



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

IARA GABRIELA DOS SANTOS VERAS

**ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: abastecimento
de bebedouros naturais e atropelamentos de fauna na Floresta Nacional de
Palmares, Altos, Piauí**

**TERESINA
Fevereiro/2025**

IARA GABRIELA DOS SANTOS VERAS

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: abastecimento
de bebedouros naturais e atropelamentos de fauna na Floresta Nacional de
Palmares, Altos, Piauí

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Hugo Gomes Lacerda Cavalcante

TERESINA

Fevereiro/2025

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: abastecimento de bebedouros naturais e atropelamentos de fauna na Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí

Iara Gabriela dos Santos Veras¹
Vitor Hugo Gomes Lacerda Cavalcante²

RESUMO

Os atropelamentos de fauna representam uma ameaça à biodiversidade em unidades de conservação, especialmente em áreas margeadas por rodovias. Este estudo analisou a relação entre a frequência de abastecimento dos bebedouros naturais (fitotelmata), vestígios de fauna e registros de atropelamentos na Floresta Nacional de Palmares (FLONA de Palmares), Piauí, entre 2016 e 2024. Os resultados indicam que não há correlação significativa entre abastecimento e atropelamentos ou entre vestígios de fauna e atropelamentos. No entanto, os atropelamentos variaram entre os grupos taxonômicos, sendo os répteis os mais impactados, seguidos pelos mamíferos. Foram encontradas diferenças significativas entre répteis e os demais grupos, além de maior incidência de atropelamentos de mamíferos em relação aos anfíbios. A análise por espécie mostrou que cobras foram as mais atropeladas, seguidas por sapos e raposas. Além dos impactos ecológicos, o estudo destaca a importância da atividade de abastecimento, frequentemente realizada por visitantes da unidade, como um instrumento de educação ambiental não formal. Essa prática não apenas contribui para a disponibilidade de água para a fauna local, mas também promove o engajamento da comunidade na conservação da biodiversidade. Os resultados reforçam a necessidade de estratégias específicas para mitigar os impactos das rodovias e estimular ações educativas voltadas à preservação da fauna silvestre.

Palavras-chave: fitotelmata; ecologia de estradas; impacto das rodovias; gestão da fauna; engajamento comunitário.

ABSTRACT

Wildlife roadkills pose a threat to biodiversity in protected areas, especially in regions adjacent to highways. This study analyzed the relationship between the frequency of natural water basin (phytotelmata) refilling, faunal traces, and roadkill records in the Palmares National Forest (FLONA de Palmares), Piauí, between 2016 and 2024. The results indicate no significant correlation between refilling activities and roadkills, nor between faunal traces and roadkills. However, roadkill rates varied among taxonomic groups, with reptiles being the most affected, followed by mammals. Significant differences were found between reptiles and the other groups, as well as a higher incidence of mammal roadkills compared to amphibians. Species-level analysis showed that snakes were the most frequently roadkilled, followed by toads and foxes. In addition to the ecological impacts, this study highlights the importance

¹ Graduanda de Licenciatura em Ciências Biológicas. Instituto Federal do Piauí, IFPI, Campus Teresina Central, Brasil. E-mail: iaragabriela00801@gmail.com.

² Licenciado em Biologia e Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente, pela Universidade Federal do Piauí, Doutorado e Pós-doutorado em Ecologia pela Universidade de Brasília, Professor do IFPI. Instituto Federal do Piauí, IFPI, Campus Teresina Central, Brasil. E-mail: vitor.cavalcante@ifpi.edu.br

of refilling activities, often carried out by visitors, as a tool for non-formal environmental education. This practice not only ensures water availability for local fauna but also fosters community engagement in biodiversity conservation. The findings reinforce the need for specific strategies to mitigate the impact of roads and promote educational actions aimed at wildlife preservation.

Keywords: phytotelmata; road ecology; road impact; wildlife management; community engagement.

Data da aprovação: 13/02/2025.

1 INTRODUÇÃO

1.1 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL: HISTÓRICO, ESTRUTURA E DESAFIOS

O crescimento populacional tem causado a redução acelerada dos habitats naturais, intensificando a degradação ambiental e o desequilíbrio ecológico (Begon; Townsend; Harper, 2007; Consolação; Ferreira, 2020). Esse processo, agravado pela fragmentação dos ecossistemas, é uma das principais ameaças à biodiversidade, resultando na perda de espécies e em impactos negativos decorrentes da exploração inadequada dos recursos naturais (Aquino, 2012).

Diante desse cenário, estratégias de mitigação ambiental tornaram-se urgentes. No Brasil, a criação de Unidades de Conservação (UCs) foi regulamentada pela Lei nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Esse marco legal representou um avanço na gestão ambiental, estabelecendo diretrizes para a criação, implantação e administração dessas áreas como ferramenta para preservação da biodiversidade (Brasil, 2020).

As primeiras UCs foram instituídas no Brasil a partir do final da década de 1930, com foco inicial na proteção de paisagens naturais. No entanto, foi a partir da década de 1960 que a criação dessas áreas se intensificou, resultando na maioria das unidades existentes atualmente (Ramos et al., 1996). A expansão dessas áreas foi impulsionada por compromissos internacionais, como a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), que incentiva a ampliação de áreas protegidas em todos os biomas (Brasil, 2024).

No Piauí, a primeira UC federal foi o Parque Nacional de Sete Cidades, criado em 1961, seguido pelo Parque Nacional da Serra da Capivara (1979) e a Estação

Ecológica de Uruçuí-Una (1981). No âmbito estadual, a mais antiga é o Parque Zoobotânico, oficializado em 2017 para se adequar às categorias do SNUC (Brasil, 2000). Outras UCs estaduais incluem a APA Cachoeira do Urubu (1993) e a FLONA de Palmares (2005), última UC federal criada no estado. Em 2015, a APA da Serra das Mangabeiras passou por uma reestruturação, incorporando parte de sua área ao Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, abrangendo também os estados do Tocantins, Maranhão e Bahia (Sousa; Ivanov, 2022).

A criação de UCs geralmente responde a demandas sociais pela proteção de áreas de alto valor biológico, cultural ou paisagístico. Instrumentos como o Mapa de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade e o Mapa de Remanescentes Florestais são fundamentais para identificar áreas com maior relevância biológica e pressão antrópica, auxiliando na seleção de novas UCs. A formalização dessas áreas ocorre por ato governamental em nível federal, estadual ou municipal, precedida por estudos técnicos e consultas públicas, fundamentais para envolver a sociedade no processo e garantir uma gestão mais participativa (Brasil, 2024).

As UCs são classificadas em duas categorias principais: proteção integral e uso sustentável. As unidades de proteção integral visam a conservação dos ecossistemas, permitindo apenas o uso indireto de seus recursos naturais. Já as unidades de uso sustentável buscam garantir a exploração equilibrada dos recursos, assegurando sua renovação e a manutenção dos processos ecológicos, conciliando conservação e benefícios socioeconômicos (Lopes, 2007).

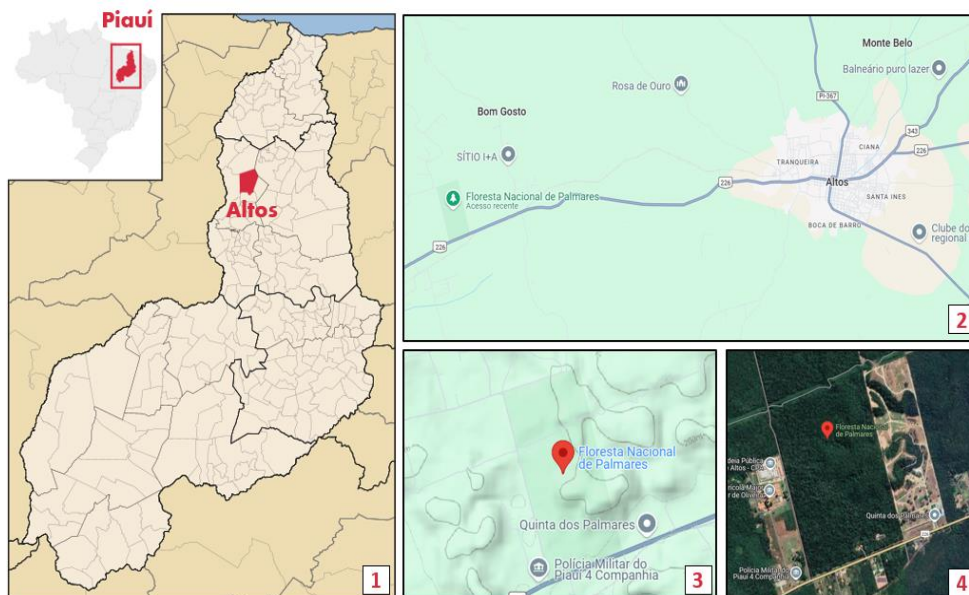
Dentro das áreas de uso sustentável, incluem-se Florestas Nacionais (FLONAs), Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Reservas Extrativistas (REx), Reservas Indígenas e Áreas de Recursos Manejados (Nogueira et al., 2018). O SNUC estabelece diretrizes que garantem a participação da sociedade na criação e gestão dessas unidades, assegurando o envolvimento das comunidades locais no planejamento e administração (Pádua et al., 2012). Dessa forma, as UCs de uso sustentável promovem a conservação aliada ao uso responsável dos recursos naturais, fortalecendo a participação comunitária e garantindo benefícios tanto ambientais quanto socioeconômicos.

1.2 A FLORESTA NACIONAL DE PALMARES (FLONA DE PALMARES)

Nesse contexto, a FLONA de Palmares foi instituída em 2005 por decreto presidencial, tornando-se a primeira unidade de conservação desse tipo no estado do Piauí. Seu principal objetivo é promover o uso sustentável e o manejo múltiplo dos recursos florestais, conciliando conservação e desenvolvimento ambiental. A consolidação da FLONA de Palmares como unidade de conservação foi reforçada com a aprovação de seu plano de manejo em 2021, estabelecendo diretrizes para a gestão sustentável da área e a preservação de sua biodiversidade.

Localizada na zona rural do município de Altos-PI, às margens da BR-343 (Figura 1), a FLONA dos Palmares está situada entre as coordenadas 5° 2' 59" S e 42° 35' 45" W. Sua área abrange aproximadamente 170 hectares e é gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), responsável por sua administração e implementação de políticas de conservação (Sousa; Ivanov, 2022; Lima Júnior et al., 2024).

Figura 1- Localização geográfica da FLONA de Palmares, Altos –Piauí.



1) Localização do município de Altos no estado do Piauí. 2) Proximidade da FLONA de Palmares com a área urbana da cidade de Altos. 3) Área exata da unidade de conservação. 4) Imagem de satélite destacando a cobertura vegetal e entorno da FLONA. Fonte: Adaptado de familysearch (2024).

A FLONA de Palmares apresenta um clima tropical de savana (Aw, segundo Köppen-Geiger), caracterizado por verões chuvosos e invernos secos, com temperatura média anual de 28°C e precipitação média de 1200 mm. O período mais

chuvoso ocorre entre janeiro e abril. Geologicamente, a FLONA de Palmares está inserida na Bacia Sedimentar do Parnaíba, especificamente na Formação Pedra de Fogo, cuja origem remonta ao Período Carbonífero. Os solos da região são predominantemente compostos por arenito, siltito, sílex e calcário, refletindo as características sedimentares dessa formação geológica.

A vegetação da área é diversa, com 87 espécies arbóreas catalogadas (Sousa et al., 2018) e 63 espécies de plantas distribuídas em 26 famílias botânicas, sendo Fabaceae a mais representativa (ICMBio, 2022; Brandão et al., 2022). A FLONA de Palmares constitui uma importante reserva de biodiversidade, abrigando espécies nativas dos biomas Cerrado e Caatinga, o que reforça sua relevância ecológica e a necessidade de estratégias eficazes de conservação (Lopes, 2007).

1.3 IMPORTÂNCIA DOS FITOTELMATA

A presença de bebedouros naturais, conhecidos como fitotelmata, desempenha um papel essencial na conservação da biodiversidade na FLONA de Palmares. O termo fitotelmata (phyton = planta, telma = poça) refere-se a pequenos reservatórios naturais de água acumulados em diferentes estruturas vegetais, como cavidades em troncos de árvores, segmentos de bambus, folhas caídas, cascas de frutas e algumas flores de formato côncavo (Mogi, 2012; Robaina, 2015). Esses reservatórios formam micro-habitats que sustentam uma diversidade biológica significativa, abrigando macro e microinvertebrados, além de certos vertebrados, como anfíbios da ordem Anura, que utilizam esses locais durante fases iniciais de desenvolvimento (Andrade et al., 2009). Além de oferecerem abrigo e recursos para diversas espécies, os fitotelmata favorecem interações ecológicas e contribuem para a dinâmica dos ecossistemas, desempenhando um papel fundamental na manutenção dos ciclos biológicos locais.

Devido às suas características únicas e facilidade de manipulação experimental, os fitotelmata tornaram-se objetos de estudo tanto para pesquisas sobre biodiversidade quanto como modelos experimentais para investigações ecológicas. Como sistemas simplificados, permitem que pesquisadores observem interações complexas entre espécies em um ambiente controlado, facilitando a compreensão dos processos ecológicos em escalas mais amplas (Kitching, 2001). Assim, além de sua importância ecológica, os fitotelmata representam uma

ferramenta valiosa para a educação ambiental, promovendo o fortalecimento da conexão entre a comunidade e o meio natural.

1.4 AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA FLONA DE PALMARES

Embora as Unidades de Conservação (UCs) sejam regulamentadas pelo poder público, é fundamental incentivar o engajamento comunitário na proteção desses espaços, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse contexto, ações de Educação Ambiental (EA) desempenham um papel essencial ao estimular visitantes e moradores das áreas circunvizinhas a reconhecerem a importância ecológica das UCs. A EA possibilita um equilíbrio entre uso recreativo e preservação ambiental, incentivando práticas responsáveis que garantam a integridade dessas áreas protegidas (Santos; Ivanov; Lemos, 2022).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) reconhece a educação ambiental como uma ferramenta fundamental para a criação, manutenção e valorização desses espaços (Cruz, 2018). Na FLONA de Palmares, sob a gestão do ICMBio, diversas ações educativas são desenvolvidas com o objetivo de sensibilizar os visitantes para a conservação ambiental e a sustentabilidade. Essas iniciativas incluem caminhadas guiadas por trilhas, onde os participantes observam bebedouros naturais e pegadas de animais, além de palestras sobre meio ambiente, cidadania e monitoramento da fauna local (Santos; Ivanov; Lemos, 2022).

Entre as ações mais relevantes, destaca-se a realização da "I Mostra de Iniciação Científica", um evento que incentivou estudantes a desenvolverem e apresentarem pesquisas voltadas à biodiversidade e ecologia da região, promovendo a conscientização ambiental e o conhecimento científico desde cedo (ISA, 2012). Além disso, a FLONA de Palmares promove programas de recuperação ambiental e manejo sustentável, em parceria com escolas e instituições locais, proporcionando experiências práticas de educação ambiental. Essas atividades fortalecem o vínculo da comunidade com a área de conservação, tornando a unidade um espaço de aprendizado ecológico, no qual teoria e prática se complementam para ampliar a compreensão sobre a biodiversidade local e a importância de sua preservação para as futuras gerações (ISA, 2011a; ISA, 2011b).

1.5. ATROPELAMENTO DE FAUNA EM RODOVIAS PRÓXIMAS AS UCs

A proximidade de rodovias com Unidades de Conservação (UCs) representa uma ameaça significativa à fauna silvestre, pois o tráfego intenso nessas áreas resulta em elevados índices de atropelamento de animais. Rodovias que cortam ou margeiam UCs fragmentam habitats naturais, interferindo nos deslocamentos da fauna e aumentando o risco de colisões com veículos. Essa fragmentação dificulta o acesso a recursos essenciais, como alimento, água e áreas de reprodução, forçando os animais a cruzarem as vias em busca desses elementos (Laurance et al., 2009). Estudos indicam que a mortalidade por atropelamento pode comprometer a estabilidade populacional de diversas espécies, especialmente aquelas com baixa taxa de reprodução ou restrições territoriais, como répteis e mamíferos de médio e grande porte (Cáceres, 2011). Além disso, algumas espécies são mais vulneráveis devido a hábitos comportamentais, como deslocamento terrestre frequente ou períodos de atividade coincidentes com os horários de pico de tráfego (Ascensão et al., 2017).

A alta incidência de atropelamentos em áreas próximas as UCs compromete não apenas a biodiversidade local, mas também a efetividade dessas unidades como espaços de proteção, portanto o monitoramento contínuo destas áreas é fundamental para identificar padrões de mortalidade e subsidiar políticas públicas voltadas à mitigação desse impacto.

Este estudo analisou os fatores que influenciam os atropelamentos de fauna na FLONA de Palmares, considerando sua relação com variáveis ambientais e antrópicas. Além disso, avaliou-se o impacto do abastecimento de bebedouros naturais na fauna local e sua possível influência na incidência de atropelamentos. Para isso, foram registrados os abastecimentos realizados pelos funcionários da unidade e, principalmente, pela comunidade visitante, permitindo verificar a frequência e a participação coletiva nessa atividade. O trabalho também propôs estratégias de mitigação desses impactos, com ênfase na implementação de ações de educação ambiental não formal, promovendo o engajamento da comunidade na conservação da biodiversidade e incentivando práticas que contribuam para a redução dos atropelamentos em áreas de preservação.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado na FLONA de Palmares, situada no município de Altos, Piauí, com uma área de aproximadamente 170 hectares. Essa unidade de conservação, localizada às margens da BR-343, destaca-se pela riqueza de sua biodiversidade, abrigando uma grande variedade de espécies vegetais e animais. Entre as espécies ameaçadas presentes na região, destacam-se o cedro, aroeira e Gonçalo Alves. A fauna local é composta por aves, primatas, preguiças, raposas, tatus e tamanduás-mirins, reforçando a importância da FLONA para a conservação da biodiversidade na região (Silva et al., 2019).

2.2 COLETA DE DADOS

Foram coletados e analisados dados de atropelamentos, abastecimento dos bebedouros e vestígios de fauna registrados na FLONA de Palmares entre 2016 e 2024. Os registros de atropelamentos foram obtidos por meio de documentos e monitoramentos realizados pelos funcionários e gestores da UC.

A frequência de abastecimento dos bebedouros naturais foi registrada pelos funcionários da unidade. Estes monitoraram e anotaram a periodicidade da água disponibilizada nos bebedouros ao longo dos anos. Além disso, os visitantes frequentemente participam do abastecimento, e essas ações foram registradas por meio de observações diretas e anotações feitas pelos responsáveis pela gestão da unidade. Essa informação permitiu avaliar o envolvimento da comunidade nessa atividade e sua possível influência na fauna local.

Os vestígios de fauna (pegadas, penas, fezes e marcas de presença próximas aos bebedouros) foram registrados exclusivamente pelos funcionários da unidade, funcionando como indicadores indiretos da atividade dos animais na região. Os dados foram organizados em séries temporais, permitindo a comparação entre os anos e a observação de possíveis variações ao longo do tempo. Além disso, os registros de atropelamentos entre 2019 e 2024 foram analisados para identificar as espécies mais impactadas, uma vez que, nesse período, houve maior detalhamento na identificação taxonômica dos animais atropelados.

Os registros das atividades de abastecimento dos bebedouros naturais na FLONA de Palmares foram realizados entre 2019 e 2024 por meio de observações diretas e fotografias, documentando a participação de funcionários da unidade e visitantes da comunidade (Figura 8). As imagens foram coletadas durante monitoramentos ambientais e eventos educativos, evidenciando o envolvimento coletivo na manutenção da disponibilidade de água para a fauna local. Esses registros também destacam o abastecimento como uma ferramenta de educação ambiental não formal, promovendo a sensibilização da comunidade para a conservação da biodiversidade.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Para investigar as médias anuais de atropelamentos, os dados foram agrupados por ano e analisados para evidenciar variações ao longo do tempo (Figura 2). A distribuição do total anual de atropelamentos, frequência de abastecimento dos bebedouros e número total de vestígios de fauna foi organizada para facilitar a visualização das tendências temporais (Figura 3).

A existência de uma tendência temporal nos atropelamentos foi analisada por meio de um modelo de regressão linear simples, considerando o ano como variável preditora e o número total de atropelamentos como variável resposta (Figura 4). A normalidade dos dados foi testada por meio do teste de Shapiro-Wilk, justificando o uso de testes não paramétricos. A relação entre frequência de abastecimento dos bebedouros, quantidade de vestígios de fauna e número de atropelamentos foi avaliada pelo teste de correlação de Spearman, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal (Figura 5).

Para avaliar a influência da frequência de abastecimento e da presença de vestígios de fauna sobre os atropelamentos, foi ajustado um modelo de regressão linear múltipla. O número total de atropelamentos foi considerado variável dependente, enquanto o número de abastecimentos mensais e a quantidade de vestígios registrados foram utilizados como variáveis preditoras. A análise foi conduzida no software R, utilizando a função `lm()`, e a significância dos coeficientes foi verificada por meio dos valores de p e do coeficiente de determinação (R^2).

Por fim, os registros de atropelamentos entre 2019 e 2024 foram analisados para identificar os grupos taxonômicos e as espécies mais impactadas e suas

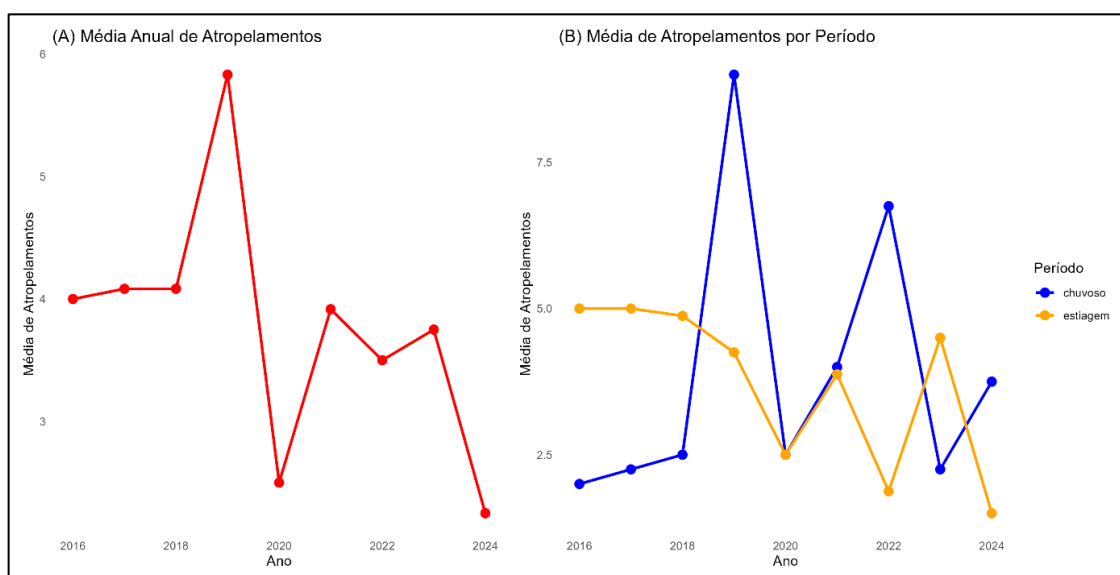
variações ao longo dos anos. Os dados foram organizados e padronizados, contabilizando o número de atropelamentos por espécie e representando visualmente sua distribuição e tendências temporais (Figura 6).

3 RESULTADOS

3.1 ATROPELAMENTOS DE FAUNA: INFLUÊNCIAS CLIMÁTICA, TAXONÔMICA E ANTRÓPICA

A análise da média anual de atropelamentos na Floresta Nacional de Palmares entre 2016 e 2024 (Figura 2A) indica variações ao longo dos anos, sem uma tendência clara de aumento ou redução contínua. A segmentação dos dados por período climático revela que os atropelamentos ocorrem tanto na estação chuvosa quanto na estiagem, com pequenas diferenças entre os períodos (Figura 2B). A ausência de uma variação expressiva entre os períodos sugere que fatores além da sazonalidade podem influenciar a incidência de atropelamentos na região, como a disponibilidade de recursos, a movimentação da fauna e o tráfego na rodovia adjacente.

Figura 2- Média anual de atropelamentos e influência sazonal na Floresta Nacional de Palmares entre 2016 e 2024.

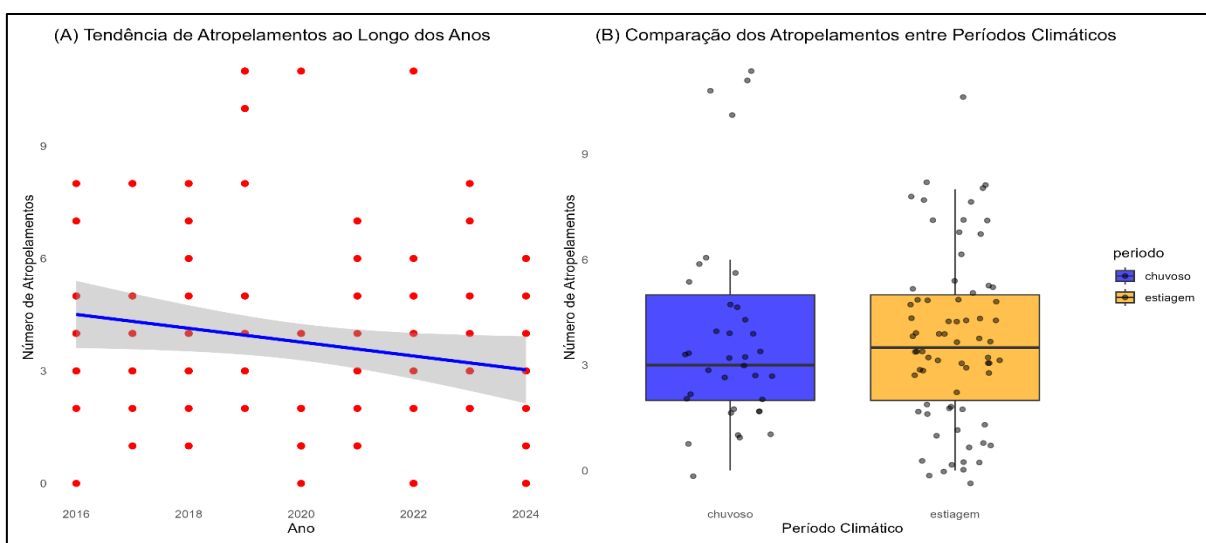


(A) Variação da média anual de atropelamentos ao longo dos anos. (B) Comparação das médias de atropelamentos entre os períodos chuvoso (azul) e de estiagem (laranja), destacando possíveis influências sazonais. Fonte: Própria (2025)

A análise dos atropelamentos de fauna na Floresta Nacional de Palmares entre 2016 e 2024 não indicou uma tendência estatisticamente significativa de

aumento ou redução ao longo do tempo ($\beta = -0.1847$, $p = 0.0541$), sugerindo que os atropelamentos ocorrem de forma relativamente constante nos anos analisados (Figura 3A). O teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($W = 0.9204$, $p < 0.001$) indicou que os dados de atropelamentos não seguem uma distribuição normal, justificando o uso de testes não paramétricos. A comparação entre os períodos chuvoso e de estiagem por meio do teste de Wilcoxon ($W = 1251.5$, $p = 0.7719$, mostrou que não há diferença significativa entre as médias dos períodos, indicando que a sazonalidade climática não é um fator determinante para a ocorrência dos atropelamentos (Figura 3B). Esses resultados sugerem que outros elementos, como padrões de deslocamento da fauna, intensidade do tráfego na rodovia e disponibilidade de recursos dentro da unidade de conservação, podem desempenhar um papel mais relevante na incidência desses eventos.

Figura 3-Tendência e distribuição dos atropelamentos na Floresta Nacional de Palmares entre 2016 e 2024.



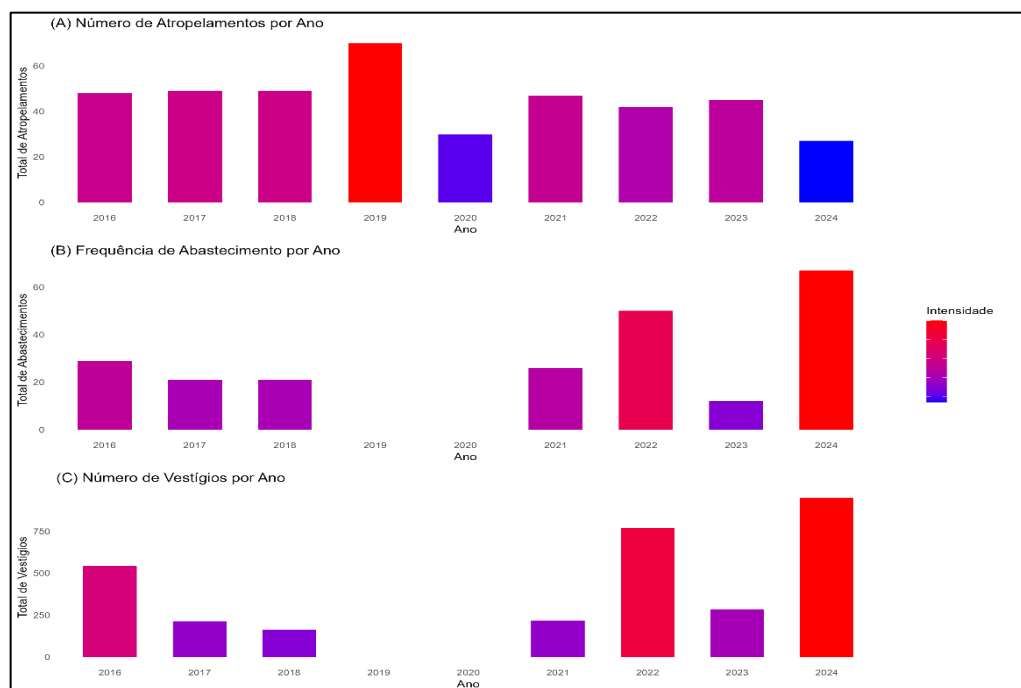
(A) Variação do número de atropelamentos ao longo dos anos, com linha de regressão linear ajustada (azul) e intervalo de confiança sombreado. (B) Comparação da distribuição dos atropelamentos entre os períodos chuvoso (azul) e de estiagem (laranja), destacando a mediana e a variabilidade dos dados. Fonte: Própria (2025).

A distribuição anual dos atropelamentos, abastecimentos dos bebedouros e vestígios de fauna na Floresta Nacional de Palmares entre 2016 e 2024, revela padrões distintos entre as variáveis analisadas. O número de atropelamentos apresenta variações anuais, sem uma tendência linear evidente, sugerindo que fatores ambientais e antrópicos podem influenciar esses eventos. O abastecimento

dos bebedouros mostra flutuações ao longo dos anos, o que pode estar relacionado a mudanças na gestão da unidade de conservação e à participação da comunidade local. Já os vestígios de fauna registrados indicam períodos de maior e menor atividade dos animais na área, possivelmente influenciados pela disponibilidade de água, alimento e variações sazonais (Figura 4 A-C).

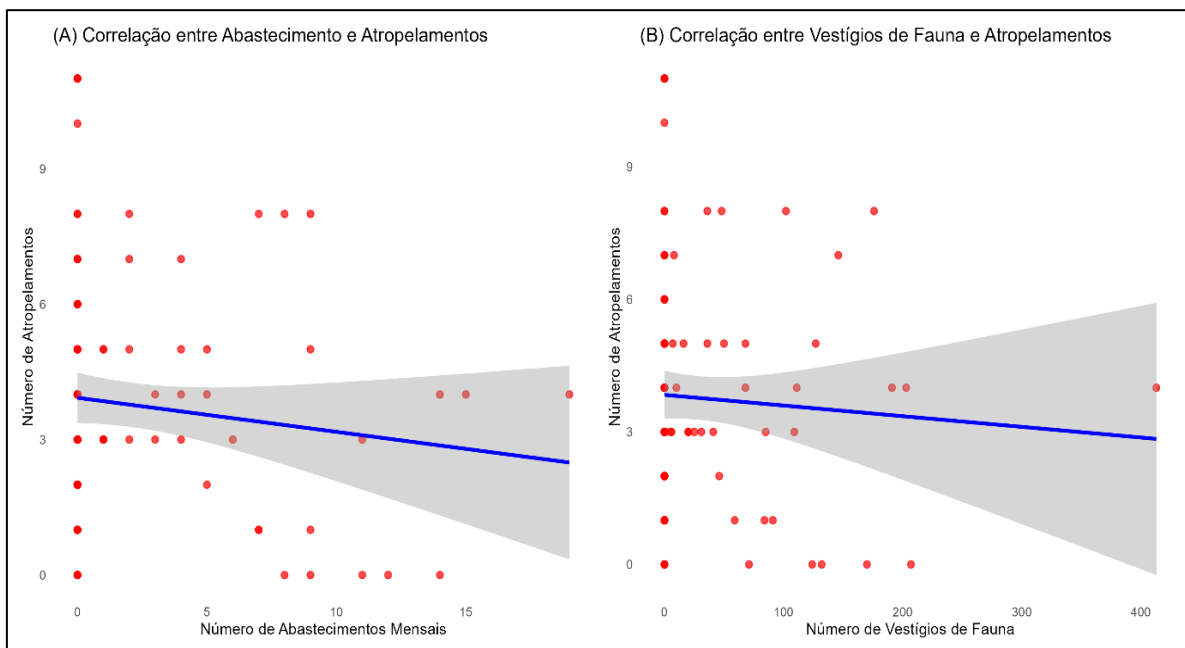
A análise da correlação entre o número de abastecimentos dos bebedouros e os atropelamentos (Figura 5A) indicou uma relação extremamente fraca e não significativa ($\rho = -0.0195$, $p = 0.8409$), sugerindo que a variação no abastecimento não impacta diretamente a frequência de atropelamentos na região. Da mesma forma, a correlação entre vestígios de fauna e atropelamentos (Figura 5B) também apresentou um coeficiente muito baixo e não significativo ($\rho = -0.0017$, $p = 0.9856$), indicando que a quantidade de registros indiretos de fauna não está associada ao número de atropelamentos. Esses resultados sugerem que outras variáveis, como intensidade do tráfego na rodovia ou disponibilidade de recursos naturais na área, podem ter um papel mais relevante na ocorrência desses eventos.

Figura 4- Distribuição anual das variáveis analisadas na Floresta Nacional de Palmares entre 2016 e 2024.



Total anual de atropelamentos registrados. (B) Frequência de abastecimento dos bebedouros ao longo dos anos. (C) Número total de vestígios de fauna observados por ano. As cores indicam a intensidade dos valores, permitindo visualizar variações ao longo do tempo. Fonte: Própria (2025).

Figura 5 - Correlação entre variáveis ambientais e o número de atropelamentos na Floresta Nacional de Palmares (2016-2024).



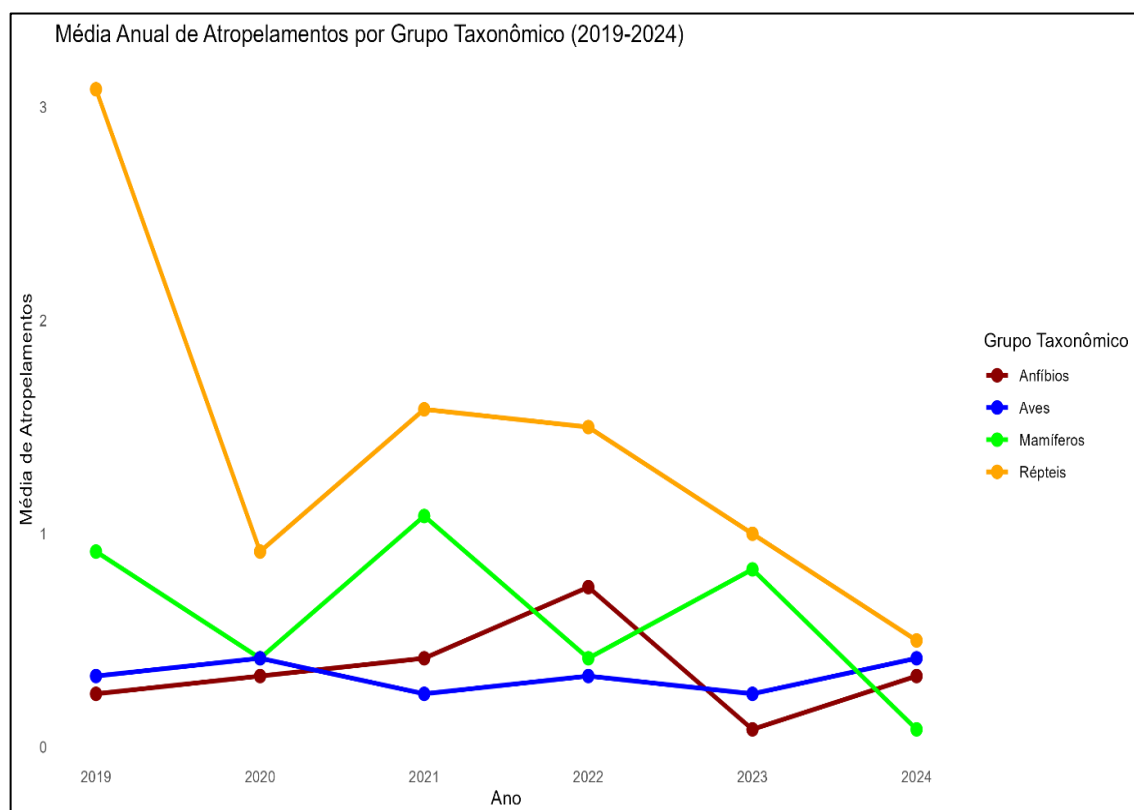
(A) Relação entre abastecimento dos bebedouros e atropelamentos. (B) Relação entre vestígios de fauna e atropelamentos. Os pontos vermelhos representam os dados, e a linha azul indica a regressão linear. Ambos os gráficos mostram correlações fracas e não significativas, sugerindo que essas variáveis isoladamente não influenciam diretamente os atropelamentos. Fonte: Própria (2025).

A regressão múltipla indicou que nem o abastecimento dos bebedouros ($\beta = -0.2485$, $p = 0.108$) nem a quantidade de vestígios de fauna ($\beta = 0.0121$, $p = 0.219$) tiveram efeitos estatisticamente significativos sobre os atropelamentos na Floresta Nacional de Palmares entre 2016 e 2024. O modelo apresentou baixo poder explicativo ($R^2 = 2.78\%$), sugerindo que esses fatores não influenciam diretamente a variação dos atropelamentos. Esses resultados indicam que outros elementos, como sazonalidade, deslocamento da fauna ou tráfego na rodovia, podem desempenhar um papel mais relevante na ocorrência desses eventos.

Os testes estatísticos realizados, revelaram diferenças significativas na frequência de atropelamentos entre os grupos taxonômicos (Figura 6). O teste de Kruskal-Wallis indicou uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($\chi^2 = 38.236$, $p < 0.001$), sugerindo que pelo menos um grupo apresenta um número de atropelamentos diferente dos demais. O teste de Dunn mostrou que os répteis tiveram significativamente mais atropelamentos em comparação com todos os outros grupos ($p < 0.001$), enquanto os mamíferos também apresentaram mais atropelamentos do que os anfíbios ($p = 0.044$). Já as aves e os anfíbios não diferiram estatisticamente entre si. Esses resultados sugerem que os répteis são os

mais vulneráveis a atropelamentos na região, possivelmente devido ao seu comportamento locomotor e exposição à rodovia, enquanto mamíferos também sofrem impactos consideráveis.

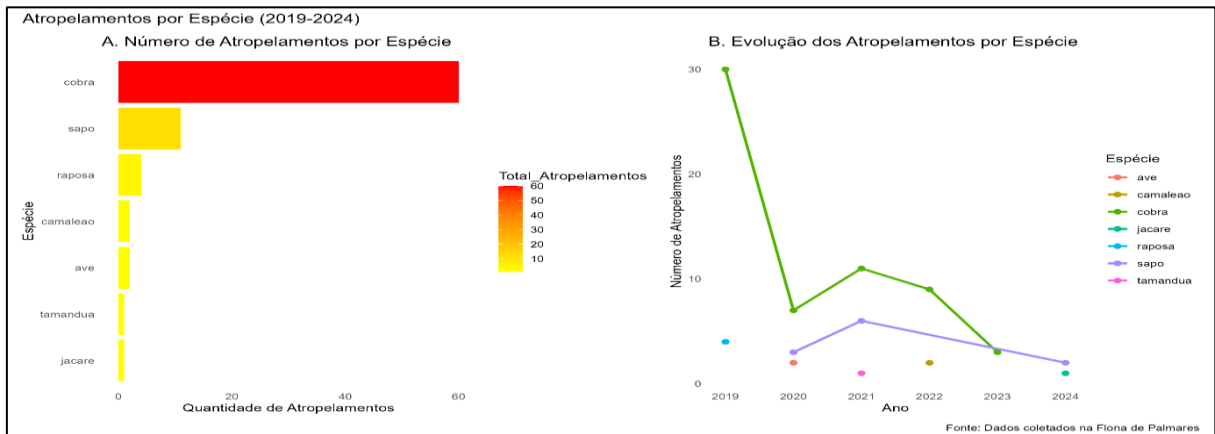
Figura 6 - Média anual de atropelamentos por grupo taxonômico na Floresta Nacional de Palmares (2019- 2024), destacando as variações entre mamíferos, aves, répteis e anfíbios.



Fonte: Própria (2025).

Os resultados indicam que a cobra foi a espécie mais atropelada na Floresta Nacional de Palmares entre 2019 e 2024, com um número significativamente maior de registros em comparação às demais espécies (Figura 7A). O sapo e a raposa também apresentaram quantidades expressivas, embora em menor escala. A evolução dos atropelamentos ao longo dos anos (Figura 7B) mostra que a incidência de atropelamentos variou entre as espécies, com destaque para a redução nos registros de cobras após 2020. Algumas espécies, como o jacaré e o tamanduá, apresentaram registros esporádicos, sugerindo eventos pontuais de atropelamento. Essa variação pode estar associada a fatores sazonais, padrões de movimentação e disponibilidade de recursos no ambiente.

Figura 7- Atropelamentos por Espécie (2019-2024)

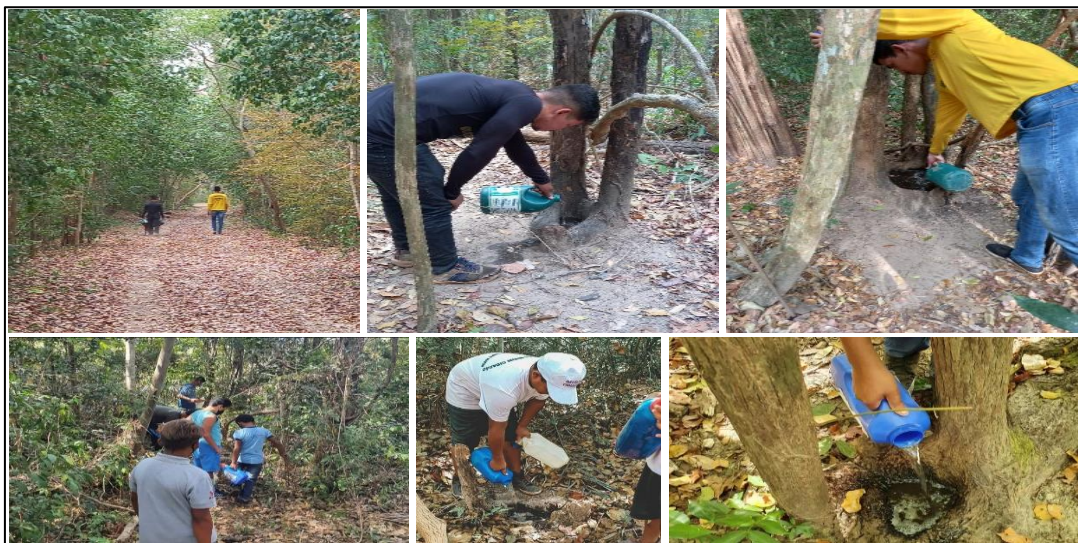


(A) Número total de atropelamentos por espécie na Floresta Nacional de Palmares entre 2019 e 2024. As barras representam o total de registros para cada espécie, destacando as mais impactadas. (B) Evolução dos atropelamentos ao longo dos anos para cada espécie registrada. As linhas indicam a variação anual no número de atropelamentos, permitindo visualizar tendências ao longo do tempo. Fonte: Própria (2025).

3.2 ENGAJAMENTO COMUNITÁRIO NO ABASTECIMENTO DOS BEBEDOUROS

Além das análises estatísticas, foram registrados os abastecimentos dos bebedouros naturais realizados tanto pelos funcionários da unidade quanto pela comunidade visitante (Figura 8). Esses registros possibilitaram avaliar o nível de participação da população no fornecimento de água para a fauna local e sua possível relação com a presença de animais próximos aos bebedouros.

Figura 8 - Registros do abastecimento dos bebedouros na FLONA de Palmares.



As imagens destacam o envolvimento da população na manutenção da disponibilidade de água para a fauna local, reforçando a importância dessa atividade como estratégia de conservação e educação ambiental. Fonte: (Floresta Nacional de Palmares, 2024); Fotografia do autor.

Os dados indicam que a frequência de abastecimento variou ao longo dos anos, sendo influenciada por fatores como gestão da unidade, disponibilidade de recursos hídricos e engajamento da comunidade visitante (Figura 4B). Durante o período analisado, observou-se que a participação dos visitantes no abastecimento foi irregular, com períodos de maior envolvimento, especialmente em meses mais secos.

Essas atividades refletem um aspecto importante da educação ambiental não formal, pois estimulam a conscientização dos visitantes sobre a importância da disponibilidade de água para a fauna em períodos de estiagem. Além disso, reforçam a necessidade de estratégias para fortalecer esse envolvimento e garantir um abastecimento mais regular e eficiente, beneficiando a biodiversidade da unidade.

4. DISCUSSÃO

As análises realizadas não demonstraram correlações significativas entre os atropelamentos de fauna e o abastecimento dos bebedouros na FLONA de Palmares, levantando algumas hipóteses para essa ausência de associação. Primeiramente, é possível que não exista uma relação direta entre essas variáveis, sugerindo que a disponibilidade de água nos bebedouros não exerce influência imediata na frequência de atropelamentos. Além disso, inconsistências nos registros ao longo dos anos, decorrentes de mudanças no quadro de funcionários e na gestão da unidade de conservação, podem ter impactado a qualidade dos dados utilizados. Outro fator relevante é a influência de múltiplas variáveis ambientais e antrópicas, como a disponibilidade de alimento, a existência de outras fontes de água e a intensidade do tráfego na rodovia, que podem ter um papel mais expressivo na ocorrência de atropelamentos.

Embora não tenha sido identificada uma relação estatística direta entre o abastecimento dos bebedouros e a incidência de atropelamentos, a importância dessas estruturas para a conservação da biodiversidade e a educação ambiental na FLONA de Palmares é inquestionável. Em ecossistemas onde a disponibilidade hídrica é limitada, os bebedouros naturais desempenham um papel essencial na manutenção da fauna local, fornecendo água para hidratação, reprodução e regulação térmica de diversas espécies (Embrapa, 2020). Além disso, esses

microambientes promovem interações ecológicas fundamentais, como a atração de polinizadores e dispersores de sementes, contribuindo para os processos de regeneração florestal e equilíbrio ecológico.

A presença desses bebedouros também se destaca como uma ferramenta de educação ambiental, especialmente em contextos não formais, como ocorre na FLONA de Palmares. Além de sua importância para a fauna local, os bebedouros servem como pontos estratégicos para sensibilização de visitantes e comunidades, promovendo o entendimento sobre a preservação dos recursos hídricos e a conservação dos habitats naturais (Andrade et al., 2009; Mogi, 2012; Robaina, 2015).

A educação ambiental desempenha um papel essencial na formação de cidadãos mais conscientes e engajados na conservação da biodiversidade. Conforme destacado por Jacobi (2003), integrar teoria e prática no ensino ambiental permite que indivíduos reflitam criticamente sobre a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais. Dessa forma, ações educativas podem contribuir não apenas para a valorização da biodiversidade, mas também para a sensibilização da comunidade sobre os impactos ambientais, incluindo os atropelamentos de fauna. Além disso, a proteção de habitats e a manutenção de recursos essenciais, como pontos de hidratação e alimentação, podem favorecer a permanência da fauna em áreas protegidas, reduzindo potenciais riscos associados à movimentação dos animais em ambientes impactados por atividades humanas.

O engajamento comunitário em práticas de educação ambiental não formal reforça a importância de integrar diferentes setores da sociedade na conservação da biodiversidade. Atividades educativas promovidas dentro da unidade de conservação incentivam a adoção de comportamentos sustentáveis, contribuindo para a criação de uma cultura de respeito e responsabilidade ambiental (Oliveira et al., 2013). Essas ações são essenciais para consolidar práticas que garantam a sustentabilidade dos recursos naturais e para ampliar a participação social na proteção dos ecossistemas locais.

Como desdobramento deste estudo, propõe-se a criação de materiais educativos, como cartilhas e banners informativos, a serem disponibilizados na FLONA de Palmares. Esses recursos têm o objetivo de reforçar a educação ambiental em um contexto informal, oferecendo informações acessíveis sobre a importância da conservação da biodiversidade e a adoção de práticas sustentáveis.

Além de instruir, espera-se que esses materiais incentivem a participação ativa da comunidade em ações de preservação ambiental, estimulando o engajamento coletivo na proteção da fauna e dos recursos hídricos.

A disponibilização desses materiais dentro da unidade de conservação pode fortalecer a conexão entre visitantes e o ambiente natural, promovendo uma consciência ambiental mais aprofundada e um compromisso contínuo com a preservação da biodiversidade local. Esses esforços são fundamentais para garantir a proteção dos ecossistemas a longo prazo e envolver gerações futuras na construção de um futuro mais sustentável.

5. CONCLUSÃO

Os bebedouros naturais desempenham um papel essencial na biodiversidade da FLONA de Palmares, fornecendo recursos vitais para a fauna e servindo como pontos estratégicos para ações de educação ambiental. Embora os resultados não tenham demonstrado uma relação estatisticamente significativa entre o abastecimento dos bebedouros e a redução de atropelamentos, sua importância para a conservação da fauna e o engajamento comunitário permanece evidente.

Este estudo reforça a necessidade de integrar a educação ambiental em contextos não formais, incentivando práticas que estimulem a conscientização sobre a biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais. Além disso, ressalta a importância de adaptar estratégias de gestão e conservação, considerando a complexidade dos fatores que influenciam a fauna silvestre. A implementação de programas educativos que utilizem os bebedouros como ferramenta didática pode fortalecer o vínculo entre a comunidade e a conservação ambiental, promovendo práticas sustentáveis e contribuindo para a proteção da biodiversidade a longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. V. E. *et al* Primeiro registro do uso de Bromeliaceae por *Elachistocleis ovalis* (Schneider, 1799) (Anura: Microhylidae). **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 257-259, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000400027>. Acesso em: 20 out. 2024.
- AQUINO, M. T. B. **Educação ambiental em unidades de conservação**: vivências educativas em escolas do entorno do Parque Estadual da Mata do Pau-Ferro (Areia/PB). 2021. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/22701>. Acesso em: 22 nov. 2024.
- ASCENSÃO, F. *et al*. Wildlife–vehicle collision mitigation: Is partial fencing the answer? An agent-based model approach. **Ecological Modelling**, v. 257, p. 36-43, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380013001294>. Acesso em: 30 out. 2024.
- BEGON, M; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- BRANDÃO, M. L. S. M. *et al*. Zoneamento ecológico-econômico da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí (Brasil). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 3, p. 21-35, 2022. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/7092>. Acesso em: 11 dez. 2024.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/101710/lei-9985-00>. Acesso em: 23 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas protegidas**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/criacao-ucs.html>. Acesso em: 04 jan. 2025.
- CÁCERES, N. C. Biological characteristics influence mammal road kill in an Atlantic Forest-Cerrado interface in southwestern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 595-601, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/11250003.2011.566226#abstract>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- CRUZ, C. A.; SOLA, F. As unidades de Conservação na perspectiva da Educação Ambiental. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 208-227, 2018. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/6216>. Acesso em: 11 jan. 2025.
- FAMILYSEARCH. Altos, Piauí, Brasil - Genealogia. **FamilySearch**. Disponível em: https://www.familysearch.org/pt/wiki/Altos,_Piau%C3%AD,_Brasil_-_Genealogia. Acesso em: 23 nov. 2024.

FERREIRA, M. C.; LOPES, J. F. O crescimento populacional e os impactos ambientais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ed. 06, v. 02, p. 188-195, 2020. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/crescimento-populacional>. Acesso em: 27 nov. 2024.

FLORESTA NACIONAL DE PALMARES. Abastecimento dos bebedouros pela comunidade e funcionários. **Floresta Nacional de Palmares**. [Foto]. Instagram, 02 de setembro de 2024. Disponível em: https://www.instagram.com/flonapalmares_oficial/. Acesso em: 10 dez. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares**. Altos, PI: ICMBio, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/caatinga/unidades-de-conservacao-caatinga/2126-flona-de-palmares>. Acesso em: 26 out. 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Flona de Palmares promove Semana Ambiental. **Instituto Socioambiental**, 2012. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/110578>. Acesso em: 06 out. 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Flona de Palmares realiza workshop para comemorar o Ano Internacional das Florestas. **Instituto Socioambiental**, 2011. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/107840>. Acesso em: 06 out. 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Floresta Nacional de Palmares promove ação de educação ambiental. **Instituto Socioambiental**, 2011. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/102364>. Acesso em: 01 out. 2024.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Floresta Nacional de Palmares realiza I Mostra de Iniciação Científica. **Instituto Socioambiental**, 2012. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/noticia/119600>. Acesso em: 02 out. 2024.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrFtmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 nov. 2024.

JÚNIOR, J. O. L. *et al.* Análise comparativa entre duas unidades de conservação no Piauí utilizando os princípios de boa governança. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 10, n. 1, p. 317-335, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/34068>. Acesso em: 30 nov. 2024.

KITCHING, R. L. Food webs in phytotelmata: bottom-up and top-down explanations for community structure. **Annual Reviews Entomology**, v. 46, p. 729-760, 2001. Disponível em:

<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.ento.46.1.729>. Acesso em: 26 nov. 2024.

LAURANCE, W. *et al.* Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659-669, 2009. Disponível em: [https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/abstract/S0169-5347\(09\)00206-7](https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/abstract/S0169-5347(09)00206-7). Acesso em: 27 nov. 2024.

LOPES, J. C. R. **Floresta nacional: implantação, gestão e estudo de caso** - Flona de Palmares. Teresina: 2007. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp048006.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2024.

MOGI, C. M. Phytotelmata: hidden freshwater habitats supporting unique faunas. **Freshwater invertebrates of the Malaysian region. Academy of Sciences, Malaysia**, p. 13-22, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/233727086> Acesso em: 28 out. 2024.

NOGUEIRA, B. G. S. *et al.* **Introdução às Unidades de Conservação**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2018. Apostila elaborada para a Semana de Aperfeiçoamento em Engenharia Florestal. Disponível em: <https://conservation.ufpr.br/wp-content/uploads/2018/10/APOSTILA-INTRODU%C3%87%C3%83O-%C3%80S-UNIDADES-DE-CONSERVA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 28 out. 2024.

OLIVEIRA, H. T. O. *et al.* **Educação Ambiental para a conservação da biodiversidade: animais de topo de cadeia**. São Carlos: Diagrama Editorial, 2016. Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1268>. Acesso em: 28 out. 2024.

OLIVEIRA, M. D. *et al.* **Captação e armazenamento de água para consumo animal durante a estação de seca na Planície Pantaneira**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2020. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1129229/1/DOC167C_aptacao-e-armazenamento-de-agua2020.pdf. Acesso em: 03 jan. 2025.

PÁDUA, S. M. *et al.* **Gestão de Unidades de Conservação: compartilhando uma experiência de capacitação**. Brasília: Áttema, 2012.

RAMOS, A.; CAPOBIANCO, J. P. **Unidades de conservação no Brasil: aspectos gerais, experiências inovadoras e a nova legislação (SNUC)**. Instituto Socioambiental, 1996.

ROBAINA, R. R. **Estrutura trófica de nematoides em fitotelmata de *Canistropsis billbergioides* e *Nidularium procerum* (Bromeliaceae) na floresta atlântica: variabilidade temporal e em função da arquitetura da planta**. 2015. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao->

[vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2016/08/tese-Renata-Rodrigues-Robaina.pdf](https://www.ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/AF_201210_02_MMM_Livro.pdf).

Acesso em: 12 dez. 2024.

SANTOS, M. R.; IVANOV, M. M. M.; LEMOS, J. R. Educação ambiental em unidades de conservação do Piauí: o que tem sido feito? In: IVANOV, M. M. M. (Org.). **Unidades de conservação do Estado do Piauí**. Teresina: EDUFPI, 2020. p. 33-46. Disponível em:

https://www.ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/AF_201210_02_MMM_Livro.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

SILVA, J. A.; ARAÚJO, W. F. A. Educação ambiental para conservação dos recursos naturais e sua relação com os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 17, p. 1-12, 2024. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/386903123_Educacao_Ambiental_para_conservacao_dos_recursos_naturais_e_sua_relacao_com_os_Objeticos_de_Developmento_Sustentavel. Acesso em: 02 jan. 2025.

SOUSA, G. A.; SOARES, L. H. C.; NETO, C. F. C. **Plano de ação emergencial floresta nacional dos palmares**. Governo do estado do Piauí, 2018.

SOUSA, T. P. V. de; IVANOV, M. M. M. Status das unidades de conservação do estado do Piauí. In: IVANOV, M. M. M. (Org.). **Unidades de conservação do Estado do Piauí**. Teresina: EDUFPI, 2020. p. 9-32. Disponível em:

https://www.ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/AF_201210_02_MMM_Livro.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

VACCARI, I. L.; LOPES, M. M. Educação ambiental e a conservação da biodiversidade. 2018. **Revista Educação Ambiental em Ação**. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2082>. Acesso em: 12 dez. 2024.