PPGZOOL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
UFAM

A INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM SOBRE A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES OFÍDICOS NA AMAZÔNIA CENTRAL: UM ESTUDO EM DUAS ESCALAS ESPACIAIS

Melyssa Oliveira Gomes

Manaus, Amazonas

Junho/2025

PPGZOOL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
UFAM

A INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM SOBRE A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES OFÍDICOS NA AMAZÔNIA CENTRAL: UM ESTUDO EM DUAS ESCALAS ESPACIAIS

Discente: Melyssa Oliveira Gomes

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Henrique Borges
Coorientadores: Prof. Dra. Cintia Cornelius Frische,
Prof. Dr. Igor Luis Kaefer,
Dr. Pedro Ferreira Bisneto

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

Manaus, Amazonas

Junho/2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G633i Gomes, Melyssa Oliveira
A influência da estrutura da paisagem sobre a incidência de acidentes ofídicos na Amazônia Central : um estudo em duas escalas espaciais / Melyssa Oliveira Gomes. - 2025.
49 f. ; 31 cm.

Orientador(a): Sérgio Henrique Borges .
Orientador(a): Igor Luis Kaefer .
Coorientador(a): Cintia Cornelius Frische.
Coorientador(a): Pedro Ferreira Bisneto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Manaus, 2025.

1. Bothrops(jararaca). 2. Paisagem. 3. Ofidismo. 4. RMM - Região Metropolitana de Manaus. 5. Amazônia. I. Borges, Sérgio Henrique. II. Kaefer, Igor Luis. III. Frische, Cintia Cornelius. IV. Ferreira Bisneto, Pedro. V. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia. VI. Título

Melyssa Oliveira Gomes

A influência da estrutura da paisagem sobre a incidência de acidentes ofídicos na Amazônia Central: um estudo em duas escalas espaciais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zooogia – PPGZOOL, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Aprovada em 20 de Junho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett, Dra.
Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira Dourado – FMT/HVD
Marcelo Gordo, Dr.
Universidade Federal do Amazonas – ICB/UFAM
Sérgio Henrique Borges, Dr.
Universidade Federal do Amazonas – ICB/UFAM

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO 9
2. MATERIAL E MÉTODOS 11
2.1 Área de Estudo 11
Coleta de dados 15
Análise de dados 18
3. RESULTADOS 20
4. DISCUSSÃO 27
5. CONCLUSÕES 31
6. AGRADECIMENTOS 32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 33
8. ANEXO 39
8.1 Anexo A – Documentação do comitê de ética 39

A INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA DA PAISAGEM SOBRE A INCIDÊNCIA DE ACIDENTES OFÍDICOS NA AMAZÔNIA CENTRAL: UM ESTUDO EM DUAS ESCALAS ESPACIAIS*

INFLUENCE OF LANDSCAPE STRUCTURE ON THE INCIDENCE OF SNAKEBITES IN THE CENTRAL AMAZON: A STUDY AT TWO SPATIAL SCALES

Melyssa OLIVEIRA GOMES[1**]; Igor Luis KAEFER[1]; Cintia CORNELIUS[1], Pedro FERREIRA BISNETO[2], Sérgio Henrique BORGES[1]

[1] Universidade Federal do Amazonas – Programa de Pós-graduação em Zoologia Av. General Rodrigo O. Jordão Ramos, 3000, Manaus, Amazonas, 69077-000, Brasil

[2] Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira Dourado. Av. Pedro Teixeira, s/n, Manaus, Amazonas, Brasil.

* Esta dissertação foi elaborada no formato de manuscrito preparado segundo as normas do periódico científico *Acta Amazonica*

**Autor correspondente: Melyssa OLIVEIRA GOMES (melyssa.o.g@gmail.com)

ABSTRACT

Landscape changes like habitat loss and fragmentation have lasting effects on biodiversity, and these changes may also interfere on key ecological processes. Landscape conversion of forested areas into croplands or urbanized areas for example, may increase human-snake interactions, increasing the risk of snakebite incidents. We investigated how landscape composition and configuration influence snakebite incidence in the Central Amazon. We analyzed two spatial scales: 1) the Manaus Metropolitan Region (Região Metropolitana de Manaus - RMM), using data from the Notifiable Diseases Information System (Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN) and MapBiomas landcover data (2008-2019), and 2) the urban area of Manaus, using medical records (2010-2023) from the Tropical Medicine Foundation and MapBiomas land-cover data (2010, 2020). We calculated metrics that describe different aspects of landscape structure at both spatial scales (within municipalities in the RMM and within neighborhoods in the city of Manaus). In the RMM, 9.046 snakebites were recorded, of which 4.082 (approximately 45%) of these were confidently classified as accidents caused by the common lancehead (*Bothrops atrox*) or other bothropic accidents, and were therefore included in the analyses. A significant association was found between snakebite incidence and landscape forest proportion for total snake-bite events, but not for exclusive bothropic accidents. At the Manaus scale, we reported 254 botropic accident cases within the urban zone. The highest incidence (cases/10,000 inhabitants) involving *B. atrox* was associated with neighborhoods exhibiting higher forest cover and greater urban-forest edge amount. Similarly, botropic accident incidence was also positively associated with pasture cover, including higher accident incidence in neighborhoods with more pasture cover and with higher edge ammount. These results highlight the importance of effective urban planning and land zoning strategies that consider landscape composition and landscape configuration to prevent snakebites involving *B. atrox* and other venomous snakes in the Amazon region.

KEYWORDS: *Bothrops*, landcover, ofidism, metropolitan region, Amazon

RESUMO

Mudanças na paisagem como fragmentação e perda de habitat afetam a biodiversidade e os processos ecológicos o que pode aumentar as interações homem-serpente, ampliando os riscos de acidentes ofídicos. Neste estudo, investigamos como a composição e configuração da paisagem influenciam a incidência de acidentes ofídicos na Amazônia Central. Analisamos duas escalas: 1) a Região Metropolitana de Manaus (RMM), utilizando dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e dados de cobertura de solo do MapBiomas (2008-2019), e 2) a área urbana de Manaus, utilizando registros médicos (2010-2023) da Fundação de Medicina Tropical e dados de cobertura de solo do MapBiomas (2010, 2020). Descrevemos a paisagem calculando métricas na escala de municípios na RMM e na escala de bairros na cidade de Manaus. Na RMM, foram registrados 9.046 acidentes ofídicos. Deste total, 4.082 foram classificados como acidentes causados predominantemente pela jararaca (*Bothrops atrox*) (acidentes botrópicos). Foi encontrada associação significativa entre a incidência total de acidentes ofídicos e a proporção de floresta nos municípios, mas essa relação não foi encontrada quando apenas os acidentes botrópicos foram considerados. Na escala de Manaus, relatamos 254 casos de acidentes botrópicos na zona urbana. A maior incidência de acidentes botrópicos (casos/10 mil habitantes) foi associada a bairros com maior proporção de floresta e maior quantidade de ambiente de borda de floresta. Da mesma forma, a incidência de acidentes botrópicos também foi positivamente associada as métricas de cobertura de pastagem, bairros com maior proporção e bordas de pastagem tiveram maiores incidências de acidentes. Esses resultados destacam a importância de estratégias eficazes de planejamento urbano e zoneamento territorial que considerem tanto a composição como a configuração da paisagem para prevenir acidentes ofídicos envolvendo *B. atrox* e outras serpentes peçonhentas na região amazônica.

PALAVRAS-CHAVE: *Bothrops*, cobertura, ofidismo, região metropolitana, Amazônia

1. INTRODUÇÃO

Acidentes ofídicos se configuram como problemas de saúde pública que afetam principalmente os países de regiões tropicais e subtropicais sendo reconhecidos, a partir de 2017, como uma doença tropical negligenciada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (Kasturiratne *et al.* 2008, Gutiérrez *et al.* 2017, Monteiro *et al.* 2020). A população afetada pelos acidentes ofídicos normalmente é composta em sua maioria por homens, trabalhadores rurais e de idade economicamente ativa (Chippaux 2017). As sequelas provenientes dos acidentes podem perdurar a vida inteira e são classificadas em pelo menos três tipos: leve, moderado e grave (Bernarde e Gomes 2012). Além disso, o tipo da serpente que causou o envenenamento também pode influenciar na toxicidade do veneno e na gravidade do acidente (Gutiérrez *et al.* 2017, Soares e Sachett 2019, Resiere *et al.* 2020).

A Amazônia possui uma das maiores diversidades de répteis Squamata (serpentes e lagartos) do mundo devido ao seu clima tropical e alta pluviosidade que contribui para a reprodução e alimentação de várias espécies (Frazão *et al.* 2020). Dentro deste grupo, as serpentes são as maiores responsáveis por acidentes com animais peçonhentos podendo causar sequelas e/ou óbito devido ao envenenamento (Gutiérrez *et al.* 2017, Monteiro *et al.* 2020). Na região amazônica, as serpentes do gênero *Bothrops* são as responsáveis pela grande maioria dos acidentes ofídicos, destacando-se a espécie *Bothrops atrox* (jararaca-do-norte) (Linnaeus 1758) por sua ampla distribuição geográfica e abundância (Martins e Oliveira 1998, Nogueira *et al.* 2019).

O veneno dessa espécie possui propriedades anticoagulantes, hemorrágicas e proteolíticas que podem gerar sequelas ligadas a insuficiência renal, necrose do tecido e perda do membro atingido (Bernarde e Gomes 2012, Alcântara *et al*. 2018, Resiere *et. al*. 2020). Além disso, sua dieta e hábitos generalistas bem como sua adaptação a ambientes perturbados, podem levar a essa espécie a colonizar ambientes periféricos das áreas de ocupação humana em busca de alimento e refúgio e potencialmente aumentando o risco de acidentes ofídicos nessas áreas (Martins e Oliveira 1998, Oliveira e Martins 2001, Feitosa *et al*. 2015, Alcântara *et al*. 2018). Além dos impactos diretos na saúde, os acidentes ofídicos na Amazônia geram graves problemas socioeconômicos devido à lesão, como perda da capacidade de trabalho e dependência econômica do Estado (Babo Martins *et al*. 2022), tornando crucial entender seus padrões de distribuição. Esses padrões podem, por exemplo ser influenciados pelas características da paisagem, pois os acidentes ocorrem fundamentalmente onde há sobreposição de nicho entre humanos e serpentes, em ambientes cujas características permitem a presença de ambos os grupos (Yu *et al*. 2019). É possível,

portanto, estabelecer um padrão de sucessão de eventos que se inicia com a ocupação humana, passando por modificações nas características do ambiente devido às transformações na paisagem, resultando em impactos sobre a biodiversidade (Bai *et al*. 2017) e possivelmente sobre os padrões de ocorrência dos acidentes ofídicos.

Compreender essa relação é especialmente importante frente às intensas transformações no uso e cobertura do solo na região amazônica (e.g. perda de cobertura natural, conversão de florestas para pastagens, desertificação, etc.) (Maia *et al*. 2021, Schneider *et al*. 2021) uma vez que a frequência e a incidência desses eventos podem ser afetadas pela presença e tipos de vegetação em uma área (Parmigiani e Sansolo 2017, Hauptfleisch *et al*. 2020, Sousa Mesquita *et al*. 2023). Por outro lado, variáveis que descrevem a configuração das coberturas de solo, como por exemplo o grau de fragmentação da floresta ou quantidade de bordas entre floresta e ambientes antropizados, podem também ser importantes para entender os padrões espaciais dos acidentes ofídicos.

A Região Metropolitana de Manaus (RMM) é constituída por 13 municípios que possuem conexão com a capital do Amazonas através de estradas e/ou rios (Monteiro *et al.* 2021). O crescimento dessas cidades se deu principalmente pela criação da Zona Franca de Manaus na década de 60 para promover o crescimento econômico da região (Bentes 2022). Nesse contexto econômico, Manaus foi o município que teve maior crescimento populacional e uma economia voltada para a indústria, atraindo pessoas de diversas cidades e Estados em busca de melhores condições de vida (Silva e Scudeller 2022).

Além do setor industrial, municípios como Itacoatiara e Careiro possuem outras fontes econômicas principais, especialmente a agropecuária e prestação de serviços, (Sedecti 2020). A ocupação da RMM, principalmente de Manaus, se deu pelo intenso fluxo migratório em função da expansão do seu parque industrial e da consolidação do setor do comércio. Esse fluxo migratório, em conjunto com a falta de planejamento urbanístico, ocasionou diversos problemas socioambientais como a ocupação desordenada do solo, destruição de cobertura vegetal, poluição de corpos de água e falta de saneamento básico (Rovere e Crespo 2002).

A partir das modificações da paisagem dos municípios que compõem a RMM e os bairros que compões a cidade de Manaus é possível esperar que a ocorrência e frequências de acidentes ofídicos, em especial os acidentes causados pelas jararacas (*B. atrox*), estejam não somente associados com os diferentes tipos de coberturas de solo, mas também com a configuração dos diferentes ambientes. Investigar a relação entre mudanças na paisagem e a ocorrência de acidentes ofídicos pode facilitar a adoção de medidas de prevenção

possibilitando realizar levantamentos de áreas de risco, distribuição sistematizada de soro antiofídico específico para as unidades de saúde necessárias e treinamento de profissionais da saúde baseado em zonas de risco (Magalhães *et al*. 2019). Tal mapeamento, no entanto, depende de um georreferenciamento mais preciso dos acidentes ofídicos, o que nem sempre é possível nas bases de dados nacionais.

Neste estudo, investigamos a relação entre a incidência de acidentes ofídicos, especialmente de acidentes botrópicos, e variáveis que caracterizam a composição e configuração das paisagens da RMM na Amazônia Central. Para entender essa relação, trabalhamos em duas escalas: i) escala da Região Metropolitana de Manaus com 127.287,789 km² cobrindo 13 municípios, e ii) a escala de Manaus, capital do Estado do Amazonas, com 11.401,092 km² com 63 bairros. Esperamos encontrar uma relação positiva entre a incidência de acidentes ofídicos e a cobertura florestal (na escala da RMM) e em Manaus acreditamos que a incidência de acidentes botrópicos esteja também associada a um maior grau de fragmentação da floresta remanescente, principalmente em regiões de expansão da malha urbana da cidade.

Deste modo, o objetivo geral desse estudo é identificar quais características da paisagem influenciam a ocorrência de acidentes ofídicos na Região Metropolitana de Manaus. Pretendemos, especificamente, investigar os efeitos da estrutura das paisagens na incidência de acidentes ofídicos em municípios na escala da RMM e em bairros na escala da cidade de Manaus.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A Região Metropolitana de Manaus (RMM) é considerada a maior região metropolitana do Brasil com área superior a 127 mil km² (IBGE 2018) sendo 90% dessa área coberta por vegetação natural. Apesar da baixa densidade populacional, a maior parte da população está concentrada na capital e na zona urbana (Monteiro *et al.* 2021). Atualmente a RMM é composta por 13 municípios: Manaus, Autazes, Careiro da Várzea, Careiro, Iranduba, Itacoatiara, Itapiranga, Manacapuru, Manaquiri, Novo Airão, Presidente Figueiredo, Rio Preto Da Eva e Silves (IBGE 2022) (Figura 1).

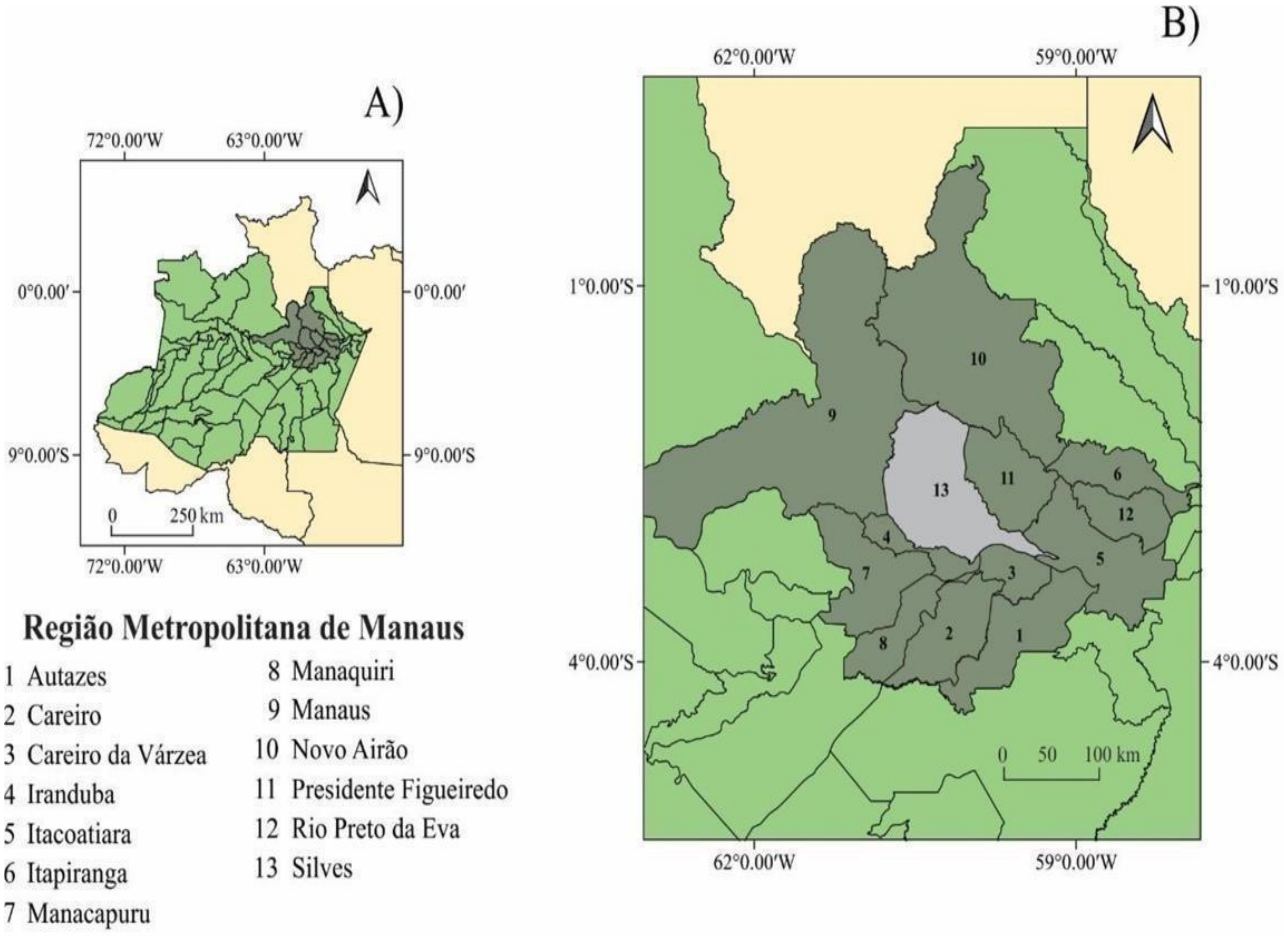

Figura 1. A) Mapa do Estado do Amazonas; B) Mapa dos municípios da RMM.

Nos últimos anos, a RMM apresentou uma variação na dinâmica de crescimento populacional considerável. Os municípios com maior crescimento populacional foram Iranduba (33.3%) e Autazes (22.6%) e maior diminuição em Manaquiri (33.2%) e Careiro da Várzea (21.8%) (Tabela 1).

Tabela 1. População humana (Censo 2010 e 2022 do IBGE) e área de cada município. A Dinâmica populacional foi calculada como a variação percentual entre a população dos dois censos.

Município	Área (km²)	População 2010	População 2020	Dinâmica Populacional (%)
Autazes	7.599,28	32.135	41.564	22.6
Careiro	6.096,21	32.734	30.792	-6.3
Careiro da Várzea	2.631,13	23.930	19.637	-21.8
Iranduba	2.215,03	40.781	61.163	33.3
Itacoatiara	8.891,91	86.839	103.598	16.2
Itapiranga	4.335,08	8.211	101.62	19.2
Manacapuru	7.336,58	85.141	101.883	16.4
Manaquiri	3.975,76	22.801	17.107	-33.2
Manaus	11.401,09	1.802,014	2.063,689	12.6
Novo Airão	37.771,25	14.723	15.761	6.5
Presidente Figueiredo	2.545,91	27.175	30.668	11.3
Rio Preto da Eva	5.813,2	25.719	24.936	-3.1
Silves	3.747,28	8.444	11.559	26.9

Manaus, capital do estado do Amazonas, está localizada na Amazônia Central (3° 04′ 25″ S, 60° 00′ 20″ O) em uma área total de 11.401,092 km² e 483,40 km² de área urbana com cerca de 2.063.547 de habitantes. A cidade possui 63 bairros divididos em 6 zonas administrativas (Prefeitura de Manaus 2021) (Figura 2), possui clima predominantemente quente com estações de chuva (novembro a abril) e seca (maio a outubro) bem definidas, com precipitação anual de 2,300 mm e temperatura média de 28ºC (INMET 2025). A dinâmica populacional da capital nos últimos anos mostra que a Zona Norte, que já era mais populosa, cresceu quase 30%, seguida da Zona Oeste que cresceu em um 20%. Apesar da Zona Leste possuir a maior extensão territorial, a população cresceu apenas 10% em um intervalo de 12 anos (Tabela 2).

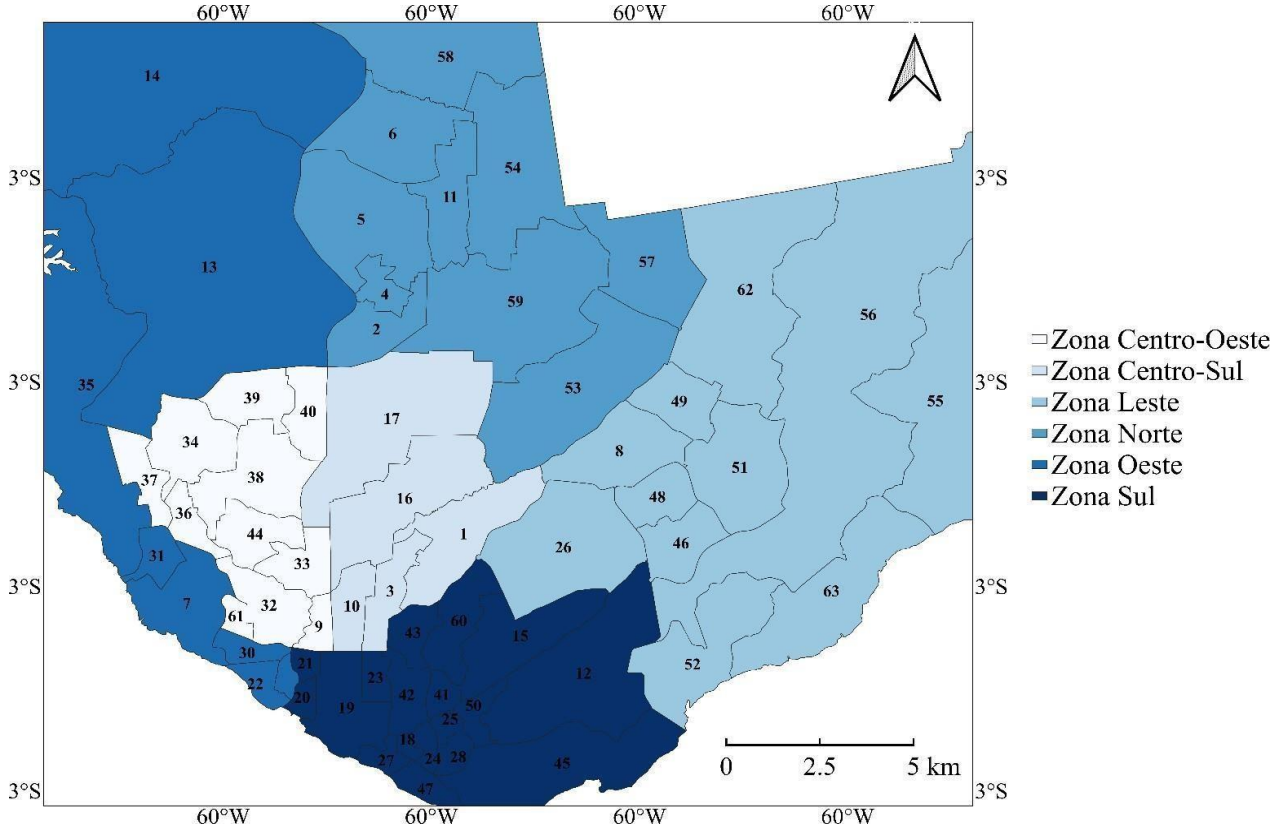

Figura 2. Zona urbana do município de Manaus. Bairros: 1. Aleixo, 2. Colônia Santo Antônio, 3. Adrianópolis, 4. Novo Israel, 5. Colônia Terra Nova, 6. Santa Etelvina, 7. Compensa, 8. São José Operário, 9. São Geraldo, 10. Nossa Senhora das Graças, 11. Monte das Oliveiras, 12. Distrito Industrial I, 13. Tarumã, 14. Tarumã-Açu, 15. Japiim, 16. Parque 10 de Novembro, 17. Flores, 18. Morro da Liberdade, 19. Centro, 20. Nossa Senhora Aparecida, 21. Presidente Vargas, 22. São Raimundo, 23. Praça 14 de Janeiro, 24. Santa Luzia, 25. Betânia, 26. Coroado, 27. Educandos, 28. São Lázaro, 29. Glória, 30. Santo Antônio, 31. Santo Agostinho, 32. São Jorge, 33. Chapada, 34. Planalto, 35. Ponta Negra, 36. Nova Esperança, 37. Lírio do Vale, 38. Alvorada, 39. Redenção, 40. Da Paz, 41. Raiz, 42. Cachoerinha, 43. São Francisco, 44. Dom Pedro I, 45. Vila Buriti, 46. Armando Mendes, 47. Colônia Oliveira Machado, 48. Zumbi dos Palmares, 49. Tancredo Neves, 50. Crespo, 51. Gilberto Mestrinho, 52. Mauazinho, 53. Novo Aleixo, 54. Nova Cidade, 55. Puraquequara, 56. Distrito Industrial II, 57. Cidade de Deus, 58. Lago Azul, 59. Cidade Nova, 60. Petrópolis, 61. Vila da Prata, 62. Jorge Teixeira, 63. Colônia Antônio Aleixo.

Tabela 2. População de habitantes (Censo 2010 e 2022 do IBGE) da cidade de Manaus nas diferentes zonas urbanas. A Dinâmica populacional foi calculada como a variação percentual entre a população dos dois censos.

Zonas de Manaus	Área (km²)	Número de bairros	População 2010	População 2020	Dinâmica populacional (%)
Norte	98.77	10	501.055	650.075	29.74
Leste	155.69	11	447.946	494.341	10.36
Oeste	120.81	12	253.589	304.464	20.06
Sul	47.08	18	286.488	267.415	-6.66
Centro-Sul	32.11	7	152.753	175.939	15.18
Centro-Oeste	28.94	5	148.333	149.998	1.12
Total	**483.4**	**63**	**1.790,164**	**2.042,232**	**14.08**

O aumento da população urbana vem resultando em ocupação desordenada do solo, destruição da cobertura vegetal e poluição de corpos d'água, causando mudanças significativas na paisagem. Consequentemente, essa ação tem resultado no isolamento de animais silvestres nos fragmentos de vegetação remanescentes, incluindo espécies de répteis como lagartos, jacarés e serpentes que podem ser encontrados no ambiente urbano (Rovere e Crespo 2002, Cândido *et al*. 2021).

Coleta de dados

2.2.1 Escala RMM

Para investigar se a incidência de acidentes ofídicos está relacionada à proporção das diferentes coberturas da paisagem, obtivemos os dados dos acidentes que ocorreram nos municípios da RMM através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), banco de dados do Ministério da Saúde que integra informações sobre os acidentes ofídicos que ocorrem no país (https://datasus.saude.gov.br/). Os critérios de seleção para os casos foram: o acidente ter ocorrido na RMM, ter sido causado por serpentes peçonhentas de importância médica (Famílias Viperidae e Elapidae) ou por serpentes não peçonhentas/peçonhentas sem importância médica (e.g. Famílias Boidae e Colubridae), e ter acontecido entre 2008 e 2019. Esse período foi selecionado para garantir maior consistência dos dados, iniciando a análise um ano após a padronização e reformulações do SINAN (Ministério da Saúde 2007), e para diminuir influências da pandemia de COVID-19 sobre as

notificações.

Para os cálculos de incidência de acidentes, obtivemos informações sobre os dados populacionais por município por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação do Amazonas (SEDECTI), assim como os dados estimados para os anos que não integraram o recenseamento demográfico. Esses dados foram obtidos principalmente do site do IBGE (https://www.ibge.gov.br/).

Dados da cobertura de solo nos municípios da RMM foram obtidos da série histórica do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas), entre os anos de 2008 e 2019 (MapBiomas 2023). Utilizamos a nomenclatura de classes de uso do solo do MapBiomas, mas para a seleção dos modelos simplificamos as classes de cobertura em: Floresta (Floresta natural), Agropecuária (agricultura + pastagem), Área não vegetada (somente Infraestrutura urbana) e Corpos d'água (Rio, Lago e Oceano) para a RMM.

2.2.2 Escala Manaus

Para a escala mais refinada de Manaus, os dados dos acidentes ofídicos foram obtidos a partir da plataforma *iDoctor*, associada à Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira Dourado (FMT-HVD), centro de referência no atendimento e tratamento de acidentes por animais peçonhentos, localizado em Manaus, Amazonas, Brasil. O sistema *iDoctor* não permite o acesso direto aos prontuários médicos por meio do CID destinado aos acidentes ofídicos. Dessa forma, inicialmente, foi necessário obter os números dos prontuários por meio da coleção ANIME ou de outros projetos vinculados à instituição que também faziam uso desses registros. Essa busca preliminar resultou em aproximadamente 748 prontuários, incluindo casos de serpentes não peçonhentas e de outras localidades do Estado do Amazonas. Posteriormente, por meio do Serviço de Arquivo Médico e Estatística (SAME) da FMT-HVD, foram obtidos prontuários adicionais que possuíam o CID T630, correspondente aos acidentes ofídicos. Essa etapa resultou em mais 421 registros provenientes de diferentes municípios do Amazonas, abrangendo o período de 2010 a 2023, com exceção dos anos de 2013, 2014 e 2015. No total, foram verificados 1.903 prontuários, dos quais 734 não foram localizados no sistema *iDoctor*, resultando em um esforço amostral efetivo de 1.169 acidentes.

Dentre os registros disponíveis, foram selecionados os acidentes ocorridos no município de Manaus entre os anos de 2010 e 2023, especificamente aqueles causados por *B. atrox*. A identificação dos casos foi realizada com base tanto na sintomatologia apresentada (e.g., dor, edema, sangramento local, hemorragia, bolhas, úlceras, etc.)

(Monteiro *et al*. 2020), quanto na presença do espécime na coleção científica da instituição. Para as análises em escala urbana, foram considerados apenas os casos que ocorreram dentro dos limites da zona urbana e que puderam ser georreferenciados ao nível de bairro. Os critérios de inclusão foram baseados principalmente na comprovação do envenenamento pela espécie, independentemente da gravidade do evento. Ao final desse processo, 254 casos atenderam a todos os critérios estabelecidos e compuseram o banco de dados referente à escala de Manaus.

A obtenção das coordenadas geográficas aproximadas do ponto de cada acidente foi realizada utilizando o *Google Maps*, a partir dos relatos dos pacientes registrados nos prontuários médicos. Utilizamos ferramentas como *Street View* e consulta a sites oficiais para identificar possíveis alterações de nomes de ruas ou bairros. As informações sobre a população urbana por bairro (anos 2010 e 2022) e a organização territorial da capital foram coletadas de fontes como o IBGE e a SEDECTI.

Informações mais detalhadas sobre as serpentes que causaram os acidentes foram obtidas nos livros de tombo da Coleção de Animais de Interesse Médico (ANIME) da FMT-HVD, onde as serpentes são mantidas. A coleta desses dados foi analisada e aprovada pelos comitês de ética da Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira Dourado (393455 20.9.0000.0005/2020) e da Universidade Federal do Estado do Amazonas - UEA (30390613.9.0000.5016/2014).

Para a análise da paisagem, obtivemos camadas vetoriais (*shapefile*) da cidade por meio do projeto Mapa de Manaus da Prefeitura de Manaus, contendo os dados das zonas da cidade e dos bairros. Também usamos mapas categóricos (*raster*), com resolução de 30 metros obtidos da plataforma MapBiomas (Coleção 5), disponível no *Google Earth Engine*. Estes mapas foram recortados para cobrir a mesma superfície da camada vetorial dos bairros e foram compostos por 4 categorias de uso de solo (Floresta, Pastagem, Infraestrutura Urbana e Corpos d'água). Para extrair as métricas da paisagem utilizadas neste estudo foram utilizados os mapas categóricos dos anos de 2010 e 2020, a fim de permitir uma análise dinâmica espaço-temporal das mudanças na cobertura e no uso do solo ocorridas ao longo de um período de dez anos. Posteriormente, convertemos os arquivos *shapefile* e *raster* para o Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) a fim de facilitar os cálculos das métricas da paisagem.

As métricas de composição e configuração da paisagem foram extraídas através do plugin *Landscape Ecology* (LECOS) (Jung 2016) do software *QGIS 4.40 Bratislava* (qgis.org 2025) usando o *raster* e o *shapefile* de Manaus como camadas sobrepostas para, a seguir, gerar as métricas de composição calculando as coberturas (% de cada cobertura) de

floresta (*lp_forest*), pastagem (*lp_pasture*) e área urbanizada (*lp_urban)* para cada polígono (bairro). As métricas de configuração de paisagem foram: densidade de borda de floresta (*edge_den_forest*) e densidade de borda de pastagem (*edge_den_pasture*). Estas métricas de configuração quantificam o grau de fragmentação da paisagem sendo a densidade de borda expressa em metros de borda / m^2. Para as análises usamos apenas as medidas associadas a cobertura de floresta e de pastagem, uma vez que as medidas de cobertura urbana estão inversamente relacionadas com a cobertura de floresta ($r < 0.7$). As métricas de densidade de manchas não foram incorporadas nas análises uma vez que apresentaram correlação com as métricas de densidade de borda (Figura 3), optando assim por apenas uma métrica de configuração.

Análise de dados

Inicialmente testamos a correlação entre as variáveis preditoras e por algumas destas se tratarem de variáveis explanatórias altamente correlacionadas ($r > 0.7$), preferimos elaborar modelos individuais para cada uma delas. A variável cobertura urbanizada estava negativamente correlacionada com cobertura de floresta ($r = -0.008$ na escala RMM e $r = -0.97$ na escala Manaus), e por isso usamos apenas a variável cobertura de floresta como preditora. Na escala da RMM, testamos a relação entre as variáveis da paisagem e a incidência de acidentes ofídicos totais e aqueles causados somente por serpentes do gênero *Bothrops* spp.

Na escala de Manaus usamos apenas os dados de acidentes para *B. atrox*. Para escolher quais modelos seriam os que melhor explicam a relação entre a incidência de acidentes e as variáveis preditoras de paisagem, usamos a abordagem de seleção de modelos com base no Critério de Informação de Akaike (AIC) (Burnham e Anderson 2002). Na escala de Manaus, padronizamos as métricas da paisagem de densidade de borda utilizando a função *scale* no *R Studio*. As correlações entre essas variáveis para a escala de Manaus são mostradas na figura 3. Embora a correlação entre proporção de cobertura e densidade de manchas de pastagem fosse mais baixa ($r = 0.5$), modelos que incluíam ambas as variáveis simultaneamente apresentaram valores de AIC mais elevados (indicando pior ajuste). Portanto, optou-se por analisar essas variáveis em modelos separados.

	Proporção de floresta	Densidade de borda de floresta	Densidade manchas de floresta	Proporção de pastagem	Densidade de borda de pastagem	Densidade de manchas pastagem
Densidade de borda de floresta	0.86					
Densidade manchas de floresta	0.18	0.58				
Proporção de pastagem	0.73	0.72	0.24			
Densidade de borda pastagem	0.72	0.82	0.44	0.91		
Densidade de manchas de pastagem	0.49	0.73	0.65	0.42	0.70	
Proporção de área urbanizada	-0.97	-0.87	-0.20	-0.84	-0.81	-0.50

Figura 3. Matriz de correlação das variáveis preditoras (escala de Manaus). A cor vermelha representa variáveis correlacionadas e o sinal (+) para positivamente e (-) para negativamente correlacionadas.

Para a RMM, trabalhamos com informações da incidência de acidentes ofídicos de 13 municípios durante 11 anos. Usamos um Modelo Linear de Efeitos Mistos (LMER) do pacote *lme4* (Bates 2015) pelo software *R Studio v.4.2.3* (R Core Team 2023) controlando a repetição dos eventos entre os anos, designando o município como fator aleatório. Na análise para a RMM, modelamos separadamente a influência das coberturas da paisagem sobre duas variáveis resposta: a incidência de acidentes ofídicos totais e a incidência de acidentes botrópicos. Para cada variável, a taxa de incidência foi calculada como a média anual por 100.000 habitantes em cada município, considerando os períodos de 2008-2013 e 2014-2019 (6 anos cada). As proporções das coberturas de Floresta e Agropecuária foram empregadas como variáveis preditoras por serem as coberturas mais representativas.

Para a escala de Manaus, analisamos a influência das métricas da paisagem sobre a incidência de acidentes botrópicos, usamos um Modelo Linear Generalizado (GLM) do pacote *MASS* com distribuição binomial negativa. A incidência de acidentes botrópicos por bairro (padronizada por 10 mil habitantes e arredondada para o número inteiro) foi utilizada como variável resposta e as métricas da paisagem proporção de cobetura de floresta e pastagem e densidade de borda de floresta e pastagem como variáveis preditoras. Nessa escala, pastagem foi entendida como uma vegetação ruderal, conhecida popularmente como terrenos baldios. O período analisado, que foi separado em dois intervalos temporais (e.g. 2010 a 2017 e 2018 a 2023, totalizando 13 anos), foi incluído nos modelos como um efeito

fixo e usados somente para facilitar a visualização da dinâmica da paisagem de Manaus entre os anos da análise.

3. RESULTADOS

3.1 Região Metropolitana de Manaus (RMM): dinâmica da paisagem

Em termos de dinâmica das paisagens na escala da RMM, notamos um aumento na proporção de cobertura agropecuária nos municípios de Careiro da Várzea (3,96%) e Autazes (1,70%) ao comparar os períodos de 2008-2013 e 2014-2019. Em áreas urbanas, Manaus se destacou como o município mais urbanizado (2%), seguido por Iranduba (0,60%), ambos tiveram crescimento de 0,11% e 0,14%, respectivamente. No geral, em termos proporcionais ao total da área dos municípios, houve pouca diminuição da cobertura florestal, sendo Careiro da Várzea (4,15%) e Manacapuru (2,07%) os com maior desmatamento, enquanto Rio Preto da Eva (97.03%) e Novo Airão (96.43%) demonstraram ter maior proporção florestada. Por fim, a maior proporção de cobertura de corpos d'água foi observada em Careiro da Várzea (22.57%) e Itacoatiara (17.80%), com pouca variação no período de tempo analisado, mas com diminuição dessa cobertura em Presidente Figueiredo (1.05%) e Careiro (0.22%) (Figura 4).

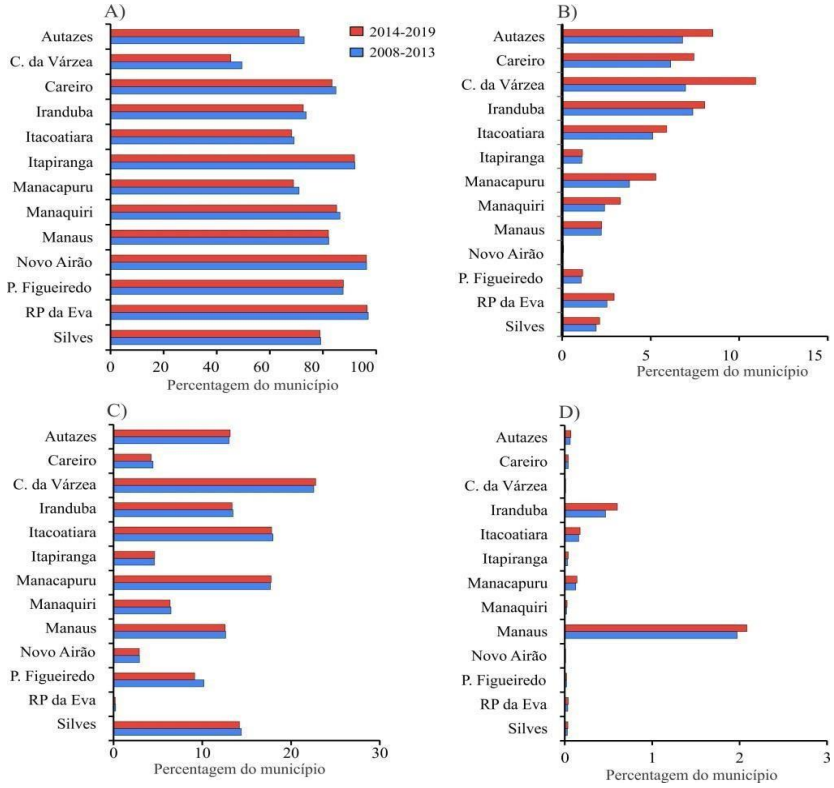

Figura 4. Percentagem das coberturas de floresta (A), agropecuária (B), corpos de água (C) e área urbanizada da RMM (D) nos municípios da Região Metropolitana de Manaus.

3.2 Região Metropolitana de Manaus (RMM): dinâmica dos acidentes ofídicos

Entre os anos de 2008 e 2019, ocorreram 9.046 acidentes ofídicos nos municípios que compõem a RMM. Nesse período, os municípios com maior incidência média de acidentes foram Itapiranga (412,14 acidentes/100 mil habitantes) e Rio Preto da Eva (329,75 acidentes/100 mil habitantes) (Figura 5). Em relação à variação da média anual da incidência de acidentes ofídicos, notamos que entre 2014 e 2019 houve uma variação significativa em Itapiranga (+198,61 acidentes/100 mil habitantes), Silves (-88,33 acidentes/100 mil habitantes) e Iranduba (-41,41 acidentes/100 mil habitantes).

Os casos de acidente botrópico na RMM totalizaram 4.082 ocorrências, onde o município com maior número de casos foi Manaus (936), seguido de Itacoatiara (838) e Manacapuru (616). Ao analisar a incidência média de acidentes botrópicos entre os municípios, vemos que Novo Airão (82,97 acidentes/100 mil habitantes), Itapiranga (76,96 acidentes/100 mil habitantes) e Autazes (78,30 acidentes/100 mil habitantes) se destacaram, no entanto, Itapiranga assumiu a liderança da incidência média dos casos no segundo período analisado.

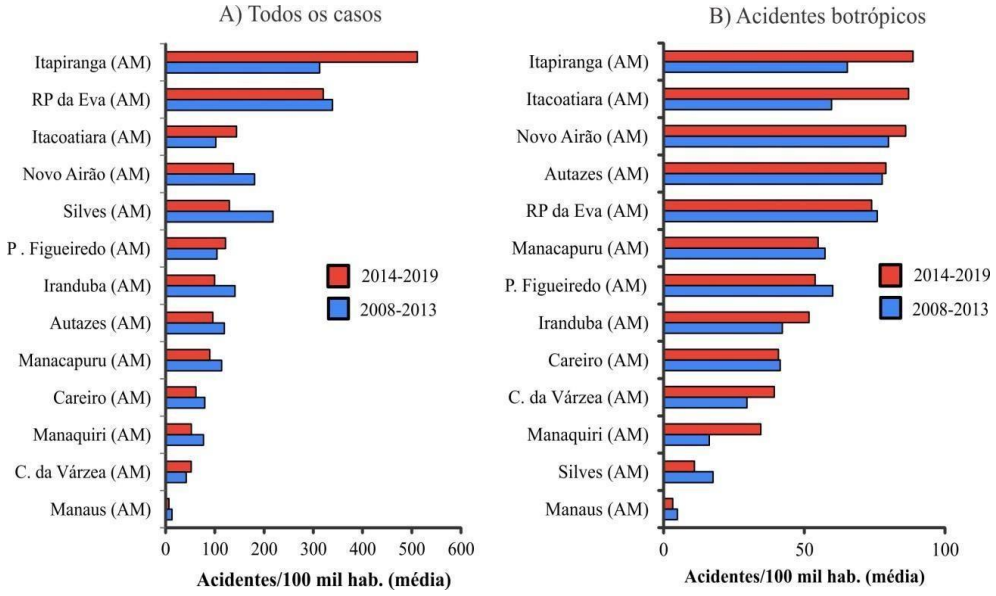

Figura 5. Incidência (casos/100 mil habitantes) de acidentes ofídicos totais (A) e somente botrópicos (B) na Região Metropolitana de Manaus.

Outro ponto interessante é a variação dos dados em cada município, com lugares em que a incidência variou muito (Itapiranga, Autazes e Careiro) e que variaram pouco em torno da mediana (Presidente Figueiredo e Novo Airão), além de municípios com baixa incidência que variaram muito (Manaquiri) e que variaram pouco (Manaus e Silves) em relação a mediana. O ano de 2019 teve maior incidência de casos por município (Figura 6).

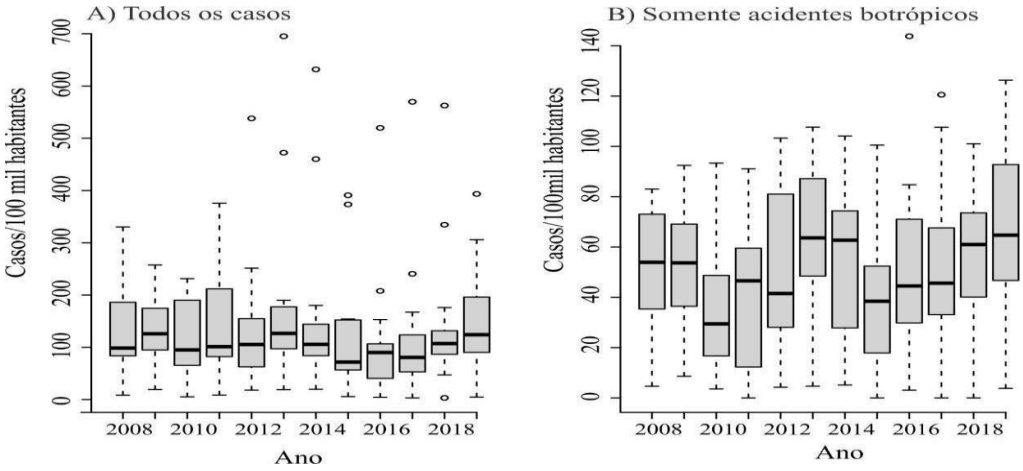

Figura 6. Variação entre os anos da incidência média dos acidentes totais (esquerda) e botrópicos (direita) na RMM.

A variação na incidência dos casos botrópicos mostrou que existem diferenças na quantidade de acidentes e de pessoas em cada município indicando que para a jararaca, a proporção de cobertura florestada e agrícola não interfere na probabilidade dos acidentes, diferente dos acidentes ofídicos totais (Figura 7).

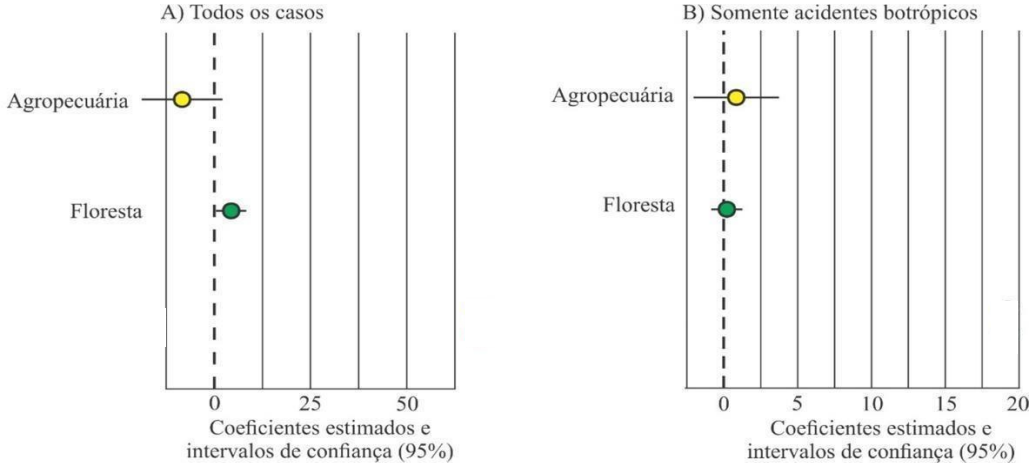

Figura 7. Intervalo de confiança estimados para as variáveis preditoras cobertura de floresta e cobertura agropecuária da RMM dos modelos que descreve a relação entre incidência de acidentes ofídicos e somente botrópicos e a estrutura da paisagem. Valores que não tocam o eixo 0 representam ($p<0,05$).

Ao testar para os acidentes totais, a cobertura de floresta mostrou-se mais explicativa que a cobertura agropecuária, além de ter efeito significativo, inferindo que municípios com maior proporção de floresta têm maior incidência de acidentes ofídicos, incluindo os causados por espécies não peçonhentas (Figura 8).

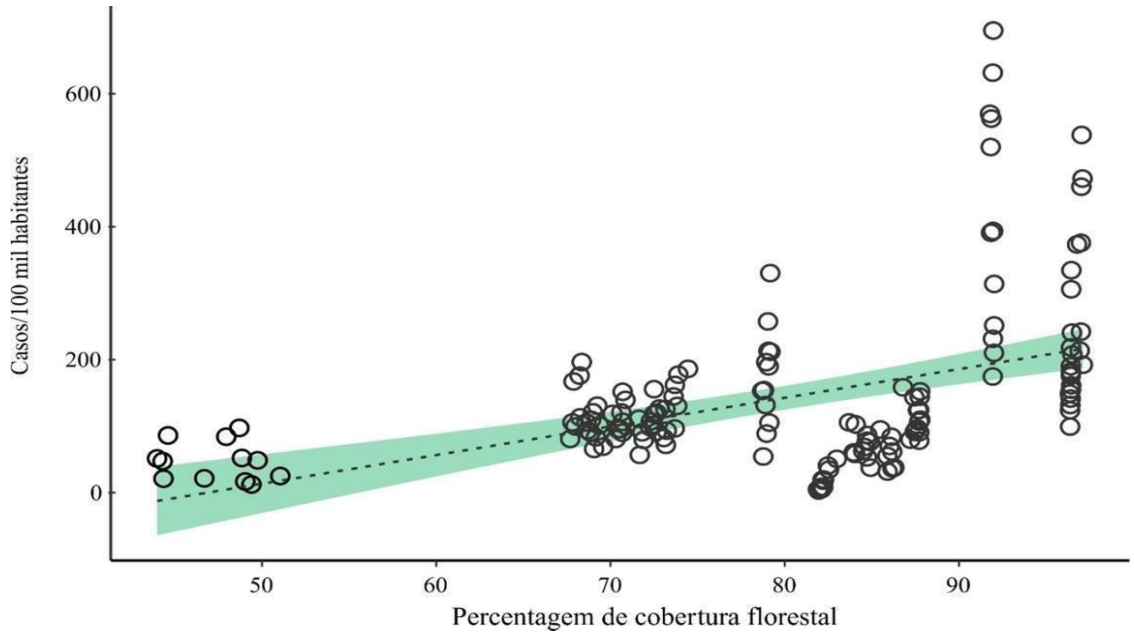

Figura 8. Efeito da proporção de cobertura florestal sobre a incidência de acidentes ofídicos totais na Região Metropolitana de Manaus (p>0.01).

3.3 Manaus: Dinâmica da paisagem

Em Manaus, as coberturas de uso da terra que tiveram maior variação total foram pastagem (-23%) e corpos d'água (-19%) entre 2010 e 2020. Área urbanizada cresceu 10% entre 2010 e 2020 e a cobertura de floresta diminuiu 2%. As zonas Leste e Oeste apresentam a maior proporção de floresta e de pastagem, enquanto as zonas Centro-Oeste e Centro-Sul têm maior proporção de área urbanizada evidenciando as diferenças que observamos na proporção total de cobertura entre os dois anos (Figura 9).

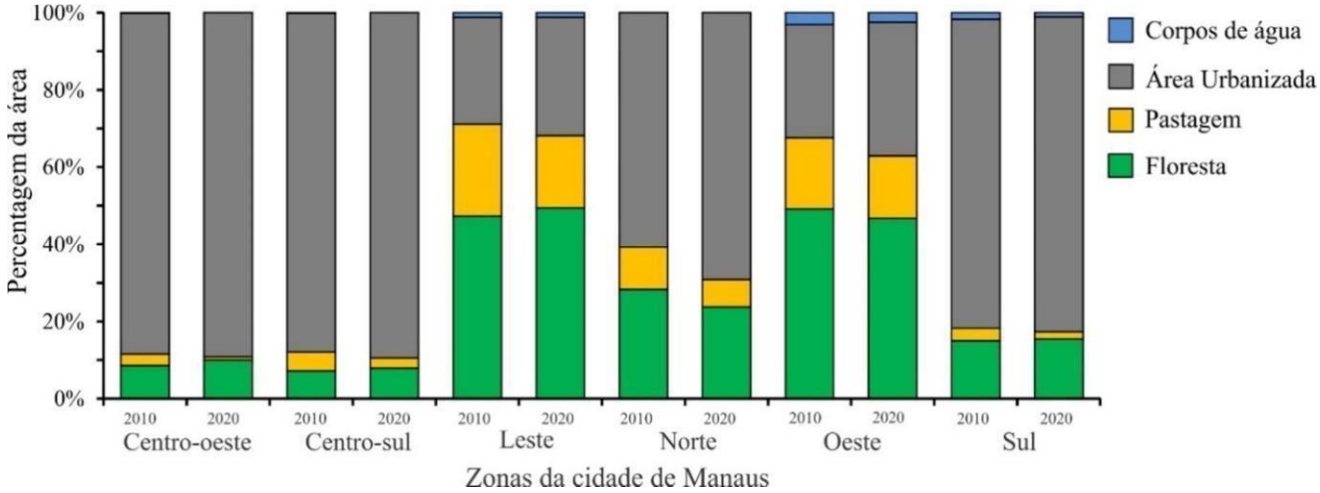

Figura 9. Percentagem das coberturas da paisagem em 2010 e 2020 das zonas administrativas da cidade de Manaus.

3.4 Manaus: Dinâmica dos acidentes botrópicos

Obtivemos informações de 544 casos de acidentes botrópicos para o município de Manaus consirando zona rural e urbana no período de 2010 até 2023. A faixa etária dos acidentados concentrou-se em 20 a 29 anos (103) e 30 a 39 anos (98) sendo 77.76% dos afetados do sexo masculino. Alguns dos exemplares provavelmente foram descartados por não estarem viáveis para o processo de conservação, pois em cerca de 40.63% dos exemplares que, segundo a informação do prontuário, foram levados pelo paciente ao hospital, somente 27.21% corresponderam aos casos onde a serpente foi de fato encontrada nos registros do hospital e posteriormente confirmada como *B. atrox* na coleção ANIME. A maior parte dos casos, 72.79%, foram identificados através da sintomatologia condizente para a espécie.

O intervalo de tempo em que mais houve acidentes foi entre 2010 a 2017 (288), com 62 casos sendo reportado somente no ano 2014. O horário de ocorrência da maior parte dos acidentes correspondeu ao turno da tarde (13 horas – 18 horas) com 230 notificações. A gravidade dos casos de envenenamento foi considerada, em sua maioria, moderados (44.12%) e leves (27.76%), seguido de graves (13.42%) e 10.29% de casos que não apontaram no prontuário a classificação da gravidade do acidente.

No município de Manaus 81.25% dos casos aconteceram em área rural em relação aos 17.65% em área urbana, além de 1.10% dos casos em que a área não foi informada no prontuário médico. Apesar do tipo de ambiente onde o acidente ocorreu não estar determinado em sua maioria (245 casos), foi informado pelos pacientes que os acidentes ocorreram principalmente em regiões próximas da floresta (122) e atribuídas, em sua maioria, a cobra de nome "jararaca" (20.22%).

A distribuição geoespacial dos acidentes na cidade de Manaus aponta que nos intervalos temporais analisados ocorreram 254 acidentes por *B. atrox* na zona urbana e 290 na zona rural. Esses dados indicam diferenças entre os registros informados nos prontuários médicos e aqueles encontrados ao georreferenciar os locais dos acidentes distribuídos pela cidade.

Nos períodos analisados, observou-se uma ligeira redução no número de bairros onde ocorreram acidentes botrópicos de 26 no primeiro período (2010-2017) para 24 no segundo período (2018-2023). Com relação ao número absoluto de casos, o bairro Tarumã registrou a maior quantidade no primeiro período (43 ocorrências), enquanto no segundo período, o bairro Puraquequara apresentou o maior número (25 ocorrências). Contudo, ao analisar a taxa de incidência (acidentes/10 mil habitantes), os bairros Puraquequara e Distrito Industrial

II destacaram-se com os índices mais elevados (Figura 10). É relevante notar que, embora esses dois bairros não estejam entre os mais populosos, a taxa de acidentes botrópicos por habitante é consideravelmente maior nessas localidades.

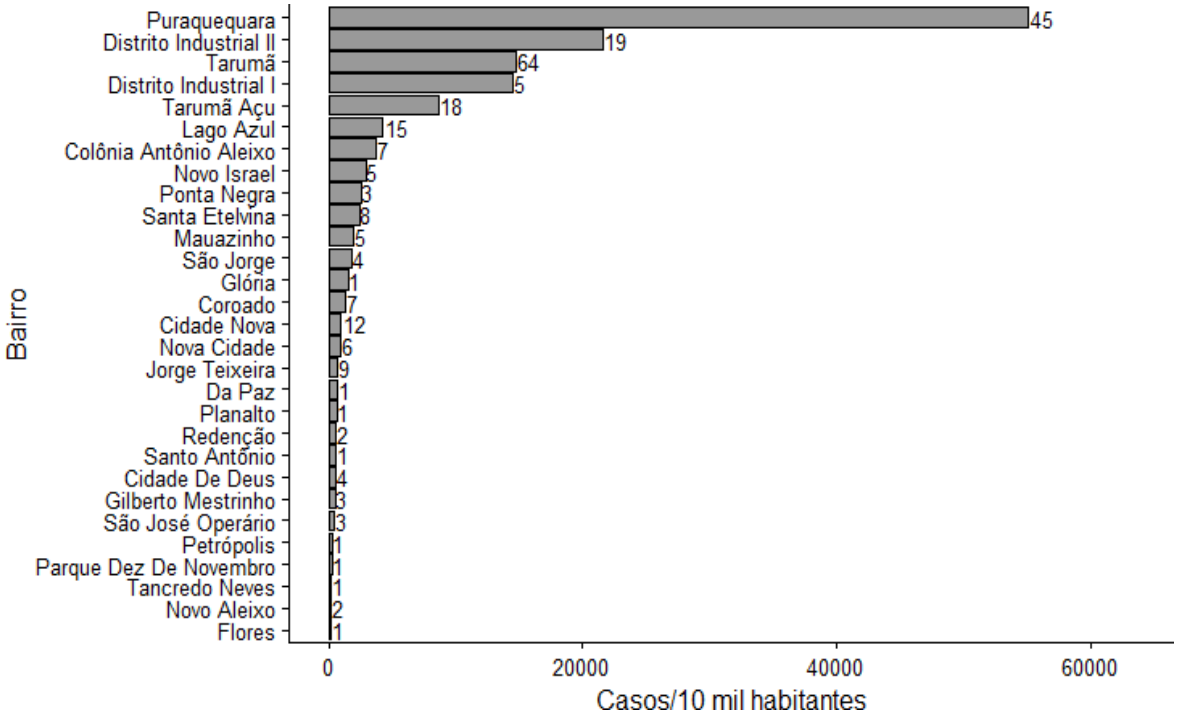

Figura 10. Taxa suavizada de incidência de acidentes botrópicos em bairros de Manaus com ocorrência registrada entre 2010 e 2023. As barras indicam as taxas por 10 mil habitantes, estimadas pelo método Bayesiano empírico para reduzir o efeito de populações pequenas. Os números ao lado das barras correspondem ao total de casos absolutos registrados no período.

A porcentagem de cobertura florestal ($p < 0{,}001$) e a densidade de borda de floresta ($p < 0{,}001$) afetaram positivamente a incidência de acidentes botrópicos por bairro em Manaus inferindo que quanto maior a área de floresta e quanto mais fragmentada, ou seja, com mais bordas entre floresta e áreas urbanizadas, maior a incidência de acidentes botrópicos. De modo similar, a proporção de cobertura de pastagem e a densidade de bordas de pastagem dentro do bairro mostraram-se significativas positivamente ($p<0{,}001$), inferindo que quanto maior a área de pastagem e quanto mais fragmentadas essas áreas, maior a incidência de acidentes botrópicos (Figura 11).

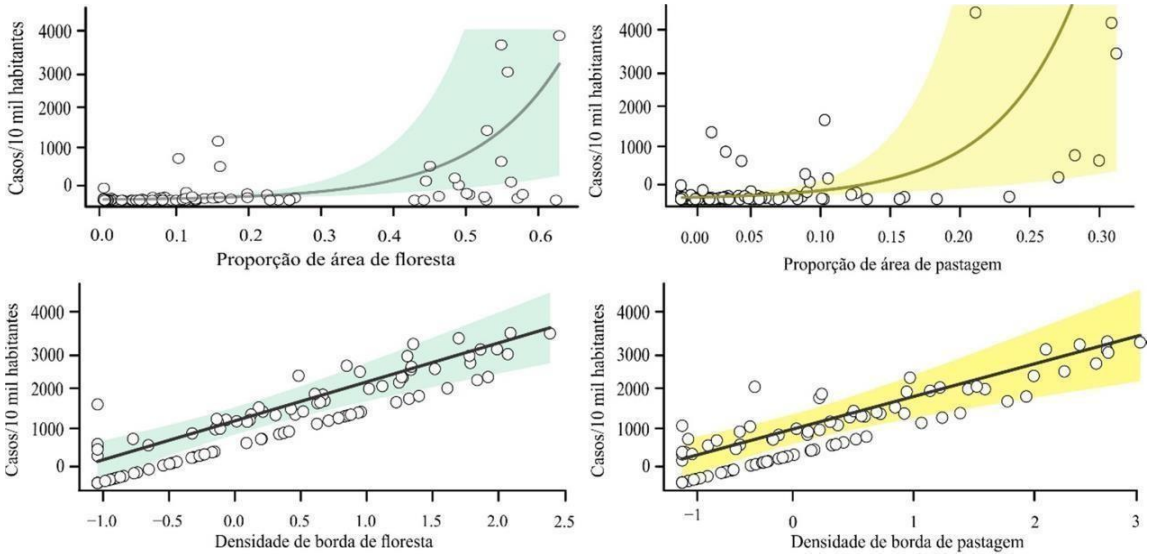

Figura 11. Relação das métricas de composição (proporção de cobertura) de floresta e de pastagem e métricas de configuração (densidade de borda) de floresta e pastagem de Manaus. Proporção de floresta e pastagem representados como não linear e métricas da paisagem padronizadas (std), com exceção das proporções.

O melhor modelo foi o modelo com a densidade de bordas de floresta (AIC = 838.5) como preditora dos acidentes botrópicos, indicando que nos bairros de Manaus a configuração da floresta remanescente tem um papel mais importante do que a quantidade de floresta remanescente nos bairros (AIC = 842.0) (Figura 12).

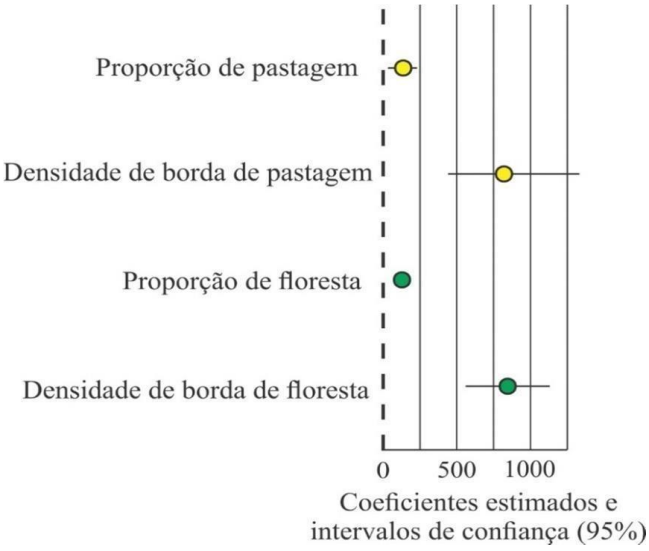

Figura 12. Intervalo de confiança estimados para as variáveis preditoras cobertura e densidade de borda de floresta e pastagem de Manaus dos modelos que descreve a relação entre incidência de acidentes botrópicos e a estrutura da paisagem. Valores que não tocam o eixo 0 representam ($p<0,05$).

4. DISCUSSÃO

Neste estudo encontramos uma ampla variação espacial na incidência de acidentes ofídicos, especialmente botrópicos, tanto entre os municípios da Região Metropolitana de Manaus quanto entre os bairros da cidade de Manaus. Parte dessa variação foi explicada pela estrutura da paisagem, ainda que com padrões diferenciados entre as escalas analisadas. Na RMM, os municípios com maior cobertura de floresta apresentaram maior incidência de acidentes ofídicos totais, mas não botrópicos. Já na escala de Manaus, observou-se maior incidência de acidentes botrópicos em bairros com maior cobertura florestal e de pastagem, contudo, o grau de fragmentação da floresta e da pastagem remanescente mostrou-se determinante, uma vez que os bairros com mais áreas de contato entre essas coberturas e as áreas urbanizadas foram os que apresentaram maior incidência de acidentes.

A incidência de acidentes ofídicos variou amplamente entre os municípios da RMM. Este fato pode estar relacionado ao acesso terrestre facilitado até a capital, especialmente entre os municípios de Iranduba, Manacapuru, Itacoatiara e Novo Airão (Bentes 2022), o que auxilia na chegada até o hospital de referência e a notificação dos casos. Além disso, Careiro da Várzea e Itacoatiara têm como característica movimentos pendulares com Manaus entre trabalhadores e estudantes (Bentes 2022), possibilitando maiores chances de encontro com serpentes.

Em relação ao crescimento da paisagem urbana, o trabalho de Monteiro *et al*. (2021) aponta que os municípios de Manacapuru, Itacoatiara e Autazes tiveram maior crescimento urbano entre 1985 e 2015, o que pode ter contribuído tanto com o número de casos quanto com a incidência observada para esses municípios. Apesar de Itapiranga não apresentar um crescimento urbano elevado, é possível que a sua alta incidência esteja relacionada à concentração da comunidade urbana próxima a rodovias, o que facilita a sobreposição de nicho com serpentes, além do acesso à capital e ao hospital de referência para tratamento, resultando em maior número de notificações de casos.

Consistente com os resultados obtidos por Silva *et al*. (2024), que investigaram os fatores associados aos acidentes botrópicos, nossos dados para a RMM indicam que a incidência geral de acidentes ofídicos se relaciona significativamente com a cobertura florestal, mas os acidentes por *B. atrox* não. Tais resultados sugerem a importância da escala de análise para encontrar padrões nos acidentes causados por esta espécie. É possível que a escala da RMM utilizada nesse estudo não seja adequada para predizer os acidentes envolvendo serpentes do gênero *Bothrops* spp. A conhecida associação dessa espécie com ambientes ripários (Martins & Oliveira 2001, Fraga *et al*. 2013) pode restringir sua presença

mesmo perto de remanescentes florestais, principalmente em uma área predominantemente de cobertura florestal como a RMM. Entretanto, o mapeamento dos acidentes baseado nos dados providenciados pelo SINAN é incapaz de captar tal refinamento espacial.

Outros fatores abordados na literatura também influenciam os acidentes ofídicos. Em Yue *et al*. (2019), a densidade populacional exerce papel mais forte na incidência de acidentes do que a cobertura da paisagem. Porém, em nossas análises, as duas variáveis mostraram-se igualmente relevantes para entender melhor os fatores que podem contribuir para a ocorrência desse evento. Além disso, observamos incidências maiores em municípios menos ocupados, acreditamos que nossos resultados indicam que outras espécies coexistem mais facilmente com humanos em áreas florestadas do que *B. atrox* (Luiselli *et al*. 2020). Estudos anteriores já apontaram a importância de serpentes não peçonhentas, especialmente da família Colubridae, em parcela significativa dos acidentes (Albolea *et al*. 1999, Ojha 2025), além do favorecimento de espécies generalistas/arborícolas em ambientes perturbados (Parkin *et al*. 2020, Lettoof *et al*. 2023).

A fragmentação florestal também pode contribuir para os acidentes. Para répteis, já foi observado que a fragmentação não implica necessariamente extinção, mas pode permitir atividades biológicas em paisagens parcialmente alteradas (Santizo-Nanduca *et al*. 2023). No entanto, não conseguimos avaliar as áreas de adensamento populacional, os níveis de fragmentação das coberturas dos municípios e o local dos acidentes na escala da paisagem da RMM para afirmações mais contundentes. Pintor *et al*. (2021) discutem que o desmatamento associado ao crescimento urbano favorece espécies mais adaptadas, aumentando os riscos. Assim, o histórico de desmatamento em municípios como Autazes, Careiro e Itapiranga, e a redução em Manaus e Manaquiri (Paulino 2019), pode estar relacionado à variação que encontramos.

Outra característica frequentemente associada aos acidentes ofídicos na literatura é o fator socioeconômico, em que a menor renda se relaciona com maior incidência (Hauptfleisch *et al*. 2020, Schneider *et al*. 2021). Embora este trabalho não tenha usado a renda como variável preditora direta, sabemos que a RMM contribuiu com 86.60% da economia do Estado do Amazonas tendo o setor agropecuário como 4º lugar na economia total (Sedecti 2020), indicando que uma parcela considerável da população está envolvida com a produção rural. A atividade rural é, por si só, associada a maior ocorrência de acidentes (Yañez-Arenas *et al*. 2015, Feitosa *et al*. 2015, Magalhães *et al*. 2019, Araújo, Câmera e Guedes, 2023), o que pode representar que a atividade econômica está mais associada aos acidentes na RMM do que a proporção da cobertura agrícola na paisagem. Corroborando essa perspectiva, os municípios de Itacoatiara e Manacapuru, que lideram a economia

agrícola estadual (Sedecti 2020) também são os que apresentaram alta incidência de acidentes ofídicos na RMM. Isso sugere que as atividades econômicas locais se mostram importantes para entendermos o padrão e a distribuição dos acidentes, assim como as informações sobre a composição da paisagem, apesar da cobertura de área agropecuária não ter sido importante para predizer os acidentes ofídicos na escala da RMM.

Analisando os dados com maior refinamento espacial e epidemiológico da escala de Manaus, encontramos que a epidemiologia dos casos foi muito parecida com a de outros trabalhos realizados na Amazônia Central (Bernarde e Gomes 2012, Feitosa *et al*. 2015, Alcântara *et al*. 2018, Monteiro *et al*. 2020). Portanto, encontramos maior número de casos nos períodos crepusculares e ao fim da estação chuvosa (maio e junho), informações condizentes com os hábitos da espécie (Oliveira e Martins 2001). Apesar de não termos analisado a área rural de Manaus, notamos que a área urbana apresentou maior número de acidentes que os descritos nos prontuários médicos, indicando que além de falhas no preenchimento das fichas do acidente, os acidentes em área urbana estão sendo subestimados.

Para a paisagem de Manaus, houve associação direta entre a incidência de acidentes botrópicos e a proporção de cobertura florestal dos bairros. No entanto, em nosso estudo fomos além de uma descrição da quantidade de floresta presente nos bairros, analisamos também o grau de fragmentação da floresta remanescente, o qual se tornou um preditor mais importante do que a quantidade de floresta. Isto nos permite então entender melhor a epidemiologia espacial dos acidentes ofídicos na paisagem urbana, concluindo que não é apenas importante a quantidade de floresta, mas também a sua configuração, uma vez que a fragmentação da floresta favorece a criação dos ambientes de contato entre o ambiente natural das serpentes e as áreas de uso humano (Barbo *et al.* 2008). Nossos resultados confirmam que, dentro das cidades, os acidentes estão mais ligados a vegetação secundária ou arbustiva do que a distritos densamenteurbanizados (Yue *et al*. 2019). As áreas de pastagem, nas quais podem ser entendidas no contexto urbano como terrenos abandonados ou de vegetação desordenada, também corresponderam a incidências de acidentes botrópicos mais altas, e assim como para a cobertura florestal, a distribuição espacial destas áreas de pastagens também foi importante para entender esse fenômeno.

Em Manaus, nossos resultados reforçam trabalhos anteriores que destacam a influência de mudanças abruptas na cobertura do solo e da urbanização sobre o aumento da incidência de acidentes (Salomão *et al.* 2005, Matos & Ignotti 2018, Magalhães *et al*. 2019, Oliveira 2020). De fato, observamos que a incidência de acidentes botrópicos mostrou-se maior em bairros na zona de expansão da cidade de Manaus com diferentes níveis de

ocupação humana, o que sugere que a urbanização exerce papel central na configuração do risco. Embora em Gonçalves *et al*. (2007) não tenham encontrado associação direta com bairros mais populosos, nossos resultados sugerem que o risco está mais ligado à sobreposição de presença humana e adequabilidade do habitat para *B. atrox*, como também indicam Araújo, Ceron e Guedes (2022). A expansão urbana desordenada de Manaus, desde a década de 1970 (Monteiro *et al*. 2021), provavelmente contribuiu para o grande número de casos, agravado pelas ocupações irregulares em áreas periféricas e florestadas (Oliveira *et al*. 2020, Cândido *et al*. 2021).

Nesse contexto da fragmentação, as zonas de transição entre as coberturas florestadas, de pastagem e urbana em Manaus, reforçam a ideia de que não é a floresta em si que causa os acidentes, mas a sobreposição de habitat com humanos (Yue *et al*. 2019, Glaudas 2021, Martin *et al*. 2021). Bairros centrais e sul, com maior tempo de urbanização, apresentaram menos registros, corroborando essa interpretação (Hauptfleisch *et al*. 2020; Martins *et al.* 2021). Além disso, a presença de depósitos de lixo nas periferias pode atrair roedores, presas comuns de *B. atrox*, aumentando a concentração da espécie nessas áreas (Albuquerque *et al*. 2013, França e França 2019). Assim, a dieta generalista e o comportamento defensivo da espécie explicam, em parte, os acidentes nas zonas de expansão urbana.

Por fim, identificamos dois principais perfis de risco em Manaus: (i) alta incidência relativa em bairros como Puraquequara, com grande proporção de floresta e pastagem, mas baixa densidade populacional, sugerindo alto risco individual; (ii) alto número absoluto de acidentes em bairros mais fragmentados, como Tarumã, onde múltiplas interfaces entre floresta, pastagem e áreas urbanizadas aumentam as oportunidades de contato. Esses resultados mostram que tanto a configuração da paisagem quanto a dinâmica de ocupação urbana são fundamentais para explicar a distribuição espacial dos acidentes. Essas diferenças parecem modular padrões distintos de exposição e risco que podem estar atrelados à maior densidade populacional de *B. atrox* devido à maior proporção de área florestada (Frazão *et al.* 2020), a atividade econômica realizada pela população (e.g. plantação) (Cristino *et al.* 2021) e até a presença de atividades de lazer realizadas em ambientes naturais (e.g. banhos de rio, trilhas) (Salomão *et al.* 2005). Por outro lado, em bairros mais fragmentados e com maior número de pessoas, criam-se maiores oportunidades de interação serpente- humano através da proximidade das manchas urbanas com os remanescentes florestais e de pastagem favorecendo encontros eventuais.

Observamos, desse modo, que a expansão desordenada e as ocupações irregulares criam zonas de alto risco à saúde pública, expondo populações vulneráveis ao contato com

a fauna silvestre. Portanto, nosso estudo reforça a necessidade de políticas públicas que implementem zoneamento ecológico-econômico eficaz e coíbam construções ilegais em áreas de preservação (Ojha 2025). Tais políticas devem promover programas educativos para a população e profissionais da saúde, a fim de aprimorar a prevenção e facilitar os cuidados médicos (Ferreira Bisneto 2020), bem como estabelecer zonas de amortecimento nas cidades, principalmente em torno dos ambientes indicados como ideais para espécies de importância médica.

5. CONCLUSÕES

A relação entre a composição e a configuração das paisagens e a incidência de acidentes ofídicos se manifesta de forma distinta conforme a escala de análise. Na escala da RMM, a variação da incidência entre os municípios parece refletir dinâmicas regionais como acesso facilitado a capital, fluxos populacionais e economia, onde a cobertura florestal, embora relevante para o ofidismo geral, pode não capturar especificidades de espécies como *B. atrox.* Em contraste, na escala intra-urbana de Manaus, a estrutura fina da paisagem demonstrou associações significativas com acidentes botrópicos onde verificou-se que maior incidência de acidentes em áreas com maior proporção de floresta, maior densidade de bordas entre florestas e pastagem e em áreas com maior cobertura de pastagens. Tais resultados sugerem que a interface cidade- floresta e a configuração da matriz periurbana são cruciais na modulação do risco local, concentrando encontros humano-serpente nas zonas de expansão com processos de fragmentação da floresta em andamento. Portanto, a prevenção eficaz demanda abordagens multiescala: um planejamento urbano em Manaus focado no ordenamento territorial e gerenciamento de interfaces, articulado com estratégias regionais na RMM que considerem os padrões de ocupação e desenvolvimento, integrando saúde pública e gestão ambiental. E por fim é importante ressaltar que grandes extensões de floresta na área urbana prestam importantes serviços ecossistêmicos, e apesar de que podem ser fonte de oportunidades para os acidentes ofídicos, o maior risco está realmente associado as áreas de expansão urbana (geralmente irregular) em que o processo de fragmentação gera muitas bordas entre o ambiente natural das serpentes e as áreas de uso humano onde os acidentes tendem a ocorrer mais.

6. AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a minha mãe, que é a minha família. Saiba que seu apoio foi fundamental para ser possível estar alcançando esta etapa na minha carreira. E claro, Nika e Luna (Luninha) não podem estar fora dos meus agradecimentos, por serem nossa fonte inesgotável de felicidade (e dor de cabeça).

Em segundo, quero agradecer aos meus orientadores, doutores Sérgio Borges, Igor Kaefer e Pedro Bisneto e doutora Cintia Cornelius, pelo apoio e paciência durante esse percurso. Saibam que agradeço imensamente por me permitirem essa oportunidade de trabalhar com serpentes, uns bichinhos incompreendidos.

A todos os meus amigos pessoais, MUITÍSSIMO OBRIGADA, principalmente para o finado "amnésia seletiva", ao "vórtex" e os "musa- amigos" que são família. A minha amiga de longa data, Laila Santana, por estar comigo desde os 13 anos de idade. Saibam que tudo isso aqui foi possível graças ao apoio incondicional de vocês, as brincadeiras, as sessões de terapia e aos poucos encontros do *journal* que tivemos. Claro, obrigada a minha psicóloga Mariana Barbosa por me ajudar em todos esses processos profissionais (e pessoais, claro).

Obrigada a todos os laboratórios (LABAVES, KAEFER LAB e LABICO), projetos de pesquisa e instituições que me forneceram residência e oportunidade de coletar os dados utilizando neste trabalho. Aqui, gostaria de agradecer a equipe da pós da Fundação de Medicina Tropical (em especial a equipe do projeto do Biorrepositório) e a Drª Jacqueline Sachett por todo o apoio.

Obrigada aos companheiros do PPGZOOL, ao Gil, por me ajudar com toda a parte burocrática e aos diversos professores que com certeza foram cruciais na minha formação. Obrigada as agências de fomento, FAPEAM e CAPES, por fornecer subsídio e permitir que eu trabalhasse com que amo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albolea, A.B.P.; Salomão, M.G.; Almeida-Santos, S.M.; Jordão, R.D.S. 1999. Epidemiologia de acidentes causados por serpentes não peçonhentas no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Universidade Guarulhos, 4*(5), 99-108.
2. Albuquerque, P.L.; Silva Junior, G.B.; Jacinto, C.N.; Lima, C.B.; Lima, J. B.; Veras, M.D.S.B.; Daher, E.F. 2013. Epidemiological profile of snakebite accidents in a metropolitan area of northeast Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, 55*, 347-351.
3. Alcântara, J. A.; Bernarde, P. S.; Sachett, J.; Silva, A. M.; Valente, S. F.; Peixoto, H.M. et al. 2018. Stepping into a dangerous quagmire: Macroecological determinants of *Bothrops* envenomings, Brazilian Amazon. *PLoS ONE, 13*(12), e0208532.
4. Araújo, S.C.M.; Câmara, J. T.; Guedes, T.B. 2023. Snakebites in Northeastern Brazil: accessing clinical-epidemiological profile as a strategy to deal with Neglected Tropical Diseases. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 56*, e0224-2023.
5. Araújo, S.C.M.; Ceron, K.; Guedes, T. B. 2022. Use of geospatial analyses to address snakebite hotspots in mid-northern Brazil – A direction to health planning in shortfall biodiversity knowledge areas. *Toxicon, 213*, 43-51.
6. Babo Martins, S.; Bolon, I.; Alcoba, G.; Ochoa, C.; Torgerson, P.; Sharma, S. K.; Ray, N.; Chappuis, F.; Ruiz de Castañeda, R. 2022. Assessment of the effect of snakebite on health and socioeconomic factors using a One Health perspective in the Terai region of Nepal: a cross- sectional study. *The Lancet Global Health, 10*(3),e409–e415
7. Bai, X.; McPhearson, T.; Cleugh, H.; Nagendra, H.; Tong, X.; Zhu, T.; Zhu, Y. G. 2017. Linking urbanization and the environment: Conceptual and empirical advances. *Annual Review of Environment and Resources, 42*(1), 215-240.
8. Barbo, F.E.; Malagoli, L. R.; Bajestero, F.B.; Whately, M. 2008. Os répteis no município de São Paulo: aspectos históricos, diversidade e conservação. *Além do Concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana*, Instituto Socioambiental, São Paulo, 234-267.
9. Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. 2015. Fitting linear mixed- effects models using lme4. *Journal of Statistical Software, 67*, 1-48.
10. Bentes, N. 2022. A urbanização do Amazonas no presente: a manutenção da primazia urbana de Manaus. *Revista de Direito da Cidade, 14*(3). Disponível em: https://dspace.almg.gov.br/handle/11037/47853
11. Bernarde, P.S.; Gomes, J. de O. 2012. Serpentes peçonhentas e ofidismo em Cruzeiro do Sul, Alto Juruá, Estado do Acre, Brasil. *Acta Amazonica, 42*(1), 65–72.

https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000100008

12. Bumham, K.P.; Anderson, D.R. 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach.* Springer-Verlag, New York.
13. Candido, L.; Hall, D.; Gleice, G.; Machado, J.; Farias, C.; Monte, M. J.; Oliveira, R. 2021. Urbanização e impacto no clima da cidade de Manaus: passado, presente e futuro. *Projeto Ieté—Rede de Monitoramento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Educandos—Manaus-AM, Fase 1.*
14. Chippaux, J.P. 2017. Snakebite envenomation turns again into a neglected tropical disease! *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical. Diseases, 23*, 38. https://doi.org/10.1186/s40409-017-0127-6
15. Cristino, J.S.; Salazar, G.M.; Machado, V.A.; Honorato, E.; Farias, A.S., Vissoci, J. R. N., Sachett, J.A.G. 2021. A painful journey to antivenom: The therapeutic itinerary of snakebite patients in the Brazilian Amazon (The QUALISnake Study). *PLoS Neglected Tropical Diseases, 15*(3), e0009245.
16. Feitosa, E.S.; Sampaio, V.; Sachett, J.; Castro, D.B.D.; Noronha, M.D.D.N.; Lozano, J.L.L. et al. 2015. Snakebites as a largely neglected problem in the Brazilian Amazon: highlights of the epidemiological trends in the State of Amazonas. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 48*, 34-41.
17. Ferreira Bisneto, P. 2022. Importância epidemiológica de cobras-corais (Elapidae: *Micrurus*) na Amazônia brasileira. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas. https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9035
18. Fraga, R.D.; Magnusson, W.E.; Abrahão, C.R.; Sanaiotti, T.; Lima, A.P. 2013. Habitat selection by *Bothrops atrox* (Serpentes: Viperidae) in central Amazonia, Brazil. *Copeia, 2013*(4), 684-690.
19. França, R.C.; França, F.G. 2019. Spatial patterns of snake diversity in an urban area of northeast Brazil. *Herpetological Journal, 29*(4).
20. Frazão, L.; Oliveira, M. E.; Menin, M.; Campos, J.; Almeida, A.; Kaefer, I. L.; Herbek, T. 2020. Species richness and composition of snake assemblages in poorly accessible areas in the Brazilian Amazonia. *Biota Neotropica, 20*(1), e20180661.
21. Glaudas, X. 2021. Proximity between humans and a highly medically significant snake, Russell's viper, in a tropical rural community. *Ecological Applications, 31*(4), e02330.
22. Goldstein, E.; Erinjery, J.J.; Martin, G.; Kasturiratne, A.; Ediriweera, D.S.; Silva, H.J. et al. 2021. Integrating human behavior and snake ecology with agent-based models to predict snakebite in high risk landscapes. *PLoS Neglected Tropical Diseases, 15*(1),

e0009047.

23. Gonçalves, E.S.; Salomão, M.G.; Santos, S. 2007. O uso do monitoramento espaço-temporal da expansão urbana no diagnóstico de áreas passíveis de risco epidemiológico peçonhento em Guarulhos-Estado de São Paulo, Brasil. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 3171-3178.
24. Gutiérrez, J.; Calvete, J.; Habib, A. et al. 2017. Snakebite envenoming. *Nature Reviews Disease Primers, 3*, 17063. https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.63
25. Hauptfleisch, M.L.; Sikongo, I.N.;Theart, F. 2020. A spatial and temporal assessment of human-snake encounters in urban and peri-urban areas of Windhoek, Namibia. *Urban Ecosystems, 24*, 165–173. https://doi.org/10.1007/s11252-020-01028-9
26. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Características Gerais da População. Resultados da Amostra.
27. IBGE–Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento. Acesso em 17 de agosto 2023:https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do territorio/divisao-
28. Jung,M.2016.LecoS—A python plugin for automated landscape ecology analysis. Ecological Informatics,31, 18-21.http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.11.006
29. Kasturiratne, A.; Wickremasinghe, A. R.; Silva, N.; Gunawardena, N. K.; Pathmeswaran, A.; Premaratna, R.; Savioli, L.; Lalloo, D. G.; Silva, H. J. 2008. The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS Medicine, 5*(11), e218. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050218
30. Lettoof, D.C.; Parkin, T.; Jolly, C. J.; de Laive, A.; Von Takach, B. 2023. Snake life history traits and their association with urban habitat use in a tropical city. *Urban Ecosystems, 26*(2), 433-445.
31. Luiselli, L.; Sale, L.; Akani, G. C.; Amori, G. 2020. Venomous snake abundance within snake species' assemblages worldwide. *Diversity, 12*(2), 69.
32. Magalhães, S.F.V.; Peixoto, H.M.; Moura, N.; Monteiro, W. M.; Oliveira, M. R. F. 2019. Snakebite envenomation in the Brazilian Amazon: a descriptive study. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 113*(3), 143–151. https://doi.org/10.1093/trstmh/try121
33. Maia, G. J. G.; Silva, J. C.; Cacella, V. S. M. F.; Souza, T. S.; Santo, E. F. do E. 2021. Epidemiologia dos acidentes ofídicos no Estado do Amazonas entre os anos de 2018 e 2019 / Epidemiology of snake accidents in the State of the Amazon in 2018 and 2019. *Brazilian Journal of Development, 7*(12), 116805–116818. https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-438

34. MapBiomas. 2023. Acesso em 30 de outubro de 2023. Disponível em: http://mapbiomas.org
35. Martín, G.; Yáñez-Arenas, C.; Rangel-Camacho, R.; Murray, K.A.; Goldstein, E.; Iwamura, T.; Chiappa-Carrara, X. 2021. Implications of global environmental change for the burden of snakebite. *Toxicon: X, 9*, 100069.
36. Martins, M.; Oliveira, M. E. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History, 6*(2), 78-150.
37. Matos, R.R.,Ignotti, E. 2020. Incidência de acidentes ofídicos por gêneros de serpentes nos biomas brasileiros. *Ciência & Saúde Coletiva, 25*, 2837-2846.
38. Ministério da Saúde (Brasil). 2007. Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan: Normas e rotinas (2. ed., Série A. Normas e Manuais Técnicos).
39. Ministério da Saúde (Brasil). n.d. Informações de Saúde (TABNET). Recuperado em 4 de maio de 2025: https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/
40. Monteiro, A.S.; Oliveira, L.A.D.; Pinheiro, H.P.; Santos Junior, M.A.D.; Schor, T. 2021. A construção do urbano-territorial na Amazônia: Entendimentos práticos de Manaus e sua Região Metropolitana.
41. Monteiro, W.M.; Contreras-Bernal, J.C.; Bisneto, P.F.; Sachett, J.; Silva, I.; Lacerda, M.; Costa, A.G.; Val, F.; Brasileiro, L.; Sartim, M.A.; Silva-de- Oliveira, S.; Bernarde, P. S.; Kaefer, I.L.; Grazziotin, F.G.; Wen, F.H.; Moura-da-Silva, A.M. 2020. Bothrops atrox, the most important snake involved in human envenomings in the Amazon: How venomics contributes to the knowledge of snake biology and clinical toxinology. *Toxicon: X, 6*, 100037.https://doi.org/10.1016/j.toxcx.2020.100037
42. Nogueira, C.C.; Argôlo, A.J.S.; Arzamendia, V.; Barbo, F.E.; Azevedo, J.A.; Bérnils, R.S. et al. 2019. Atlas of Brazilian Snakes: verified point- locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. *South American Journal of Herpetology, 14*, 1-274. https://doi.org/10.2994/SAJH-D-19-00120.1
43. Ojha, A.P. 2025. Snake Diversity in Human Landscapes: A Comprehensive Study of Snake Species in Kushinagar, Uttar Pradesh, India. SSRN 5095515.
44. Oliveira, L.P.D.; Moreira, J.G.D.V.; Sachett, J.D.A.G., Monteiro, W.M.; Meneguetti, D.U.D.O.; Bernarde, P. S. 2020. Snakebites in Rio Branco and surrounding region, Acre, Western Brazilian Amazon. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 53*.
45. Oliveira, M.E., Martins, M. 2001. When and where to find a pitviper: activity patterns and habitat use of the lancehead, Bothrops atrox, in central Amazonia, Brazil. *Herpetological Natural History, 8*(2), 101-110.
46. Parkin, T.; Jolly, C.J.; Laive, A.; Von Takach, B. 2021. Snakes on an urban plain:

temporal patterns of snake activity and human–snake conflict in Darwin, Australia. *Austral Ecology, 46*(3), 449-462.

47. Parmigiani, R.; Sansolo, D.G. 2017. Uma análise das florestas urbanas sob a perspectiva da ecologia da paisagem: Um estudo de caso no município do Guarujá-SP (An analysis of urban forests from perspective of landscape ecology: A case study in municipality of Guarujá-SP). *Revista Brasileira de Geografia Física, 10*(1), 296–303. https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170017
48. Paulino, R. C. 2019. *Desmatamento e plano diretor: um estudo multitemporal dos municípios da região metropolitana de Manaus*. Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas. Acesso em:https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7337
49. Pintor, A.F.; Ray, N.; Longbottom, J.; Bravo-Vega, C.A.; Yousefi, M.; Murray, K.A., Diggle, P.J. 2021. Addressing the global snakebite crisis with geo-spatial analyses–Recent advances and future direction. *Toxicon: X, 11*, 100076.
50. Prefeitura de Manaus. 2021. Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus e suas Leis Complementares. https://www.manaus.am.gov.br/
51. R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
52. Rovere, A.L.N.L., Crespo, S. 2002. Projeto Geo Cidades: relatório ambiental urbano integrado. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria, 21, 188.
53. Salomão, M.D.G.; Albolea, A.B.P.; Gonçalves, E.S.; Santos, S.M.A. 2005. Animais peçonhentos no município de Guarulhos, São Paulo, Brasil: incidência de acidentes e circunstâncias com vistas a sua prevenção. *Publ Avulsas Inst Paul Bras Hist Nat, 8*(9), 77-83.
54. Santizo-Nanduca, A.; Rioja-Paradela, T.M.; Carrillo-Reyes, A.; Castañeda- Gaytán, G.; Porras-Murillo, L. 2023. Effect of landscape composition and configuration on the diversity of amphibians and reptiles. *South American Journal of Herpetology, 29*(1), 77-87.
55. Schneider, M. C.; Min, K-d.; Hamrick, P.N.; Montebello, L.R.; Ranieri, T.M.; Mardini, L. et al. 2021. Overview of snakebite in Brazil: Possible drivers and a tool for risk mapping. *PLoS Neglected Tropical Diseases, 15*(1), e0009044. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009044
56. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação – Sedecti (Amazonas). 2020. Produto Interno Bruto Municipal 2020. Acessoem:www.sedecti.am.gov.br/w/uploads/2022/12/PIB_municipal_15_12_2022.pdf

57. Silva, F.F.B.; Moura, T.A.; Siqueira-Silva, T.; Gutiérrez, J.M.; Martinez, P. A. 2024. Predicting the drivers of Bothrops snakebite incidence across Brazil: A Spatial Analysis.*Toxicon, 250*, 108107. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2024.108107
58. Silva, J. R.C.; Scudeller, V.V. 2022. Os ciclos econômicos da borracha e a Zona Franca de Manaus: expansão urbana e degradação das microbacias. *Research, Society and Development, 11*(6), e33611629103.
59. Soares, F.G.S.; Sachett, J. D. A. G. 2019. Caracterização dos acidentes com animais peçonhentos: as particularidades do interior do Amazonas. *Scientia Amazônia, 8*(3), 29.
60. Resiere, D.; Monteiro, W.; Houcke, S. et al. 2020. Bothrops Snakebite Envenomings in the Amazon Region. *Current Tropical Medicine Reports, 7*, 48–60. https://doi.org/10.1007/s40475-020-00203-439
61. Mesquita, G.S.; Silveira, P.; Ramalho, W. P.; Santos, J. S.; Machado, I. F.; Vaz- Silva, W.; Collevatti, R. G. 2023. Agriculture cover and local vegetation structure shape Squamata's diversity in agricultural landscapes in Brazilian Cerrado.
62. Yáñez-Arenas, C.; Townsend Peterson, A.; Rodríguez-Medina, K.; Barve, N. 2016. Mapping current and future potential snakebite risk in the New World. *Climatic Change, 134*, 697-711.
63. Yue, S.; BoneBrake, T.C.; Gibson, L. 2019. Human-snake conflict patterns in a dense urban-forest mosaic landscape. *Herpetological Conservation and Biology, 14*(1), 1

.

8. ANEXO

8.1 Anexo A – Documentação do comitê de ética

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Acidentes envolvendo animais peçonhentos: avaliação da notificação do agravo na rede de atenção a saúde do Amazonas

Pesquisador: Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett

Área Temática:

Versão:

CAAE: 30390613.9.0000.5016

Instituição Proponente: Escola Superior de Ciências da Saúde da Universidade do Estado do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 713.140

Data da Relatoria: 16/05/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo epidemiológico, prospectivo, contemporâneo dos acidentes envolvendo animais peçonhentos na rede de atendimento do município de Manaus e 14 municípios do estado do Amazonas mediados pela tecnologia da Telessaúde/UEA.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Avaliar a notificação dos acidentes com animais peçonhentos agravo na rede de atenção a saúde do Amazonas

Objetivo Secundário:

- Identificar os dados registrados referente a ocorrência dos acidentes envolvendo animais peçonhentos no Estado do Amazonas por meio dos dados contidos na ficha de notificação do SINAN. - Rastrear os acidentes envolvendo animais peçonhentos na atenção básica de municípios do estado do Amazonas utilizando a Telessaúde/UEA; - Avaliar os aspectos sócio-demográficos e clínicos das vítimas de acidentes envolvendo animais peçonhentos atendidos na Rede de atenção à saúde ¿ Atenção Básica e Fundação Medicina Tropical

Endereço: Av. Djalma Batista, nº 3578, Chapada
Bairro: chapada **CEP:** 69.050-030
UF: AM **Município:** MANAUS
Telefone: (92)3878-4368 **Fax:** (92)3878-4368 **E-mail:** cep.uea@gmail.com

Doutor Heitor Vieira Dourado; - Comparar os

acidentes ocorridos nas redes de atenção com as notificações ocorridas no SINAN do estado do Amazonas.

- Monitorar e Identificar os fatores que

influenciam para a notificação destes acidentes na Rede de atenção à saúde - Atenção Básica e Fundação Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Esta pesquisa possui riscos mínimos por se tratar de levantamentos de dados dos registros de saúde.
Benefícios:
- Contribuição para a qualidade do atendimento às vítimas de animais peçonhentos; - Estímulo e valorização do Sistema de Informação em Saúde. Notificação dos acidentes com animais peçonhentos pelos profissionais de saúde; - Fortalecimento da rede de atenção a saúde e a referência e contra-referência em acidentes com animais peçonhentos do Amazonas Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor Vieira Dourado - Produção de cunho científico referente as avaliações e indicadores observados durante a execução das ações do propostas pelo projeto; - Transformação da percepção dos profissionais da área da saúde, diante dos acidentes. - Articulação interdisciplinar na prevenção dos eventos relacionados a animais peçonhentos, como ponto mediador para a qualificação da assistência a saúde do indivíduo. - Mecanismos de acompanhamento e avaliação, indicadores: A avaliação ocorrerá de forma continuada com a participação dos atores envolvidos nos projetos, tanto da área acadêmica quanto da assistencial. Diante dos achados, será avaliado o alcance dos objetivos propostos em cada projeto, bem como a necessidade de intervenção. A partir desta premissa, será realizado oficinas com os pesquisadores e profissionais assistenciais para fomentar discussões e construir propostas para transformação e qualificação do serviço prestado. Propõe-se avaliar a situação, com a utilização de indicadores de avaliação, como: número de acidentes notificados; número de acidentes não notificados; número de reuniões realizadas; número de pesquisadores e profissionais atuantes no desenvolvimento das atividades, bem como adesão dos mesmos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto relevante para a formação acadêmica e para avaliação da notificação do agravo na rede de atenção a saúde do Amazonas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Ajustar o cronograma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

MANAUS, 09 de Julho de 2014

Assinado por:
Manoel Luiz Neto
(Coordenador)

Endereço: Av. Djalma Batista, nº 3578, Chapada
Bairro: chapada **CEP:** 69.050-030
UF: AM **Município:** MANAUS
Telefone: (92)3878-4368 **Fax:** (92)3878-4368 **E-mail:** cep.uea@gmail.com

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do perfil clínico-inflamatório dos acidentes botrópicos

Pesquisador: Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 39345520.9.0000.0005

Instituição Proponente: Diretoria de Ensino e Pesquisa - DENPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.478.678

Apresentação do Projeto:

O objetivo será estabelecer o perfil clínica-epidemiológico-inflamatório dos acidentes botrópicos em um centro de referência da Amazônia Brasileira.
Trata-se de uma coorte prospectiva com pacientes vítimas de envenenamento botrópicos atendidos na Fundação de Medicina Tropical Doutor Heitor
Vieira Dourado, acometidos por acidentes botrópicos no período de julho/2020 a julho/2025. A população considerada para o presente estudo
corresponderá aos pacientes atendidos pela instituição com acidentes botrópicos, média de 160 pacientes/ano. O tamanho amostral foi definido como no mínimo 100 pacientes ano no total de 5 anos, assim serão 500 pacientes. Os pacientes elegíveis para o estudo serão todos aqueles que não tenham realizado a soroterapia para o acidente botrópico atual.

Objetivo da Pesquisa:

Vide Parecer de Número: 4.400.803

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Vide Parecer de Número: 4.400.803

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Vide Parecer de Número: 4.400.803

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide Parecer de Número: 4.400.803

Endereço: Av. Pedro Teixeira, 25
Bairro: D. Pedro I **CEP:** 69.040-000
UF: AM **Município:** MANAUS
Telefone: (92)2127-3572 **Fax:** (92)2127-3572 **E-mail:** cep@fmt.am.gov.br

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O presente Protocolo apresentou as seguintes pendências:

Pendência 1. Corrigir o Termo "TCLE para menores de idade por" TALE-TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO" e estratificar o TALE por faixa etária.
Resposta: Termo de Assentimento Livre Esclarecido foi anexado. Faixa etária de 10 a 17 anos - PENDÊNCIA ATENDIDA.

Pendência 2. A Gerência de Ambulatório também será envolvida na captação dos participantes - Solicita-se TERMO DE ANUÊNCIA.
Resposta: TERMO DE ANUÊNCIA anexado - PENDÊNCIA ATENDIDA.

Pendência 3. No Termo de REGULAMENTO INTERNO PARA ARMAZENAMENTO E ANÁLISE DE AMOSTRA BIOLÓGICA, inserir o termo TALE .Por exemplo: "Antes da utilização das amostras em qualquer experimento, as informações disponíveis no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e no TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TALE)...";
Resposta: o Regulamento interno para armazenamento e análise de amostra biológica foi ajustado e anexada nova versão na plataforma.

Pendência4. Os exames: Fibrinogênio; TAP e Tempo de coagulação serão realizados no HEMOAM. Solicita -se Anuência da FHEMOAM - PENDÊNCIA ATENDIDA.

Resposta: Anuência anexada na Plataforma Brasil.

4. Os exames: Teste de Elisa – Venenemia será realizado no Butantan. Solicita-se Anuência do pesquisador do Instituto Butantan,.
Resposta: Anuência anexada na plataforma - PENDÊNCIA ATENDIDA.

5. Informar fonte de financiamento próprio no valor de R$ 40.000,00, especificado:

Resposta: Ainda não possuímos financiamento para análise das amostras, assim estas serão armazenadas e iremos submeter as agências de fomento para aquisição de recurso.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

Diante das solicitações atendidas, sugere-se a APROVAÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA.

Endereço: Av. Pedro Teixeira, 25
Bairro: D. Pedro I **CEP:** 69.040-000
UF: AM **Município:** MANAUS
Telefone: (92)2127-3572 **Fax:** (92)2127-3572 **E-mail:** cep@fmt.am.gov.br

Considerações Finais a critério do CEP:

O presente projeto está APROVADO e os interessados ficam informados de apresentar a este CEP os relatórios, parciais e o final, do estudo conforme prevê a Resolução CNS nº 466/2012, utilizando o formulário de Roteiro para Relatório Parcial/Final de estudos clínicos Unicêntricos e Multicêntricos, proposto pela CONEP em nossa home page.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1648304.pdf	10/12/2020 12:16:48		Aceito
Outros	ARMAZENAMENTO_AMOSTRA.pdf	10/12/2020 12:16:23	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Outros	Anuencia_FMT_Ambulatorio.pdf	10/12/2020 12:15:51	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Outros	Anuencia_HEMOAM.pdf	10/12/2020 12:15:21	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Outros	Anuencia_Butantan.pdf	10/12/2020 12:15:02	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Outros	Carta_resposta_CEP.pdf	10/12/2020 12:14:04	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_CEP_Infantil.docx	10/12/2020 12:13:29	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Outros	CARTA_DE_ANUENCIA.pdf	15/10/2020 12:26:14	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito

Folha de Rosto	folhaDeRosto_JACQUELINE.pdf	15/10/2020 12:23:47	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Outros	PRONTUARIO_Biorrepositorio.docx	14/10/2020 21:23:08	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Outros	Plano_CONEP.pdf	14/10/2020 21:21:46	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
TCLE / Termos de	TCLE_CEP_Adulto.docx	14/10/2020	Jacqueline de	Aceito

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP_Adulto.docx	21:19:46	Almeida Gonçalves Sachett	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Biorrepositorio.docx	14/10/2020 21:19:37	Jacqueline de Almeida Gonçalves Sachett	Aceito

Situação do Parecer

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP

Não

Manaus, 21 de dezembro de 2021

Assinado por

Marilaine Martins

(Coordenadora)