade da presença da lontra neotropical. Pontos amostrais com presença e ausência de lontras na UHE Caconde. Notar duas áreas principais com maior presença de lontras.



(a)

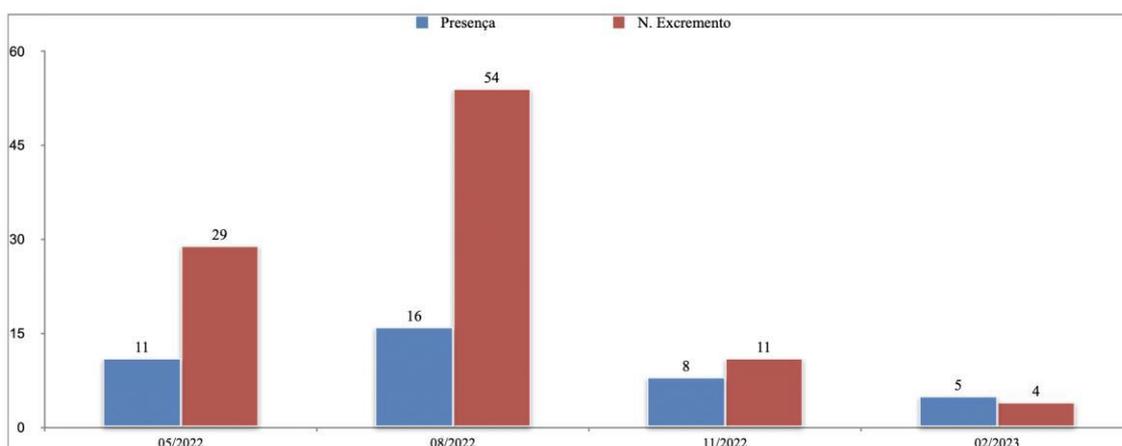


(b)

Fonte: Autores.

A Figura 6 exibe a intensidade da presença e a distribuição do número de excrementos ao longo dos meses amostrados. Pode ser observado um pico de 54 excrementos no mês de agosto de 2022. O menor número de excrementos foi registrado para fevereiro de 2023, com 4 amostras. O esforço amostral pode ser observado na Tabela 1. Dos 56 pontos amostrais, 29 (50%) registraram a presença da lontra.

**Figura 6** - da presença e número de excrementos coletados nos pontos amostrais em 2022 e 2023 na UHE Caconde.



Fontes: Autores.

**Tabela 1** - Esforço amostral aplicado nas quatro expedições realizadas na UHE Caconde/SP.

Data	Pontos amostrais	Distância água (km)	Distância terra (km)	Total percorrido (km)	Total (min)
05/2022	20	90,0	313,1	403,1	1.994
08/2022	50	170,6	188,0	358,6	1.371
11/2022	53	123,8	122,6	246,4	1.160
02/2023	53	141,7	122,6	264,3	1.202
Total	53	526	746	1.272,35	5.727

Fonte: Autores.

A ANOVA foi aplicada ao conjunto de dados de presença e ausência de lontras na UHE Caconde, para os meses de maio, agosto e novembro de 2022 e fevereiro de 2023. Foram analisadas um total de 53 amostras. O objetivo é determinar se houve alguma alteração na presença da espécie nos pontos amostrados ao longo dos meses considerados (Tabela 2).

**Tabela 2** - Teste ANOVA para os meses de maio, agosto e novembro de 2022, e fevereiro de 2023, com relação à presença e ausência da *Lontra longicaudis* na área de estudo.

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
05 2022	53	11	0,208	0,168		
08 2022	53	16	0,302	0,215		
11 2022	53	8	0,151	0,131		
02 2023	53	3	0,057	0,054		
<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1,679	3	0,560	3,945	0,009	2,648
Dentro de grupos	29,509	208	0,142			
Total	31,189	211				

Fonte: Autores.

Como pode ser observado na Tabela 2, o valor de F é maior que o F crítico, revelando que os dados mostram diferença significativa entre os meses. Entretanto estes resultados ainda devem ser tomados com cuidado por causa do valor do *p* que foi superior ao nível de 95% de significância.

A Tabela 3 exhibe os resultados do teste ANOVA para o número de excrementos. À exemplo da Tabela 2, um total de 53 amostras foi analisado. O objetivo é determinar se existiu alguma alteração no número de excrementos nos locais amostrados ao longo dos meses considerados.

**Tabela 3** - Teste ANOVA para os meses de maio, agosto e novembro de 2022 e fevereiro de 2023, com relação ao número de excrementos na área de estudo.

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
05 2022	53	29	0,547	2,022		
08 2022	53	54	1,019	5,865		
11 2022	53	11	0,208	0,360		
<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	17,597	2	8,799	3,201	0,043	2,337
Dentro de grupos	428,830	156	2,749			
Total	446,428	158				

Fonte: Autores.

Como pode ser observado, os resultados mostram que houve uma diferença significativa no número de excrementos ao longo dos meses, com um valor de F superior (3,20) ao *F crítico* (2,34), ao nível de significância comprovado pelo *p* menor que 0,05. Portanto, pode-se afirmar que existe diferença entre os números de excrementos registrados para os meses de maio, agosto e novembro de 2022.

*Anfíbios e répteis.* A UHE Caconde abriga 35 espécies de anfíbios e répteis vulneráveis às grandes mudanças na dinâmica do ecossistema e no habitat, provocadas pelo desenvolvimento e pelo gerenciamento da água. A divisão em grupos de espécies encontradas mostra 15 táxons de répteis, incluindo cobras, lagartos, e lagartixas, mais bem representada pela família Dipsadidae. Dos 20 táxons de anfíbios, as famílias Hylidae, Leptodactylidae e Bufonidae são as mais ricas (Tabela 4).

**Tabela 4** - Ordem, família, gênero e número de espécies para anfíbios e répteis na UHE Caconde.

Ordem	Família	Gênero #	Espécie #
Anura	Bufonidae	1	3
Anura	Hylidae	3	8
Anura	Leptodactylidae	1	6
Anura	Craugastoridae	1	1
Anura	Odontophrynidae	1	1
Anura	Ranidae	1	1
Subtotal		8	20
Squamata	Gekkonidae	1	1
Squamata	Leiosauridae	1	1
Squamata	Mabuyidae	1	1
Squamata	Teiidae	2	2
Squamata	Tropiduridae	1	2
Squamata	Dipsadidae	2	6
Squamata	Viperidae	2	2
Subtotal		10	15

Fonte: Casa da Floresta (2017).

*Aves.* A grande e variada área de habitat, clima subtropical e posição geográfica tornam a UHE Caconde um ponto crítico para a biodiversidade de aves. A lista de aves registra 247 espécies. Dentre essas, 105 espécies distribuídas em 78 gêneros, incluindo biguás, garças, águias, saracuras e andorinhas, necessitam de áreas úmidas para sua subsistência (Tabela 5).

**Tabela 5** - Aves de áreas úmidas na UHE Caconde.

Ordem	Família	Genero #	Espécies #
Anseriforme	Anatidae	2	2
Suliforme	Phalacrocoracidae	1	1
Pelecaniforme	Ardeidae	5	6
Pelecaniforme	Threskiornithidae	2	2
Accipitriforme	Pandionidae	1	1
Gruiforme	Rallidae	1	2
Charadriiformes	Scolopacidae	1	1
Coraciiformes	Alcedinidae	2	3
Passeriformes	Furnariidae	8	12
Passeriformes	Tyrannidae	25	34
Passeriformes	Hirundinidae	4	6
Passeriformes	Donacobiidae	1	1
Passeriformes	Icteridae	6	6
Passeriformes	Thraupidae	19	28
Total		78	105

Fonte: Casa da Floresta (2017).

*Mamíferos*. Ao todo, foram registradas 47 espécies de mamíferos na UHE Caconde, dentre elas a *Lontra longicaudis*, além das espécies *Hydrochoerus hydrochaeris* e *Nectomys squamipes*, que costumam habitar áreas úmidas. A Tabela 6 lista os mamíferos da UHE Caconde.

**Tabela 6 - Mamíferos na UHE Caconde.**

Ordem	Família	Genero #	Espécies #
Artiodactyla	Bovidae	1	1
Artiodactyla	Cervidae	1	1
Artiodactyla	Suidae	1	1
Carnivora	Canidae	3	3
Carnivora	Felidae	2	5
Carnivora	Mustelidae	2	2
Carnivora	Procyonidae	2	2
Cingulata	Dasypodidae	1	2
Didelphimorphia	Didelphidae	5	8
Lagomorpha	Leporidae	1	1
Perissodactyla	Equidae	1	1
Pilosa	Myrmecophagidae	2	2
Primates	Callitrichidae	2	3
Primates	Pitheciidae	1	1
Rodentia	Caviidae	1	1
Rodentia	Cricetidae	6	10
Rodentia	Cuniculidae	1	1
Rodentia	Dasyproctidae	1	1
Rodentia	Sciuridae	1	1
Total		35	47

Fonte: Casa da Floresta (2017).

Em geral, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), o quati (*Nasua nasua*) e o tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), são os mamíferos mais comuns na UHE Caconde (Casa da Floresta, 2017). Os mamíferos mais raros são a *Lontra longicaudis*, o *Leopardus guttulus*, o *Chrysocyon brachyurus*, o *Tamandua tetradactyla*, o *Puma yagouaroundi*, o *Puma concolor*, a *Eira barbara*, a *Dasyprocta azarae*, e o *Cerdocyon thous*. As espécies consideradas cosmopolitas, ou que estão disseminadas na paisagem, incluem: *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Nasua nasua*, *Didelphis albiventris* e *Didelphis aurita*. Muitos dos mamíferos terrestres são mais terrestres em sua afinidade por tipos de habitat e, portanto, não ocorrem em grande número nas partes úmidas do lago Caconde.

*Peixes.* Inventário realizado de 2014 a 2020 indicam a ocorrência de 41 espécies de peixes (AES Brasil, 2014). As espécies mais abundantes no reservatório da UHE Caconde são *Leporinus octofasciatus*, *Astyanax lacustris*, *A. fasciatus*, *Cyphocharax modestus*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus ancistroides*, *H. regani*, *Pimelodus maculatus*, *Geophagus brasiliensis* e *Oreochromis niloticus*. A Tabela 7 exhibe os peixes presentes na área de estudo e a correspondente classificação trófica.

**Tabela 7** - Espécies de peixes presentes no lago da UHE Caconde.

Ordem/Nome científico	Família	Categoria
<b>CHARACIFORMES</b>		
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Acestrorhynchidae	Piscívoro
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	Anostomidade	Insetívoro
<i>Leporinus friderici</i>	Anostomidade	Onívoro
<i>Leporinus octofasciatus</i>	Anostomidade	Onívoro
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Anostomidade	Onívoro
<i>Schizodon nasutus</i>	Anostomidade	Herbívoro
<i>Salminus hilarii</i>	Bryconidae	Piscívoro
<i>Astyanax bockmanni</i>	Characidae	Herbívoro
<i>Astyanax fasciatus</i>	Characidae	Insetívoro
<i>Astyanax lacustres</i>	Characidae	Insetívoro
<i>Oligosarcus</i> sp	Characidae	Insetívoro
<i>Roeboides descavadensis</i>	Characidae	Insetívoro
<i>Cyphocharax modestus</i>	Curimatidae	Iliófago
<i>Cyphocharax nagelli</i>	Curimatidae	Iliófago
<i>Steindachnerina insculpta</i>	Curimatidae	Iliófago
<i>Hoplias malabaricus</i>	Erythrinidae	Piscívoro
<i>Apareiodon affinis</i>	Parodontidae	Iliófago
<i>Apareiodon piracicabae</i>	Parodontidae	Iliófago
<i>Parodon nasus</i>	Parodontidae	Insetívoro
<i>Prochilodus lineatus</i>	Prochilodontidae	Iliófago
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	Serrasalmidae	Herbívoro
<i>Serrasalmus maculatus</i>	Serrasalmidae	Piscívoro
<b>SILURIFORMES</b>		
<i>Hoplosternum littorale</i>	Callichthyidae	Bentófago
<i>Rhamdia quelen</i>	Heptapteridae	Insetívoro
<i>Hypostomus ancistroides</i>	Loricariidae	Detritívoro
<i>Hypostomus fluviatilis</i>	Loricariidae	Detritívoro
<i>Hypostomus heraldoi</i>	Loricariidae	Detritívoro
<i>Hypostomus margaritifer</i>	Loricariidae	Detritívoro
<i>Hypostomus regani</i>	Loricariidae	Detritívoro
<i>Hypostomus strigaticeps</i>	Loricariidae	Detritívoro
<i>Hypostomus topavae</i>	Loricariidae	Detritívoro

Ordem/Nome científico	Família	Categoria
<i>Hypostomus</i> sp14	Loricariidae	Detritívoro
<i>Pimelodus maculatus</i>	Pimelodidae	Onívoro
<i>Pimelodus microstoma</i>	Pimelodidae	Onívoro
<b>GYMNOTIFORMES</b>		
<i>Gymnotus sylvius</i>	Gymnotidae	Insetívoro
<i>Eigenmannia</i> sp.	Sternopygidae	Insetívoro
<b>CYPRINIFORMES</b>		
<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	Onívoro
<b>CICHLIFORMES</b>		
<i>Cichla kelberi</i>	Cichlidae	Piscívoro
<i>Coptodon rendalli</i>	Cichlidae	Onívoro
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Cichlidae	Insetívoro
<i>Oreochromis niloticus</i>	Cichlidae	Detritívoro

Fonte: AES Brasil (2014).

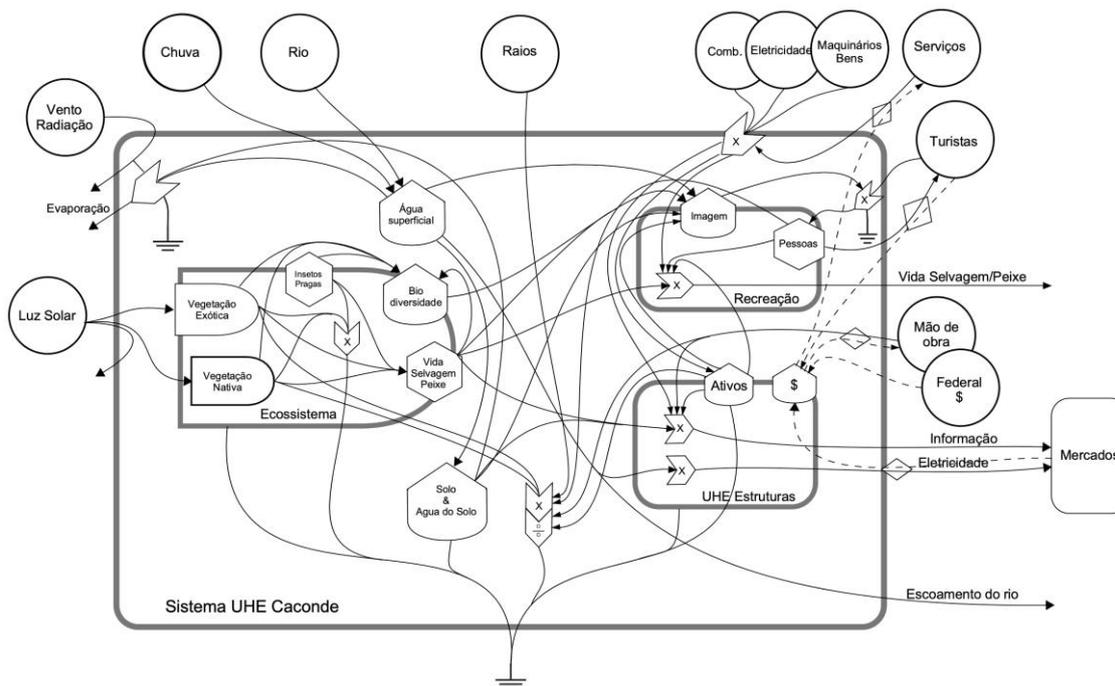
Na região mais próxima ao Rio Lambari, sul do lago, a espécie mais representativa é o *Cyphocharax modestus* que corresponde a 72,8% da dominância local, seguida do *Pimelodus maculatus* (18,6%). Os iliófagos, representados pelo *Cyphocharax modestus* foram mais abundantes, representando 40,7% da abundância local, seguido pelos onívoros como *Pimelodus maculatus* e insetívoros, em especial *Astyanax lacustris*, correspondendo a 22,8% e 19,8%, respectivamente.

Ao norte do reservatório, nas proximidades do Córrego Pirabitinga, os peixes mais comuns são *Pimelodus maculatus*, com até 88% de representatividade. Nessa área, os peixes insetívoros e onívoros são predominantes, a exemplo do *Pimelodus maculatus* e *Astyanax lacustris*, variando de 43,5% a 37,2% no caso do primeiro, e 49,6% 33,5% no caso do segundo.

À jusante do lago, no rio Pardo, os detritívoros, como *Hypostomus regani*, são mais comuns, com 59,9% da abundância total, seguidos de insetívoros, a exemplo do *Geophagus brasiliensis*, com 22,1%. Cabe ressaltar a presença no corpo principal do lago, da espécie *O. niloticus*, espécie exótica cultivada em tanques redes no reservatório.

*Modelo energético.* A Figura 7 é um diagrama da visão geral do sistema energético da UHE Caconde, mostrando todos os componentes do sistema incluídos na análise. O diagrama exhibe as energias renováveis, como médias anuais de energia solar, precipitação e vento. Fontes de energia não renováveis são calculadas a partir de insumos externos como, combustíveis, eletricidade, infraestrutura, mão de obra, e serviços, entretanto, nesse estudo, apenas as energias renováveis são calculadas. Os fluxos de energia, material e dinheiro que cruzam o sistema são listados como itens de linha. O fluxo de dinheiro é visto como uma contracorrente (linha tracejada) ao fluxo de trabalho ao ser trocado por bens e serviços, representando o fluxo de energia que ele libera. As fontes de energia que fazem o dinheiro circular são os serviços, turismo, impostos, e mão de obra.

**Figura 7 -** Diagrama energético da UHE Caconde.



Fonte: Autores.

A Tabela 8 exibe a avaliação emergética dos recursos renováveis para o Sistema UHE Caconde conforme exibido na Figura 7. Os recursos renováveis são entradas anuais que resultam de processos globais gerais, como luz solar, chuva, escoamento superficial e vento. Esses influxos anuais são responsáveis por conduzir os processos globais e econômicos dentro do sistema e, ao mesmo tempo, por manter a integridade ambiental. Cada item é multiplicado por sua Intensidade de Emergia (IE) para converter todos os fluxos em emergia. Na última coluna, os fluxos de emergia são convertidos em emdólares.

**Tabela 8 -** Valores das fontes de energia renovável.

Item	Quantidade	Intensidade Emergia (sej/unit)	Emergia solar seJ/yr	EmDólares
Solar, J	5,24E+17	1,00E+00	5,24E+17	1,54E+05
Chuva, geopotencial, J	2,85E+16	2,79E+04	7,93E+20	2,33E+08
Chuva, química potencial, J	1,38E+16	3,10E+04	4,26E+20	1,25E+08
Vento, J	6,09E+14	1,50E+03	9,13E+17	2,69E+05
Runoff, J	5,28E+15	6,31E+04	3,33E+20	9,79E+07
Transpiração, J	1,55E+16	3,06E+04	4,74E+20	1,39E+08
<b>Total renovável</b>	<b>5,87E+17</b>	<b>1,54E+05</b>	<b>2,03E+21</b>	<b>5,96E+08</b>

Fonte: Autores.

Como pode ser visto na Tabela 8, as fontes renováveis são dominadas pela chuva geopotencial e transpiração, 233 e 139 milhões de emdólares, respectivamente. Essas fontes de energia são seguidas pela chuva química potencial (em\$139

milhões), escoamento superficial da água (<sup>em</sup>\$98 milhões), e vento (<sup>em</sup>\$268 mil). A radiação solar é um valor difuso e distribuído entre todos os outros itens. O total da energia renovável, sem a biodiversidade, que mantém o sistema equivale a <sup>em</sup>\$5,96E+08.

A Tabela 9 resume os valores em emdólares dos principais grupos animais presentes no sistema UHE Caconde. O maior valor é observado para o grupo de mamíferos (<sup>em</sup>\$59,4 bilhões), seguido pelo grupo de anfíbios (<sup>em</sup>\$37,3 bilhões), répteis (<sup>em</sup>\$30 bilhões), aves (<sup>em</sup>\$15,2 bilhões), e peixes (<sup>em</sup>\$3,1 bilhões). A biodiversidade soma o total de <sup>em</sup>\$145,1 bilhões.

**Tabela 9** - Valores da biodiversidade na UHE Caconde.

Taxa	# species Cacond e	Energia renovável (seJ/ano)	Turnov er time	Emergy/Tax a (seJ/taxa)	UEV (seJ/specie s)	Ponderad a	Biodiversit y Emergy (seJ)	National Energy Money Ratio (EMR) sej/\$	Biodiversi ty (em\$)
Mamíferos, (seJ/species )	47	1,55E+21	10	1,55E+22	2,02E+23	9,49E+24	2,02E+23	3,40E+12	5,94E+10
Peixes (seJ/species )	41	1,55E+21	3	4,66E+21	1,07E+22	4,39E+23	1,07E+22	3,40E+12	3,15E+09
aves	247	1,55E+21	6	9,32E+21	5,17E+22	1,28E+25	5,17E+22	3,40E+12	1,52E+10
Repteis	15	1,55E+21	4	6,22E+21	1,02E+23	1,53E+24	1,02E+23	3,40E+12	3,00E+10
Anfíbios	20	1,55E+21	3	4,66E+21	1,27E+23	2,54E+24	1,27E+23	3,40E+12	3,74E+10
Total	370				4,93E+23	7,24E+22	1,50E+21	3,4E+12	1,45E+11

National Energy Money Ratio (EMR) sej/\$ (Total emergy Used/GDP) = 3,40E+12

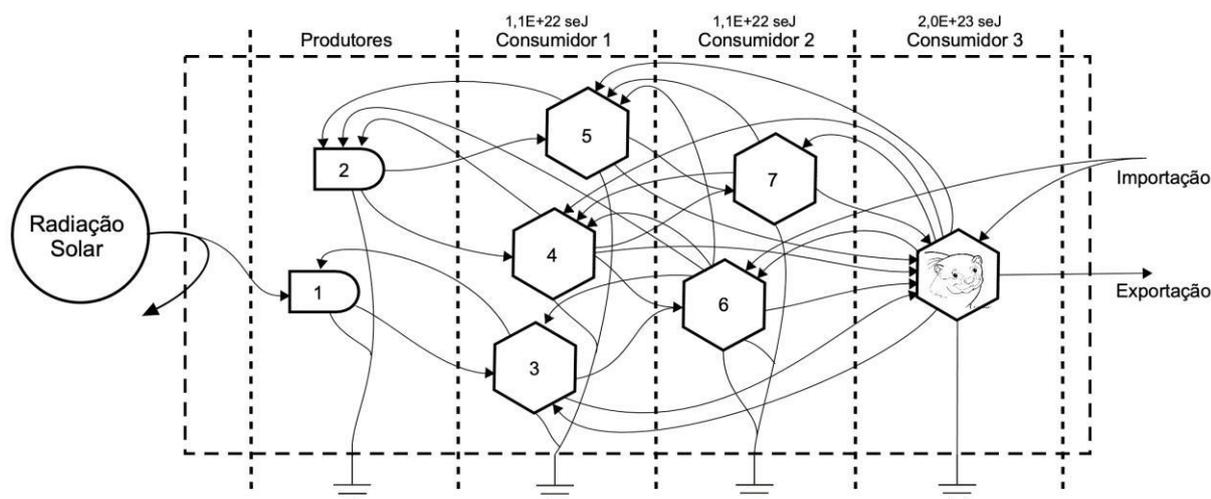
\*Abreu et al., 2021; \*\*Gherard e Maciel, 2015.; \*\*\*<https://www.icmbio.gov.br/ran/anfibios-e-repteis-do-brasil.>;

\*\*\*\*<https://www.icmbio.gov.br/ran/anfibios-e-repteis-do-brasil>. Fonte: Autores.

Os grupos animais presentes na UHE Caconde representam um importante elo entre os aportes financeiros e as pesquisas, mobilização social e educação ambiental, principalmente os patrocinados pela AES. A biodiversidade representa o maior patrimônio ambiental na área de estudo. Neste particular, a biodiversidade representa um sistema inteligente, através do fluxo de informações dentro do sistema, não devendo ser confundida com a biomassa.

A Figura 8 representa o sistema de transferência de energia para o lago da UHE Caconde, considerando o fluxo trófico da *Lontra longicaudis*, como topo de cadeia trófica. À direita, final do fluxo da energia no sistema aquático está posicionada a lontra neotropical. A base trófica do lago é composta por produtores como fitoplâncton e perifíton (1), e insetos (2), cujos inventários ainda não foram realizados. Para o restante da fauna aquática e úmida são listados apenas os que são reconhecidos como parte da dieta da lontra ou com alto potencial para tal. Dentre os consumidores primários estão presentes o peixe herbívoro (3) *Astyanax bockmanni*, o bentófago (4) *Hoplosternum littorale*, e os detritívoros (5) *Hypostomus ancistroides*, *Hypostomus fluviatilis*, *Hypostomus heraldoi*, *Hypostomus strigaticeps*, *Oreochromis niloticus*. Fazem parte ainda desse compartimento o zooplâncton, mas não existem dados sobre este grupo no lago da UHE Caconde. O Valor Unitário de Emergia (VUE) para o consumidor 1 e consumidor 2 é 1,1E+22 seJ. A lontra, ao final do caminho energético acumula o valor de 2,0E+23 seJ.

**Figura 8** - Organização hierárquica de fluxos e componentes de energia no ecossistema aquático da UHE Caconde. Os valores de Valor Unitário de Emergia (VUE) são exibidos na parte superior para os consumidores.



Fonte: Autores.

O consumidor secundário predador é representado pelos peixes (6) *Acestrorhynchus lacustris*, *Hoplias malabaricus*, *Serrasalmus maculatus*, *Cichla kelberi*, *Serrasalmus maculatus*, *Cichla kelberi*, e as aves de áreas úmidas *Amazonetta brasiliensis*, *Dendrocygna viduata*, *Nannopterum brasiliensis*. Peixes insetívoros/omnívoros (7), *Geophagus brasiliensis*, *Leporinus amblyrhynchus*, *Leporinus octofasciatus*, *Astyanax fasciatus*, *Pimelodus microstoma*, *Cyprinus carpio*, e *Coptodon rendalli*, e os peixes iliófagos *Cyphocharax modestus*, *Steindachnerina insculpta*, e *Apareiodon affinis*.

Os principais peixes predados pela lontra são os da família Cichlidae, representados pelas espécies *Cichla kelberi*, *Coptodon rendalli*, *Geophagus brasiliensis*, e *Oreochromis niloticus*. Esta família é a preferida pela lontra neotropical, encontradas com mais abundância nos excrementos (Carvalho Junior et al., 2013). A seleção dos peixes e aves como presas potenciais para a lontra foram definidos com base em inventários realizados na área de estudo, na literatura e no tamanho das espécies de peixes (FishBase, 2023).

Os peixes selecionados atenderam ao intervalo de tamanho de 15 a 30 cm, além do comportamento mais sésil, não cruzador. A lontra neotropical tende a preda peixes nesse intervalo e com pouca mobilidade, evitando espécies cruzadoras que exigiriam um maior gasto de energia do predador para capturar a presa. Como essa seleção inclui uma certa dose de subjetividade, pesquisas mais detalhadas sobre a dieta da lontra no local, podem contribuir futuramente para uma análise mais real do status da espécie na região.

#### 4. Discussão

Dos 53 pontos monitorados, 50% acusaram a presença da espécie. Ao todo, foram detectados 98 excrementos em 26 pontos distintos. A maior concentração de excrementos ocorre na porção sul da represa, denominado Palmeral, MG. Em agosto de 2022 foram detectados 54 excrementos em 16 pontos distintos, sendo a maior concentração na porção sul da represa, quando a represa estava em seu nível mais baixo. Em maio com o nível da represa baixando foram coletados 29 excrementos, e em novembro de 2022, com o nível aumentando, foram coletados 11 excrementos em 8 pontos distintos. Em fevereiro de 2023, foram coletados apenas 4 excrementos, durante o maior nível do reservatório para o período amostrado. A intensidade da presença da lontra seguiu a linha de aumento e diminuição de excrementos observada, com o maior valor em agosto de 2022, com a represa vazia, e o menor em fevereiro de 2023 com a represa cheia.

O número de excrementos, quando comparado ao da intensidade da presença da lontra, se revela como um dado que deve ser tomado com cuidado, conforme Carvalho Junior et al. (2013). A lontra pode depositar o excremento em local de difícil acesso ao pesquisador, ou mesmo quando conspícuo, ser lavado pela chuva antes de ser registrado. Tal fato pode explicar a leve discrepância nos mapas de intensidade da presença e número de excrementos. Apesar disso, os dois dados, quando analisado em conjuntos são valiosos no estudo ecológico da espécie.

Os dois principais locais de presença da lontra, conforme exibido na Figura 5, apresentam características diferentes que podem explicar essa preferência pela lontra. A área do Rio Lambari, sul do lago, apesar da forte eutrofização do rio, representa um dos locais preferidos para pesca pelos pescadores locais. Por tanto, a maior oferta alimentar pode estar atraindo a lontra para essa área. Além disso, a menor profundidade, presença de mata ciliar e menor presença de barcos e turistas, pode facilitar a captura dos peixes pela lontra.

Ao norte do lago, nas proximidades do Córrego Pirabitinga, a presença de tanques e redes de cultivo de peixes podem ser preponderante na escolha da lontra, pela facilidade de obter o alimento. Apesar de não ter sido relatado a realização da parte dos criadores, alguns reclamam dos estragos na rede feita pelas lontras. Além disso, o Pirabitinga oferece boas condições para a existência de tocas e abrigos para as lontras, dado a maior conservação da mata ciliar e presença de rochas.

Como pode ser observado, os resultados mostram que houve uma diferença significativa no número de excrementos e na intensidade da presença da espécie ao longo dos meses, com um valor de  $F$  superior ao  $F$  crítico para ambos os casos. Portanto, os dados preliminares indicam que a variação do nível da represa afeta a presença da lontra neotropical. Também fica evidente que a presença da *Lontra longicaudis* é parte de um processo dinâmico, impermanente e sujeito ao contexto ambiental e ecológico em que opera. A lontra segue uma estrutura energética organizacional hierárquica, com processos dispostos de acordo com essa ordem. Dessa forma, o nível superior é mais concentrado do que o nível inferior, representando a unidade e o aperfeiçoamento da rede trófica de energia integrada.

Conseqüentemente, falamos em um sistema organizado em compartimentos tróficos ou energéticos. Dependendo da escala, espacial ou temporal, do contexto social e econômico, e da abordagem teórica, a lontra neotropical pode assumir diferentes identidades ecológicas dentro das interações tróficas que estruturam o sistema, com especial aplicação na educação e mobilização social. Representa a unidade do sistema e indica o caminho da evolução no sistema. A analogia da cadeia trófica com uma pirâmide não é por acaso. À medida que escalamos a pirâmide, as espécies se tornam menos numerosas, mas mais unidas ou concentradas em termos de energia. O caminho contrário é a dispersão, a regressão em termos de qualidade energética, o aumento da entropia. Existe um plano ecológico, sistêmico e estruturado em compartimentos para que isso seja possível, orientado para a diminuição do grau de entropia do sistema.

Os sistemas são caracterizados por compartimentos ecológicos, organizados em séries hierárquicas de transformação de energia. Os compartimentos iniciais, ou a base trófica, são compostos por um maior número de processos de pequena escala do que os compartimentos superiores ou finais da série. Nos compartimentos mais avançados o número de processos diminui e a escala aumenta. A lontra, sendo um animal topo de cadeia trófica, está posicionada nestes compartimentos finais.

Os níveis hierárquicos são similares aos níveis tróficos. Em cada nível, a energia é convertida em um menor número de componentes, conseqüentemente com menor biomassa. Essa conversão resulta em energia degradada. A energia flui da esquerda para a direita, de maior quantidade e menor qualidade, para pequenos fluxos de energia de maior qualidade. Os feedbacks dos componentes de nível superior para o inferior atuam como ações de controle cibernéticos em componentes de menor qualidade.

Este estudo examina o papel da *Lontra longicaudis* no sistema e nas interações com outras espécies que competem e interagem troficamente. A ocorrência da lontra é determinada com base no princípio de que a diversidade em diferentes níveis de uma hierarquia ecológica não é o resultado de um somatório. A relevância da lontra não pode ser determinada apenas pela

biomassa ou pela produção de energia, sem considerar a qualidade dessa energia nos níveis tróficos superiores. Esse ajuste é necessário em função, por exemplo, do controle cibernético que a espécie exerce sobre as populações em níveis tróficos inferiores, nas relações de comensalismo, no controle do estoque de carbono, e nos atributos estruturais do ecossistema.

A medida da biodiversidade em Joules posiciona os mamíferos em primeiro lugar com  $2,0E+23$ , seguido dos anfíbios ( $1,3E+23$ ), répteis ( $1,0E+23$ ), aves ( $5,2E+22$ ), e peixes ( $1,1E+22$ ). Esses valores podem sofrer mudanças com a atualização dos dados por inventários mais detalhados, mas a posição dos mamíferos representa a posição trófica marcada por predadores de topo de cadeia, como a lontra na água e a onça na terra.

O maior número de espécies é o de aves, com 247, seguido dos mamíferos com 47. Entretanto, o maior valor observado é  $\text{em}\$59,4$  bilhões para os mamíferos, seguido pelo grupo de anfíbios com  $\text{em}\$37,3$  bilhões, répteis com  $\text{em}\$30$  bilhões, aves com  $\text{em}\$15,2$  bilhões, e peixes com  $\text{em}\$3,1$  bilhões. A biodiversidade soma o total de  $\text{em}\$145,1$  bilhões. Os mamíferos, incluindo a lontra, representam 41% desse total. O menor número de espécies para peixes, anfíbios e répteis, comparados com o de mamíferos, parece indicar a falta de inventários mais detalhados e com maior período de amostragem, mas também pode estar expressando, de forma esperada, a importância hierárquica e o desempenho energético do sistema.

Uma maneira mais eficiente de calcular a importância da biodiversidade ao nível trófico, é considerar as interações tróficas e calcular os valores ajustados de qualidade de energia de cada espécie ou componente (Brown & Cohen, 2008). Este estudo usa Valores Unitários de Energia (UEV) como uma medida da importância dos componentes dentro da área de estudo (Odum, 1996). Esta perspectiva é condizente com a de MacArthur (1955), uma vez que considera os fluxos ao invés dos estoques.

O presente estudo objetiva determinar o índice de biodiversidade na UHE Caconde na escala ecossistêmica, com foco na lontra neotropical como animal topo de cadeia trófica. Para tanto, a análise busca acomodar a distribuição hierárquica observada de fluxos nas redes da cadeia alimentar da área de estudo, considerando a distribuição hierárquica nas magnitudes dos estoques físicos nos níveis tróficos. Com base na estrutura de ascendência emergética, a lontra neotropical pode representar um indicador da função ecológica do sistema.

As avaliações da biodiversidade em um ecossistema, geralmente, são baseadas em contagens de espécies de diferentes classes, exemplificando, podemos citar a riqueza de aves ou a de herbívoros. No entanto, os bancos de dados de biodiversidade, que foram reunidos a partir de uma variedade de fontes, podem ser enganosos quando diferentes áreas são amostradas com diferentes intensidades de amostragem (Fagan & Kareiva, 1997). De forma similar, hotspots de biodiversidade identificados apenas pela quantidade de um nível trófico podem deixar de fora áreas extremamente relevantes para a conservação (Mares, 1996). Portanto, políticas públicas voltadas às estratégias de conservação usando a diversidade como indicador do serviço ecossistêmico, pode levar a prioridades de conservação confusas (Angermeier & Karr, 1996, Ferreira & Calazans, 2019).

A biodiversidade, determinada por UEV de táxon ponderado, é de particular interesse. Nesse estudo, a biodiversidade ( $1,45E+11$ ) é o maior bem dentre os chamados ativos de capital natural ( $5,96E+08$ ). Essa diferença chama a atenção. Apesar de a biodiversidade no local de estudo ser limitada a cinco grupos - mamíferos, peixes, aves, répteis e anfíbios, ela representa o conteúdo de informação do ecossistema, refletido na diversidade de espécies presentes. Quando buscamos essa informação, como resultado de um sistema integrado e organizado por processos energéticos, observamos a presença forte da figura da pirâmide discutida anteriormente, no topo a lontra.

O valor econômico da biodiversidade na UHE Caconde é de  $\text{em}\$1,45E+11$ . A lontra tem um lugar de destaque como animal no topo da cadeia trófica, uma espécie símbolo para a mobilização social. Além disso, esse número mostra os ganhos ambientais e financeiros que a biodiversidade traz para a área de estudo. Esse valor não é calculado a partir da perspectiva do

receptor, mas sim a partir da energia necessária para manter a biodiversidade, ou seja, seu valor inerente, da perspectiva do criador.

Fica nítido, conseqüentemente, que os bens de capital natural e os serviços ecossistêmicos presentes na UHE Caconde estão bem distantes de serem adequadamente representados pelo mercado tradicional quando se pensa na biodiversidade. Nesse caso em particular, é de se esperar uma maior divergência entre valores monetários e emergéticos. Por outro lado, valores de mercado para peixe, lenha, madeira e água, são mais alinhados com os valores de mercado e os derivados da energia. O alto valor emergético da biodiversidade, ignorado no mercado tradicional, reflete o grande benefício que a sociedade, sem saber, recebe de táxon subestimados.

A incerteza inerente à estimativa de vários parâmetros neste estudo, decorre da precisão de dados espaciais para calcular as entradas renováveis de luz solar, chuva, e ventos, por exemplo. O número de espécies dentro de táxons encontrados na UHE Caconde foi determinado por inventários pontuais e de curto prazo. Dados mais refinados podem obviamente alterar os resultados, mas a tendência macro ainda é evidente. Portanto, embora haja incerteza e os valores possam mudar com melhores dados, o fato de o valor emergético da biodiversidade ser tão grande, sugere que, mesmo com refinamento, eles ainda são recursos extremamente importantes dentro do Sistema UHE Caconde.

## 5. Conclusão

A presença da *Lontra longicaudis* no lago da UHE Caconde e principais tributários tem como principal característica a originação dependente, resultado de interpretações através de pesquisas e de uma rede trófica que segue uma ordem energética no sistema. A perspectiva econômica da UHE Caconde também é resultado da visão econômica de mercado vigente. Por outro lado, essa constatação deve ser compatível com a visão ambiental aqui proposta, para que os processos ecológicos e a transferência de energia não sejam prejudicados. O desenvolvimento econômico escolhido pode, eventualmente, ser alterado para o desenvolvimento bioeconômico.

Problemas surgem quando a lontra neotropical, como objeto de estudo, é contemplada de forma separada do observador no sistema. Nesse caso o observador representa uma segunda pessoa. Torna-se necessário o recuo do observador para contemplar a experiência da paisagem integrada com o observador, agora sujeito, o objeto, e a lontra. A coemergência, que é resultado da união do sujeito, do objeto e da paisagem, resulta nessa experiência, que é a construção da realidade coemergente, com o auxílio da análise emergética do sistema. Essa técnica também pode ser usada para a mobilização social e educação, na construção de diferentes identidades da lontra neotropical, como espécie símbolo para a mudança de realidades adversas.

Essa realidade, que criamos, demonstra que temos a liberdade de escolha para diferentes formas de gestão econômica e ambiental, como a bioeconomia. A construção da realidade, ao se tornar consciente, garante a melhor representação possível da ação do objeto, a lontra neotropical. A lontra não é uma energia por si só, mas ela também exerce uma energia sobre o sujeito, sobre o observador, impulsionando pensamentos e emoções resultantes na responsividade adequada. Portanto, respondemos a essa ação energética, e, em simultâneo, criamos um problema, decorrente da visão de uma paisagem sólida e permanente, que não condiz com a realidade. A responsividade é um problema, todavia impregnado no método científico. Como estudar o sistema na totalidade sem perder o foco no aspecto particular que é o objeto de estudo, a lontra, sem ser responsivo?

A análise da dinâmica ecológica do sistema é afetada pela impermanência do observador, ou pela impermanência dinâmica da coemergência. A análise emergética do sistema objetiva relaxar a visão responsiva do observador sobre o objeto. A visão holística que o modelo energético do sistema proporciona, acompanhada dos cálculos emergéticos dos diversos

elementos que o compõem, pode proporcionar uma visão mais próxima da parte do objeto de estudo, a lontra. O objetivo é compreender o sistema sob a perspectiva do animal, sujeito de estudo, para que o observador se responsabilize menos pelo observado. A coemergência, nesse caso, da lontra neotropical no sistema pode garantir políticas públicas mais eficientes para a conservação da espécie.

Os futuros estudos sobre a lontra neotropical devem considerar a espécie como parte de um processo ecossistêmico e dinâmico. A lontra não deve ser tratada como um ser vivo real e imutável, mas como algo construído por observadores, como uma realidade construída. A partir do momento que a lontra é vista como parte de processos ecológicos dinâmicos, ela deixa de ser real. O emprego de diagramas emergéticos pode auxiliar nessa abordagem, contextualizando melhor a espécie dentro do sistema, além de dar o real valor econômico da biodiversidade ao considerar as principais fontes de energia que sustentam o sistema. O pesquisador observador, se colocado como terceira pessoa, observando a si mesmo e o objeto de estudo, pode minimizar possíveis erros de avaliação do objeto foco da pesquisa. As políticas públicas devem considerar que tudo está em constante mudança, como bem é observado no comportamento da energia no sistema. Os processos ecológicos devem ser considerados, sobretudo, quando se trata da manutenção da economia e do meio ambiente nos sistemas.

## Agradecimentos

Este estudo foi realizado com o apoio da AES Brasil. A realização do Projeto Monitoramento de *Lontra longicaudis* é uma medida de compensação exigida pelo Licenciamento Ambiental Federal, conduzida pelo IBAMA.

## Referências

- Abreu, E. F., Casali, D., Costa-Araújo, R., Garbino, G. S. T., Libardi, G. S., Loretto, D., Loss, A. C., Marmontel, M., Moras, L. M., Nascimento, M. C., Oliveira, M. L., Pavan, S. E., & Tirelli, F. P. (2021). *Lista de Mamíferos do Brasil* [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5802047>
- AES Brasil. (2014). *Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna. Subprograma de Ictiofauna dos Reservatórios com Espécies Nativas de Peixes* (Licença de Operação Nº 246/2003 (1ª Renovação) Relatório Consolidado de Atendimento). AES Brasil.
- Amorim, H. R. (2003). *Estudo dos atributos do meio físico como base para o zoneamento geoambiental da região de influência do reservatório da UHE Caconde (SP)* [Mestrado]. Universidade de São Paulo.
- Angermeier, P. L., & Karr, J. R. (1996). Biological Integrity Versus Biological Diversity as Policy Directives: Protecting Biotic Resources. In F. B. Samson & F. L. Knopf (Eds.), *Ecosystem Management: Selected Readings* (pp. 264–275). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4018-1\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4018-1_24)
- Bardi, E., Cohen, M. J., & Brown, M. T. (2005). A linear optimization method for computing transformities from ecosystem energy webs. *Emergy synthesis*, 3, 63-74.
- Barbosa, M. de O., Rivas, A. A. F., Oliveira, L. A. de, & Buenafuente, S. M. F. (2021). Bioeconomia: Um novo caminho para a sustentabilidade na Amazônia? *Research, Society and Development*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18545>
- Bastian, O. (2013). The role of biodiversity in supporting ecosystem services in Natura 2000 sites. *Ecological Indicators*, 24, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.016>
- Bailey, M., & Rochford J. (2006). *Otter Survey of Ireland 2004/2005* (Irish Wildlife Manuals, No. 23.). National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government.
- Brown, M. T., & Ulgiati, S. (2004). Emergy Analysis and Environmental Accounting. *Encyclopedia of Energy*, 2, 329–354. <http://dx.doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00242-4>
- Brown, M. T., Cohen, M. J., Bardi, E., & Ingwersen, W. W. (2006). Species diversity in the Florida Everglades, USA: A systems approach to calculating biodiversity. *Aquatic Sciences*, 68(3), 254–277. <https://doi.org/10.1007/s00027-006-0854-1>
- Brown, M. T., & Campbell, E. (2007). *Evaluation Of Natural Capital And Environmental Services Of U.S. National Forests Using Emergy Synthesis. Final Report*. (p. 183). Center For Environmental Policy University Of Florida.
- Brown, M. T., & Cohen, M. J. (2008). Emergy and Network Analysis. In *Encyclopedia of Ecology* (pp. 1229–1239). Elsevier B.V.
- Campbell, E. T., & Tilley, D. R. (2016). Relationships between renewable emergy storage or flow and biodiversity: A modeling investigation. *Ecological Modelling*, 340, 134–148. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2016.08.004>
- Carvalho Junior, O., Aragao, G., Macedo-Soares, L., & Birolo, A. (2013). A comparative diet analysis of the neotropical otter in Santa Catarina Island, Brazil.

- IUCN/SSC Otter Specialist Group Bulletin, 30(2), 67–77.  
[https://www.researchgate.net/publication/261180659\\_A\\_comparative\\_diet\\_analysis\\_of\\_the\\_neotropical\\_otter\\_in\\_Santa\\_Catarina\\_Island\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/261180659_A_comparative_diet_analysis_of_the_neotropical_otter_in_Santa_Catarina_Island_Brazil)
- Carvalho Junior, O. de O. (2016). Energy Analysis of the Peri Lake System and the Role of the Neotropical Otter. *IJRRAS*, 29(1), 31–54. [https://www.arpapress.com/Volumes/Vol29Issue1/IJRRAS\\_29\\_1\\_05.pdf](https://www.arpapress.com/Volumes/Vol29Issue1/IJRRAS_29_1_05.pdf)
- Carvalho Junior, O., & Birolo, A. B. (2019, May 15). Biodiversity as an economic value for the protection of ecosystems. *International Conference on Biodiversity and Ecology Restoration*. International Conference on Biodiversity and Ecology Restoration, Brussels, Belgium.
- 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)
- Casa da Floresta. (2017). *Relatório Anual do Subprograma de Conservação de Fauna Terrestre (Ano III) – UHE Caconde, AES Tietê Energia S.A.* (p. 203) [Relatório Técnico]. AES Tietê Energia S.A.
- Castagnolli, M. C. (2008). *Ichtofauna nos trechos médio e baixo rio Pardo, Alto Paraná: Inventário* [Mestrado]. UNESP.
- Chanin, P. (2003) a. Ecology of the European Otter (Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 10). Peterborough.
- Chanin, P. (2003) b. Monitoring the Otter *Lutra lutra*. (Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No. 10). English Nature.
- Chapman, P. J., & Chapman, L. L. (1982). Otter Survey of Ireland 1980-81. The Vincent Wildlife Trust.
- 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>
- Coelho, P. A. (2022). The dynamics of the landscape and its role in development. *Research, Society and Development*, 11(6), Article 6. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.29332>
- Dias, G. (2010). *Florística e fitossociologia das espécies arbóreas de ocorrência em mata ciliar no Alto Rio Pardo, na Estância Climática de Caconde—SP* [Mestrado]. Universidade Estadual Paulista.
- Erlinge, S. (1967). Home range of the otter *Lutra lutra* L. in Southern Sweden. *Oikos*, 18, 186–209.
- Fagan, W. F., & Kareiva, P. M. (1997). Using compiled species lists to make biodiversity comparisons among regions: A test case using Oregon butterflies. *Biological Conservation*, 80(3), 249–259. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(96\)00144-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(96)00144-9)
- Ferreira, D. L. G., Cordeiro, J., & Calazans, G. M. (2019). O turismo de base comunitária como perspectiva para a preservação da biodiversidade e aspectos culturais da Serra dos Alves, Itabira (MG). *Research, Society and Development*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i1.507>
- Fontão, P. A. B. (2015). Regionalização e tendências pluviométricas na Bacia do Rio do Pardo (SP/MG). *Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável: Desafios Do Conhecimento e Da Gestão*, 1–8.
- Gherard, B., & Maciel, R. (2015). *Guia de Aves. Fundação Ezequiel Dias*. Imprensa Oficial.
- Green, R., & Green, J. (1997). *Otter Survey of Scotland 1991-1994*. The Vincent Wildlife Trust.
- Hamilton, G. & Rochford, J. (2000). *The Distribution of the Otter Lutra lutra in relation to Water Quality and other factors in three Hydrometric Areas in the East of Ireland*. Heritage Council.
- Hiruma, S. T., & Ponçano, W. L. (1994). Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfológicos na área do alto rio Pardo, SP e MG. *Revista do Instituto Geológico (Descontinuada)*, 15(1–2), Article 1–2. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.19940005>
- Lenton, E. J., Chanin, P. R. F., & Jefferies, D. J. (1980). *Otter Survey of England 1977-79*. Nature Conservancy Council.
- MacArthur, R. (1955). Fluctuations of Animal Populations and a Measure of Community Stability. *Ecology*, 36(3), 533–536. <https://doi.org/10.2307/1929601>
- Mares, M. A. (1996). Neotropical Mammals and the Myth of Amazonian Biodiversity. In F. B. Samson & F. L. Knopf (Eds.), *Ecosystem Management: Selected Readings* (pp. 10–15). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4018-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4018-1_3)
- Odum, H. T. (1996). *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making* (Edição: 1ª). Wiley.
- Pascal, M. (2011). *Notre crise est une chance—Pour une éthique de l'argent*. Presses du Châtelet.
- Pedroso, M. F., & Gregori, I. C. S. D. (2019). Biodiversidade mercantilizada: A objetificação industrial da natureza/ Marketing biodiversity: the industrial objectification of nature. *Brazilian Journal of Development*, 5(10), 21244–21260. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-283>
- Reis, R. I. (2020). *Avaliação do transporte de nutrientes e sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Alto Rio Pardo, sul de Minas Gerais* [Mestrado]. Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL-MG.
- Reuther, C. (2000). *Surveying and Monitoring Distribution and Population Trends of the Eurasian Otter (Lutra Lutra): Guidelines and Evaluation of the Standard Method for Surveys as Recommended by the European Section of the IUCN/SSC Otter Specialist Group*. Gruppe Naturschutz.
- Ricard, M., & Singer, W. (2018). *Cérebro e meditação: Diálogos entre o budismo e a neurociência*. Alaúde.
- Rodrigues, L. de A., Leuchtenberger, C., Kasper, C. B., Carvalho Junior, O. O., & Silva, V. F. (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>

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

Simonetti, M. G., Simonetti, K. T. G., & Fariña, L. O. de. (2021). Biodiversidade como sustentabilidade: Possibilidade de mercados para plantas alimentícias não convencionais (PANC) / Biodiversity as sustainability: possibility of markets for non-conventional food plants (PANC). *Brazilian Journal of Development*, 7(4), 35330–35348. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-139>

Strachan, R., & Jefferies, D. J. (1996). Otter Survey of England 1991- 1994: A Report on the Decline and Recovery of the Otter in England and on its Distribution, Status and Conservation in 1991- 1994. The Vincent Wildlife Trust.

FishBase. [https://www.fishbase.se/manual/English/FishBaseThe\\_Species\\_Table.htm](https://www.fishbase.se/manual/English/FishBaseThe_Species_Table.htm)

Ulanowicz, R. E. (2001). Information theory in ecology. *Computers & Chemistry*, 25(4), 393–399. [https://doi.org/10.1016/S0097-8485\(01\)00073-0](https://doi.org/10.1016/S0097-8485(01)00073-0)

Westin, F. F. (2007). *Análise do uso turístico e a gestão integrada de reservatórios hidrelétricos: Estudo de caso da UHE Caconde-SP*. [Mestrado, Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI]. <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/1753>

WWF. (2022). Relatório Planeta Vivo 2022– Construindo uma sociedade positiva para a natureza. WWF.

Yin, G., Liu, L., & Jiang, X. (2017). The sustainable arable land use pattern under the tradeoff of agricultural production, economic development, and ecological protection—An analysis of Dongting Lake basin, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(32), 25329–25345. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0132-x>

Zhong, S., Geng, Y., Kong, H., Liu, B., Tian, X., Chen, W., Qian, Y., & Ulgiati, S. (2018). Emergy-based sustainability evaluation of Erhai Lake Basin in China. *Journal of Cleaner Production*, 178, 142–153. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.019>