

Perfil Geopidemiológico dos Acidentes por Animais Peçonhentos em Populações Indígenas e Não-Indígenas no Brasil

Geopidemiological Profile of Venomous Animal Incidents in Indigenous and Non-Indigenous Populations in Brazil

Maurício Polidoro¹

Francisco de Assis Mendonça²

Daniel Canavese de Oliveira³

André Baniwa⁴

Claudia Tereza Franco⁵

Suliete Gervásio Monteiro⁶

Palavras-chave

População Indígena
População Não Indígena
Geopidemiologia
Saúde Coletiva

Resumo

Este estudo analisa os acidentes por animais peçonhentos entre 2012 e 2023 a partir dos dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) com enfoque nas diferenças entre populações indígenas e não-indígenas. A metodologia adotada é transversal e ecológica, incorporando análises descritivas estatísticas e a autocorrelação espacial de Moran para examinar padrões geográficos e identificar aglomerados de prevalência. Os resultados revelam a concentração das notificações na região Sudeste. Entre os grupos analisados, a população indígena apresentou a maior taxa de prevalência, com 2.654 casos por 100.000 habitantes, evidenciando uma vulnerabilidade significativa a acidentes por animais peçonhentos. Em relação à faixa etária, crianças e adolescentes indígenas mostraram-se particularmente suscetíveis. Quanto aos agentes causadores, escorpiões lideram entre os não-indígenas (57,3%), enquanto as serpentes são mais prevalentes entre os indígenas (56,6%). Sublinha-se a necessidade de políticas públicas e estratégias de prevenção que considerem as especificidades culturais e ambientais das populações vulnerabilizadas, enfatizando a importância de ações educativas e de saúde pública adaptadas às realidades locais.

Keywords

Indigenous Population
Non-Indigenous Population
Geopidemiology
Public Health

Abstract

This study analyzes venomous animal incidents between 2012 and 2023 using data from the Notifiable Diseases Information System (SINAN), focusing on differences between indigenous and non-indigenous populations. The adopted methodology is cross-sectional and ecological, incorporating descriptive statistical analyses and Moran's spatial autocorrelation to examine geographic patterns and identify prevalence clusters. The results reveal a concentration of notifications in the Southeast region. Among the groups analyzed, the indigenous population exhibited the highest prevalence rate, with 2,654 cases per 100,000 inhabitants, demonstrating significant vulnerability to venomous animal incidents. Indigenous children and adolescents were particularly susceptible in terms of age groups. Regarding causative agents, scorpions led among non-indigenous individuals (57.3%), while snakes were more prevalent among indigenous groups (56.6%). The study underscores the need for public policies and prevention strategies that consider the cultural and environmental specificities of vulnerable populations, emphasizing the importance of educational and public health actions adapted to local realities.

¹ Instituto Federal do Rio Grande do Sul - IFRS, Porto Alegre, RS, Brasil. mauricio.polidoro@poa.ifrs.edu.br

² Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, PR, Brasil. chico@ufpr.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. daniel.canavese@ufrgs.br

⁴ Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, Brasil. andre.fernando@povosindigenas.gov.br

⁵ Instituto Etnoambiental e Multicultural Aldeia Verde - IEMAV, Brasília, DF, Brasil. claudiafranco2@gmail.com

⁶ Ministério dos Povos Indígenas, Brasília, DF, Brasil. suliete.bare@povosindigenas.gov.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, acidentes envolvendo animais peçonhentos têm se tornado uma pauta relevante no âmbito da saúde pública, refletindo as intrincadas conexões entre a saúde humana e fatores ambientais, incluindo, mas não se limitando, às mudanças climáticas. A expectativa é que a mudança do clima, aliada a outros fatores como a perda de habitat, leve a um aumento da migração de animais peçonhentos como serpentes, aranhas e insetos como abelhas e formigas (Needleman *et al.*, 2018a). A destruição de habitats naturais, muitas vezes causada pela expansão urbana desordenada e pela conversão de áreas naturais em terrenos agrícolas, força esses animais a migrar para novos territórios, aumentando o risco de interações com humanos. Essas transformações não se restringem apenas aos animais terrestres e incluem espécies marinhas e anfíbios venenosos, como alforrecas, peixes venenosos e rãs tóxicas, que também são afetadas por essas mudanças ambientais (Needleman *et al.*, 2018b). É importante distinguir que animais peçonhentos são aqueles que possuem estruturas especializadas para injetar veneno, como dentes ou ferrões, enquanto animais venenosos são aqueles que liberam toxinas através da pele ou outras partes do corpo quando tocados ou ingeridos. Essas transformações nos padrões climáticos, que incluem o aquecimento global e a modificação dos regimes de chuva, impactam diretamente tanto os animais peçonhentos quanto os venenosos, aumentando os riscos à saúde humana e animal, sobretudo para as populações historicamente vulnerabilizadas, além de trazer implicações significativas para as indústrias, o comércio e o turismo.

As alterações nos padrões climáticos globais, caracterizadas pelo aquecimento global e pela modificação dos regimes de chuva, têm efeitos diretos sobre o comportamento e a distribuição geográfica de animais peçonhentos (Needleman *et al.*, 2018a). O aquecimento global provoca alterações nos padrões comportamentais destes animais, como períodos de atividade, reprodução e hibernação (Moreno-Rueda *et al.*, 2009). Isso pode levar a um aumento na frequência de interações entre esses animais e humanos, especialmente em áreas rurais e periurbanas onde a expansão humana invade habitats naturais (Zacarias, Loyola., 2018). Com o aumento das temperaturas globais, a temporada de atividade de muitos animais peçonhentos pode se estender, levando a um período mais longo durante o ano em que o risco de

envenenamento é elevado. Isso é particularmente relevante para regiões que experimentam um aumento significativo nas temperaturas médias e mínimas (Martínez *et al.*, 2022), em especial países do sul global, como o Brasil.

Neste contexto, este estudo descreve e analisa os acidentes por animais peçonhentos notificados no Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) entre 2013 e 2022, com foco nas populações indígenas. O estudo também identifica padrões de distribuição geográfica e destaca a vulnerabilidade diferenciada dessas populações a esses riscos

A relevância deste estudo reside na necessidade de compreender os fatores que estão remodelando os riscos associados aos acidentes por animais peçonhentos. Os povos indígenas, que possuem uma conexão profunda com seus territórios tradicionais, são desproporcionalmente afetados, enfrentando não apenas um risco elevado de acidentes, mas também as complicações associadas que afetam suas vidas em nível comunitário, resultando na perda de modos de vida e cultura (Green, Raygorodetsky, 2010). Assim, torna-se imperativo investigar essas dinâmicas para desenvolver estratégias efetivas de prevenção e mitigação, salvaguardando tanto a saúde pública quanto a integridade cultural e ambiental das populações indígenas.

Neste contexto, este estudo realiza uma análise comparativa do perfil epidemiológico e da distribuição espacial dos acidentes por animais peçonhentos, distinguindo entre populações indígenas e não-indígenas. Busca, nesta direção, identificar padrões de distribuição geográfica e destacar a vulnerabilidade diferenciada dos povos indígenas a esses riscos. Espera-se que, a partir desta análise, possamos avançar no entendimento dos impactos desses acidentes na saúde coletiva e na elaboração de respostas eficientes aos desafios impostos por animais peçonhentos.

METODOLOGIA

Este estudo transversal e ecológico visou investigar a prevalência de acidentes por animais peçonhentos no Brasil durante o período de 2013 a 2022, utilizando registros do Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN). Seguindo a orientação do Ministério da Saúde do Brasil (2024), um caso confirmado foi caracterizado por sinais clínicos

de envenenamento específicos para a categoria do animal envolvido, sem necessidade da identificação do animal causador.

Foram incluídos dados de indivíduos de todas as faixas etárias, sexos, e diversas outras variáveis sociodemográficas, conforme disponíveis no SINAN. As variáveis analisadas incluíram dados de notificação individual, como idade, sexo, situação gestacional, raça/cor, e escolaridade; dados residenciais como o município de residência; antecedentes epidemiológicos como o intervalo entre a picada e o atendimento e o local da picada; e dados clínicos, abrangendo manifestações locais e sistêmicas, tipo de acidente, classificação do caso, e desfecho. Foram considerados não-indígenas os casos reportados de raça/cor branca, preta, parda e amarela e os indígenas a declaração raça/cor indígena. As taxas foram calculadas a cada 100 mil habitantes. Dado não válido (*missing*) refere-se a registros em que as informações sobre raça/cor não foram adequadamente preenchidas no sistema, resultando em dados ausentes ou inconsistentes que não puderam ser classificados com precisão.

A coleta foi realizada através do sistema de transferência de arquivos do DATASUS, complementada por informações demográficas e socioeconômicas do Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Os dados foram processados utilizando o software estatístico R, onde foram conduzidas estatísticas descritivas e o teste Qui-quadrado de Pearson para avaliar diferenças entre as populações.

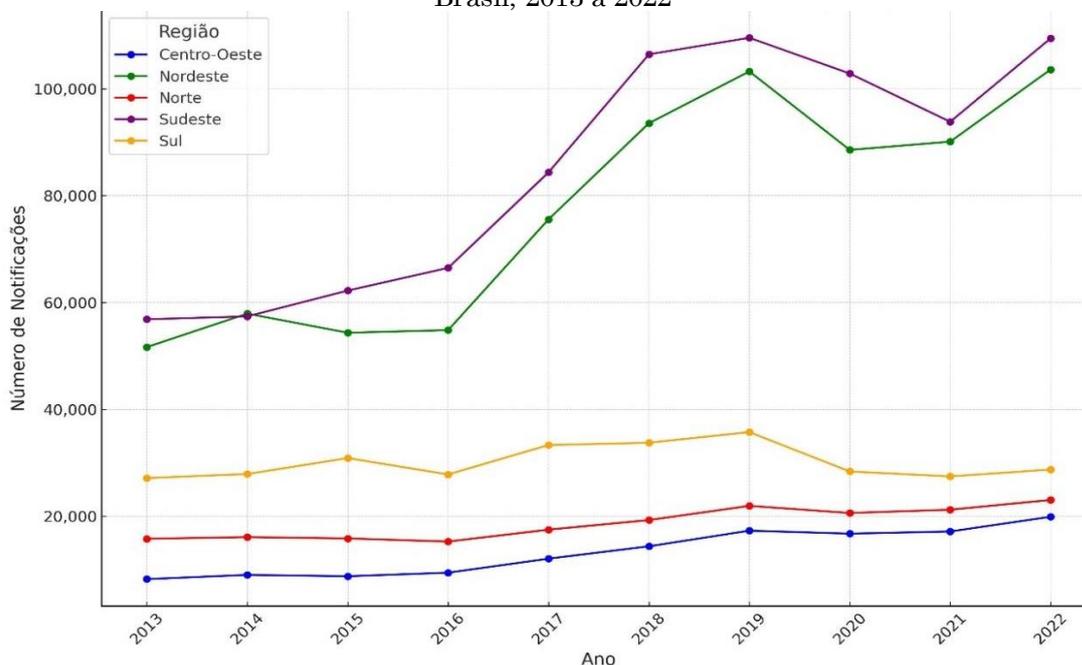
Integrou-se uma análise espacial com o índice de autocorrelação espacial de Anselin Moran I, que categorizou a distribuição espacial dos eventos em quatro tipos de associação espacial: Clusters Alto-Alto e Baixo-Baixo, e Outliers Alto-Baixo e Baixo-Alto (onde clusters representam áreas geograficamente próximas com valores similares de uma variável específica, e outliers são áreas com valores discrepantes em comparação com os seus arredores). O *shapefile* resultante da análise espacial LISA foi empregado no software ArcGIS, licenciado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para a geração dos mapas.

O estudo observou os princípios éticos delineados pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018) e pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/2012. Como utilizou dados secundários anonimizados, foi dispensada a avaliação ética por um Comitê de Ética em Pesquisa.

RESULTADOS

Na análise das notificações de acidentes por animais peçonhentos (Figura 1) a região Sudeste lidera ao longo do período de 2013 a 2022, seguida da região Nordeste. Na terceira posição encontra-se a região Sul, Norte e Centro-Oeste, respectivamente. O pico de notificações, em todas as regiões, se deu no ano de 2019.

Figura 1 – Evolução dos casos notificados de acidentes por animais peçonhentos, Grandes Regiões, Brasil, 2013 a 2022



Fonte: Os autores (2023) a partir de SINAN (c2024).

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que a maioria dos casos reportados envolve indivíduos da raça/cor parda, representando 46,6% do total, seguidos por indivíduos brancos (34,0%) e pretos (5,6%). A menor prevalência foi observada entre indivíduos de raça amarela (0,7%). Notavelmente, a taxa de prevalência mais alta

foi registrada entre os indígenas, com 2.654,0 casos por 100.000 habitantes, sugerindo uma vulnerabilidade acentuada desse grupo a acidentes por animais peçonhentos. Por outro lado, casos categorizados como "Ignorado" e "Dado não válido" representam 10,3% e 1,9% do total, respectivamente, indicando lacunas no registro de dados raciais nos sistemas de saúde.

Tabela 1 – Raça/cor dos casos notificados de acidentes por animais peçonhentos, Brasil, 2013 a 2022

Raça/cor	N	%	Taxa*
Branca	762.505	34,0	837,4
Preta	124.746	5,6	859,3
Amarela	16.300	0,7	782,0
Parda	1.045.742	46,6	1.271,0
Índigena	21.709	1,0	2.654,0
Ignorado	230.999	10,3	-
Dado não válido (<i>missing</i>)	42.039	1,9	-
Total	2.244.040	100,0	-

Fonte: Os autores (2023) a partir de SINAN (c2024) e IBGE (2010).

* a cada 100 mil habitantes

A Tabela 2 apresenta as informações sobre a população não-indígena e indígena, detalhando-se por sexo e faixa etária. Observa-se uma predominância de casos entre indivíduos do sexo masculino tanto na população não-indígena (55,2% dos casos, com uma taxa de 1.325,5 por 100 mil habitantes) quanto na população indígena (61,6%, taxa de 3.260,5). Já para o sexo feminino, os números são ligeiramente menores entre os não-indígenas (44,8%, taxa de 1.032,8) comparados com indígenas (38,4%, taxa de 2.044,1), indicando uma discrepância significativa na taxa de incidência por 100 mil habitantes entre os sexos e entre indígenas e não indígenas, a qual é estatisticamente significativa ($p < 0,0001$).

Quanto à faixa etária, os dados revelam que a prevalência de acidentes varia consideravelmente, com as maiores taxas entre os grupos mais jovens e mais velhos na população indígena, destacando uma maior vulnerabilidade ou exposição a animais peçonhentos. Especificamente, crianças menores de 1 ano e adolescentes de 15 a 17 anos entre os indígenas apresentam taxas elevadas de prevalência (2.488,5 e 3.229,7 por 100 mil habitantes, respectivamente). Contrastando, dos não-indígenas, a distribuição etária dos acidentes mostra um padrão diferente, com maiores taxas observadas nas faixas de 18 a 29 anos e 50 a 59 anos.

Tabela 2 – Total, percentual e taxa a cada 100 mil habitantes do sexo e faixa etária dos casos notificados de acidentes por animais peçonhentos, não-indígenas e indígenas, Brasil, 2013 a 2022

Sexo	Não-indígenas			Indígenas			p-valor
	N	%	Taxa	N	%	Taxa	
Masculino	1.238.101	55,2	1.325,5	13.365,0	61,6	3.260,5	< 0,001
Feminino	1.005.420	44,8	1.032,8	8.341,0	38,4	2.044,1	
Ignorado	519	0,02	-	3	0,01	-	
Faixa Etária	N	%	Taxa	N	%	Taxa	
Menor que 1	31.426	1,4	1.158,2	493	2,3	2.488,5	< 0,001
1 a 4	80.472	3,6	726,1	844	3,9	1.037,1	
5 a 9	127.933	5,7	854,6	2.043	9,4	2.046,3	
10 a 14	134.603	6,0	784,1	2.552	11,8	2.691,2	
15 a 17	91.719	4,1	885,5	1.659	7,6	3.229,7	
18 a 29	453.456	20,2	1.106,5	5.333	24,6	3.144,0	
30 a 39	350.621	15,6	1.183,2	3.113	14,3	2.979,1	
40 a 49	323.202	14,4	1.301,0	2.346	10,8	3.058,9	
50 a 59	295.919	13,2	2.918,2	1.610	7,4	2.983,9	
60 ou mais	354.681	15,8	1.394,7	1.716	7,9	2.091,4	
Dado não válido (<i>missing</i>)	8	-	-	-	0,0	-	-
Total	2.244.040	100,0	-	21.709	100,0	-	-

Fonte: Os autores (2023) a partir de SINAN (c2024) e IBGE (2010).

No tocante a escolaridade (Tabela 3) é notável que não houve registros de casos entre indivíduos analfabetos em ambos os grupos, sugerindo possíveis lacunas na coleta de dados ou na acessibilidade do sistema de notificação para todas as camadas da população. Entre os não-indígenas, a predominância dos casos recai sobre aqueles com Ensino Fundamental Incompleto, representando 25,6% do total, seguido por indivíduos com Ensino Médio Completo e Ensino Médio Incompleto. Na população indígena, destaca-se também a presença significativa de casos entre pessoas com Ensino Fundamental Incompleto, além de uma notável porcentagem de registros

categorizados como "Ignorado" ou "Dado não válido (*missing*)", indicando imprecisão no preenchimento comprometimento da integridade dos dados reportados.

Quanto à situação gestacional, observa-se um número relativamente baixo de casos notificados entre gestantes, distribuídos de forma equilibrada pelos três trimestres da gestação em ambas as populações. Contudo, a grande maioria dos registros indica que a maioria das pessoas não estava grávida no momento do acidente, ou que essa informação não se aplicava ao caso, o que pode incluir o sexo masculino ou mulheres não gestantes.

Tabela 3 – Escolaridade e situação gestacional dos casos notificados de acidentes por animais peçonhentos, não-indígenas e indígenas, Brasil, 2013 a 2022

Escolaridade	Não-indígenas		Indígenas		p-valor
	N	%	N	%	
Analfabeto	0	0	0	0	< 0,001
Ensino Fundamental Incompleto	574.026	25,6	6.807	31,4	
Ensino Fundamental Completo	115.719	5,2	1.029	4,7	
Ensino Médio Incompleto	138.662	6,2	1.178	5,4	
Ensino Médio Completo	281.211	12,5	1.202	5,5	
Educação Superior Incompleta	26.425	1,2	102	0,5	
Educação Superior Completa	53.155	2,4	114	0,5	
Ignorado	579.098	25,8	3.481	16,0	
Não se aplica	188.517	8,4	2.464	11,4	
Dado não válido (<i>missing</i>)	287.227	12,8	5.332	24,6	-
Gestante	N	%	N	%	p valor
1º Trimestre	4.808	0,2	88	0,4	< 0,001
2º Trimestre	6.927	0,3	120	0,6	
3º Trimestre	4.940	0,2	83	0,4	
Idade gestacional ignorada	3.069	0,1	73	0,3	-
Não	567.706	25,3	4.293	19,8	
Não se aplica	1.513.105	67,4	16.620	76,6	
Ignorado	143.416	6,4	431	2,0	
Dado não válido (<i>missing</i>)	69	0,0	1	0,0	
Total	2.244.040	100,0	21.709	100,0	-

Fonte: Os autores (2023) a partir de SINAN (c2024).

Nos acidentes identificados (Tabela 4), escorpiões são os principais responsáveis pelos acidentes por animais peçonhentos entre os não-indígenas, representando 57,3% dos casos, seguidos por aranhas (14,1%) e serpentes (12,9%). Contrastando, na população indígena, a prevalência de acidentes causados por serpentes é predominantemente alta, atingindo 56,6%.

Quanto ao local da picada, ambos os grupos mostram uma tendência de picadas nos pés como sendo as mais comuns, especialmente entre os indígenas, onde 44% dos acidentes afetam essa parte do corpo. Isso sugere uma

maior exposição dos pés a ambientes onde tais animais são mais prevalentes, provavelmente devido a diferenças nas atividades diárias ou no uso de calçados.

O intervalo de tempo até o atendimento médico é crítico na gestão de acidentes por animais peçonhentos, com a maioria dos casos recebendo atendimento dentro de 1 a 3 horas após a picada. No entanto, uma proporção notável das notificações, tanto em não-indígenas quanto indígenas, busca atendimento após mais de 24 horas.

Tabela 4 – Tipo de acidente, local da picada e tempo decorrido do acidente ao atendimento em saúde dos casos notificados de acidentes por animais peçonhentos, não-indígenas e indígenas, Brasil, 2013 a 2022

Tipo de acidente	Não-indígenas		Indígenas		p-valor
	N	%	N	%	
Serpente	288.474	12,9	12.278	56,6	< 0,001
Aranha	315.534	14,1	1.872	8,6	
Escorpião	1.286.801	57,3	5.668	26,1	
Lagarta	45.824	2,0	242	1,1	
Abelha	173.550	7,7	745	3,4	
Outros	93.383	4,2	738	3,4	
Ignorado	40.367	1,8	164	0,8	
Local da picada	N	%	N	%	p valor
Cabeça	140.868	6,3	760	3,5	< 0,001
Braço	123.145	5,5	730	3,4	
Ante-braço	64.052	2,9	408	1,9	
Mão	369.478	16,5	2.474	11,4	
Dedo da mão	369.590	16,5	1.891	8,7	
Tronco	120.986	5,4	583	2,7	
Coxa	87.781	3,9	536	2,5	
Perna	182.125	8,1	2.909	13,4	
Pé	532.288	23,7	9.557	44,0	
Dedo do pé	166.919	7,4	1.541	7,1	
Ignorado	86.701	3,9	318	1,5	-
Dado não válido (<i>missing</i>)	107	0,0	2	0,0	-
Tempo decorrido da picada ao atendimento	N	%	N	%	p-valor
0 a 1 hora	1.084.890	48,3	5.881	27,1	< 0,001
1 a 3 horas	504.527	22,5	5.570	25,7	
3 a 6 horas	166.709	7,4	3.532	16,3	
6 a 12 horas	77.266	3,4	2.006	9,2	
12 a 24 horas	79.610	3,5	1.634	7,5	
mais de 24 horas	134.575	6,0	1.703	7,8	
Ignorado	141.055	6,3	936	4,3	
Dado não válido (<i>missing</i>)	55.408	2,5	447	2,1	-
Total	2.244.040	100,0	21.709	100,0	-

Fonte: Os autores (2023) a partir de SINAN (c2024).

No tocante a classificação do caso, a maioria em ambas as populações é classificada como leve, com 82,5% entre os não-indígenas e 62,2% entre os indígenas, indicando que parte dos acidentes resulta em sintomas menos graves. Entretanto, a proporção de casos moderados e graves é significativamente maior entre os indígenas (27,8% e 5,6%, respectivamente), em comparação com os não-indígenas (11,3% e 1,6%).

A prevalência de complicações locais é maior entre os indígenas (4% dos casos reportam complicações), contrastando com apenas 1,1% nos não-indígenas. Esta diferença dramática

pode refletir não apenas a natureza dos acidentes, mas também diferenças no acesso ao cuidado médico imediato e tratamento eficaz, destacando uma questão crítica de saúde pública.

Dentre as complicações locais especificadas, infecção secundária e necrose extensa são as mais comuns. Notavelmente, a proporção de casos que resultam em amputação, embora baixa, é significativamente maior quando complicações locais são reportadas, indicando a gravidade potencial desses acidentes. As complicações sistêmicas, embora menos

frequentes, apresentam uma discrepância, sendo mais prevalentes entre os indígenas.

A maioria dos casos resulta em cura, com 91,4% entre os não-indígenas e 89,4% entre os indígenas. No entanto, a taxa de mortalidade devido a acidentes por animais peçonhentos é

mais alta entre os indígenas (0,6% contra 0,1% nos não-indígenas), uma diferença estatisticamente significativa que sublinha as desigualdades no impacto desses acidentes entre as populações.

Tabela 5 – Classificação do caso, complicações locais e evolução dos casos notificados de acidentes por animais peçonhentos, não-indígenas e indígenas, Brasil, 2013 a 2022

Classificação do caso	Não-indígenas		Indígenas		p-valor
	N	%	N	%	
Leve	1.851.315	82,5	13.511	62,2	< 0,001
Moderado	253.361	11,3	6.035	27,8	
Grave	35.413	1,6	1.221	5,6	
Ignorado	53.716	2,4	417	1,9	
Dado não válido (<i>missing</i>)	50.955	2,3	525	2,4	
Total	2.244.040	100,0	21.709	100,0	-
Complicações locais	N	%	N	%	p-valor
Sim	25.649	1,1	858	4,0	< 0,001
Não	1.991.079	88,7	18.570	85,5	
Ignorado	90.599	4,0	872	4,0	-
Dado não válido (<i>missing</i>)	136.713	6,1	1.409	6,5	
Total	2.244.040	100,0	21.709	100,0	
Especificação das complicações locais	N	%	N	%	p-valor
Amputação*	323	1,2	23	2,6	< 0,001
Infecção secundária*	19.692	76,5	660	76,6	
Necrose extensa*	4.654	18,1	121	14	
Síndrome comportamental*	1.953	7,5	101	11,7	
Déficit funcional*	2.870	11,1	143	16,6	
Complicações sistêmicas	8.020	0,3	241	1,2	
Evolução do caso	N	%	N	%	p-valor
Cura	2.049.974	91,4	19.402	89,4	< 0,001
Óbito por acidente por animais peçonhentos	2.812	0,1	124	0,6	
Óbito por outras causas	362	0,0	14	0,1	-
Ignorado	63.494	2,8	644	3,0	
Dado não válido (<i>missing</i>)	127.398	5,7	1.525	7,0	
Total	2.244.040	100,0	21.709	100,0	

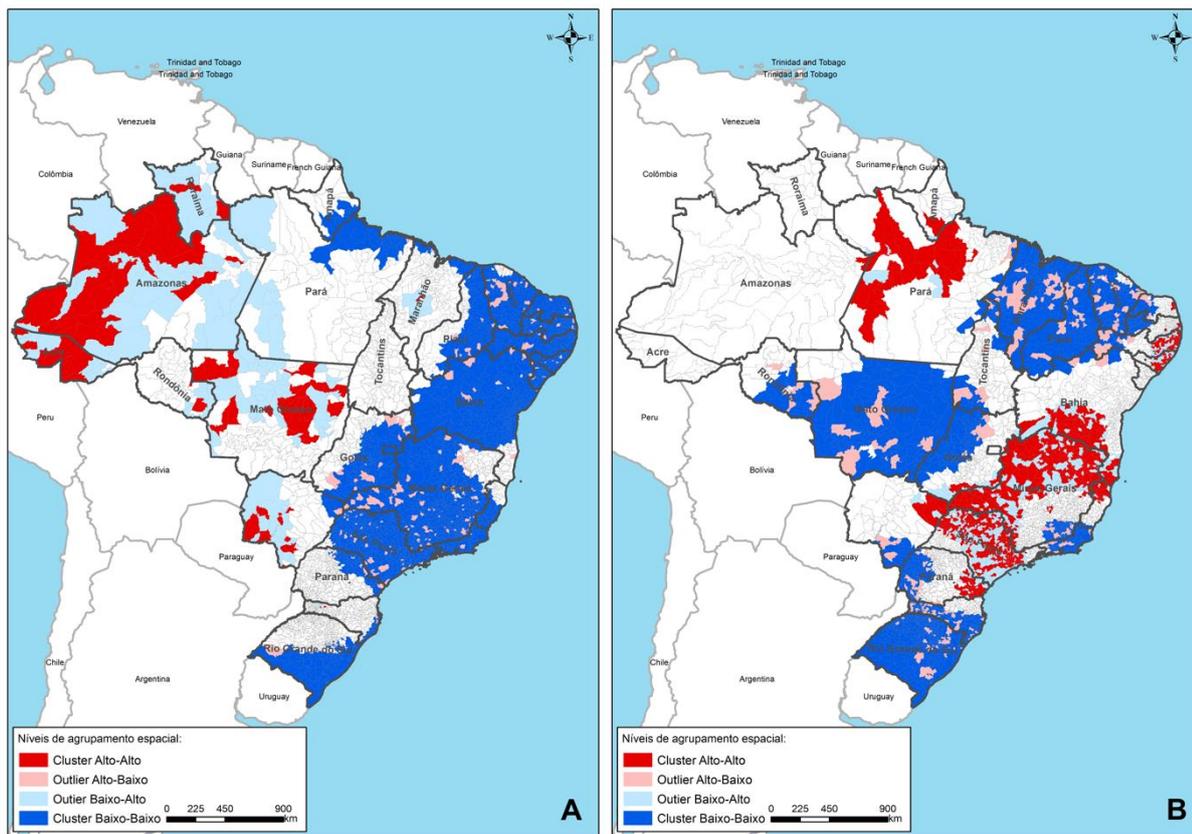
* informações para os casos com "sim" para complicações locais

Fonte: Os autores (2023) a partir de SINAN (c2024).

Relativa à distribuição dos níveis de agrupamento espacial, conforme ilustrado na Figura 1, observa-se uma predominante concentração de clusters Alto-Alto entre a população indígena nos estados do Amazonas, Acre e Mato Grosso, regiões estas que apresentam uma maior proporção de residentes indígenas. Notavelmente, há uma sequência contínua do cluster Baixo-Baixo que se estende desde o nordeste do Paraná até o litoral do Nordeste brasileiro, abrangendo também parte do norte do país. No extremo sul do país, especificamente no Centro-Sul do estado do Rio

Grande do Sul, observa-se que aproximadamente metade do território está igualmente sob a influência de um cluster Baixo-Baixo. Quanto à população não indígena, destaca-se um cluster Alto-Alto no litoral do Paraná e, de forma mais dispersa, no estado de São Paulo, do Pará, além de percorrer as regiões sudoeste e noroeste de Minas Gerais e o sul da Bahia. Os estados do Mato Grosso e Rio Grande do Sul são notáveis pela quase completa cobertura de cluster Baixo-Baixo, com a presença de alguns outliers Alto-Baixo.

Figura 1 – Níveis de agrupamento espacial das notificações de acidentes por animais peçonhentos, indígenas (A) e não-indígenas (B), Brasil, 2013 a 2022



Fonte: IBGE (2022). Elaborado pelos autores (2024).

DISCUSSÃO

Nossos resultados destacam uma vulnerabilidade diferenciada aos acidentes por animais peçonhentos entre populações indígenas e não indígenas. Pesquisas indicam que a ocupação desordenada de cidades, a falta de controle de pragas e a inadequada gestão de resíduos contribuem significativamente para a proliferação de escorpiões em áreas urbanas e periurbanas (Zanetta *et al.*, 2020; Cruz *et al.*, 1995; Guerra-Duarte *et al.*, 2023). Esses fatores criam ambientes favoráveis para a sobrevivência e reprodução desses aracnídeos, aumentando a incidência de acidentes com escorpiões, especialmente em regiões densamente povoadas (Olivero *et al.*, 2021).

A maior prevalência de acidentes causados por serpentes entre os povos indígenas reflete o contato mais frequente dessas comunidades com habitats naturais. Um estudo realizado na Amazônia Ocidental brasileira mostrou que pessoas que vivem em áreas rurais ou florestais são mais propensas a serem afetadas por picadas de serpentes devido à presença e as atividades como o extrativismo e a agricultura (Silva; Colombini Moura-da-Silva; Souza;

Monteiro; Bernarde, 2020; Silva; Fonseca; Silva, Amaral; Ortega; Oliveira; Correa; Oliveira; Monteiro; Bernarde, 2020). Schneider *et al.* (2021) demonstraram que indígenas apresentaram as maiores taxas de exposição a picadas de serpentes (194,3 por 100.000 habitantes), o que é significativamente maior em comparação com outros grupos populacionais.

A tendência das picadas de serpentes ocorrerem nos pés, especialmente entre populações indígenas, é um reflexo das práticas culturais e das atividades ao ar livre frequentemente realizadas sem proteção e luminosidade adequada (Pierini *et al.*, 1996). Em muitos casos, os indígenas e outras populações rurais realizam atividades de subsistência, como caça, coleta ou agricultura, descalços ou usando calçados mínimos, o que aumenta significativamente a exposição a serpentes (Leite *et al.*, 2013; Jayawardana *et al.*, 2020; Venugopalan *et al.*, 2021). Além disso, essas atividades geralmente ocorrem em ambientes onde há uma alta presença de serpentes, como florestas, campos e margens de rios, locais que são habitats naturais desses animais (Eniang *et al.*, 2012; Silva; Fonseca;

Silva; Amaral; Ortega; Oliveira; Correa; Oliveira; Monteiro; Bernarde, 2020).

O intervalo de tempo até o atendimento em saúde é um fator crucial na prevenção de complicações graves, especialmente em populações indígenas que enfrentam barreiras geográficas e logísticas significativas. Estudos apontam que a distância e a falta de infraestrutura adequada atrasam o acesso ao tratamento, o que aumenta substancialmente os riscos de saúde (Nguyen *et al.*, 2020). Além disso, questões culturais e a discriminação no atendimento agravam este contexto, dificultando a aceitação e continuidade dos cuidados (Nelson; Wilson, 2018). A descentralização dos serviços de saúde, aliada à melhoria da infraestrutura em áreas remotas e o desenvolvimento de estratégias interculturais nos serviços, é essencial para mitigar esses riscos e assegurar que os cuidados cheguem de forma eficiente a populações vulnerabilizadas (Juárez-Ramírez *et al.*, 2019). Iniciativas comunitárias, como a construção de infraestrutura de saúde adaptada às necessidades locais, também têm mostrado resultados positivos na ampliação do acesso aos cuidados básicos (Dutta, 2020).

A classificação dos casos de acidentes com animais peçonhentos, com uma gravidade acentuada entre as populações indígenas, sinaliza o imperativo de intervenções de saúde coletiva que sejam culturalmente adequadas e efetivamente implementadas (Farias *et al.*, 2023). A alta prevalência de complicações, como infecções secundárias e necrose extensa, nessas populações, corrobora com a demanda de assistência em saúde imediata e adequada, além de um acompanhamento contínuo para o tratamento das complicações (Murta *et al.*, 2023). Estudos demonstram que a descentralização do tratamento com antiveneno para unidades de saúde em serviços de saúde localizados nos territórios indígenas pode reduzir o tempo entre o diagnóstico e o tratamento, melhorando o prognóstico dos envenenamentos e diminuindo as sequelas graves (Monteiro *et al.*, 2020).

Embora este estudo não investigue os efeitos das mudanças climáticas nas notificações de acidentes com animais peçonhentos, é válido considerar que a alteração dos regimes de temperatura e precipitação pode estar influenciando a distribuição geográfica e o comportamento de algumas espécies de animais peçonhentos (Needleman, 2018a; 2018b; Bouazza *et al.*, 2019; Martinez *et al.*, 2018; Martinez *et al.*, 2022; Martinez *et al.*, 2024; Zacarias, Loyola, 2018). Essas hipóteses poderiam ser exploradas em estudos futuros,

utilizando modelos preditivos para avaliar como as mudanças climáticas podem alterar os padrões de risco.

A lacuna na completude dos dados na área da saúde, aliada à necessidade de interoperabilidade com dados ambientais, ressalta a urgência de sistemas de notificação que sejam mais robustos e integrados. Uma integração eficaz é primordial para garantir que as informações de saúde sejam acessíveis para a tomada de decisões baseadas em evidências (Ying *et al.*, 2007).

A literatura científica indica que a integração de dados de diferentes fontes pode aumentar significativamente a completude dos registros, contribuindo para uma gestão eficiente dos cuidados de saúde (Emran; Leza; Abdullah, 2017). Além disso, a interoperabilidade entre sistemas de saúde permite não apenas a troca de informações de maneira segura, mas também a melhoria da qualidade dos dados disponíveis para análises epidemiológicas (Dixon *et al.*, 2011).

CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou uma vulnerabilidade acentuada das populações indígenas em relação aos acidentes por animais peçonhentos, com destaque para a alta prevalência de picadas de serpentes nesse grupo. Os resultados mostraram que a distribuição geográfica dos acidentes é influenciada por fatores como a proximidade dos habitats naturais e as práticas culturais das populações indígenas, que frequentemente estão expostas a maiores riscos. Além disso, a análise espacial reafirmou a importância de estratégias específicas e territorialmente orientadas para a alocação de recursos em saúde, sobretudo em regiões remotas com alta concentração de acidentes.

É fundamental que as políticas públicas considerem essas vulnerabilidades ao planejar intervenções que garantam o acesso rápido e eficaz ao tratamento, como a descentralização de unidades de saúde equipadas com antiveneno em áreas indígenas. Os achados desta pesquisa reforçam a necessidade de aprimorar a infraestrutura de saúde e a coleta de dados para otimizar a resposta a esses acidentes e mitigar as disparidades entre as populações indígenas e não-indígenas.

Para aprofundar a compreensão das dinâmicas subjacentes ao panorama observado, pesquisas futuras devem adotar uma abordagem que inclua análises dos fatores socioambientais e das implicações das

mudanças climáticas. Dado que as variações nos padrões de temperatura e precipitação têm o potencial de alterar a distribuição geográfica e o comportamento de animais peçonhentos, é potente explorar como a mudança do clima pode aumentar os riscos para populações vulnerabilizadas. Tais estudos podem contribuir para o estabelecimento de uma base científica sólida que apoie o desenvolvimento de intervenções eficazes e baseadas em estratégias interculturais, além de políticas de saúde que não apenas antecipem, mas também mitiguem os impactos das mudanças climáticas na saúde humana, com especial atenção às comunidades indígenas.

REFERÊNCIAS

- BOUAZZA, A.; EL HIDAN, M. A.; AIMRANE, A.; KAHIME, K.; LANSARI, A.; LAARADIA, M. A.; LAHOUAOUI, H.; MOUKRIM, A. **Climate Change Effects on Venomous Snakes: Distribution and Snakebite Epidemiology**. In: Handbook of Research on Global Environmental Changes and Human Health. IGI Global, 2019.
- CRUZ, E.; YASSUDA, C. R.; JIM, J.; BARRAVIERA, B. Programa de controle de surto de escorpião *Tityus serrulatus*, Lutz e Mello 1922, no município de Aparecida, SP (Scorpiones, Buthidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 28, n. 2, p. 123-128, 1995. <https://doi.org/10.1590/S0037-86821995000200007>
- DIXON, B.; MCGOWAN, J.; GRANNIS, S. Electronic laboratory data quality and the value of a health information exchange to support public health reporting processes. **AMIA - Annual Symposium proceedings**, p. 322-330, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3243173/>. Acesso em 20 ago. 2024.
- DUTTA, U. Indigenous Health Organizing at the Margins: Creating Access to Health by Building Health Infrastructure. **Health Communication**, v. 35, p. 1177-1189, 2020. <https://doi.org/10.1080/10410236.2019.1622065>
- EMRAN, N.; LEZA, F. N. M.; ABDULLAH, N. Measuring Improvement in Access to Complete Data in Healthcare Collaborative Database Systems. In: Król, D., Nguyen, N., Shirai, K. (eds) **Advanced Topics in Intelligent Information and Database Systems**. ACIIDS 2017. Studies in Computational Intelligence, v. 710. Springer, Cham. 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56660-3_11
- ENIANG, E.; IJEOMAH, H. Epidemiology of snake bites among selected communities in the enclave of Cross River National Park: Oban division, Nigeria. **Journal of Agriculture, Forestry and the Social Sciences**, v. 9, n. 2. 2012. <https://doi.org/10.4314/JOAFSS.V9I2.8>
- FARIAS, A. S.; NASCIMENTO, E. F.; GOMES FILHO, M. R.; FELIX, A. C.; ARÉVALO, M. C.; ADRIÃO, A. A. X.; WEN, F. H.; CARVALHO, F. G.; MURTA, F.; MACHADO, V. A.; SACHETT, J.; MONTEIRO, W. M. Building an explanatory model for snakebite envenoming care in the Brazilian Amazon from the indigenous caregivers' perspective. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, n. 3, 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011172>.
- FEITOSA, E.; SAMPAIO, V.; SALINAS, J.; QUEIROZ, A.; SILVA, I.; GOMES, A.; SACHETT, J.; SIQUEIRA, A.; FERREIRA, L.; SANTOS, M.; LACERDA, M.; MONTEIRO, W. Older Age and Time to Medical Assistance Are Associated with Severity and Mortality of Snakebites in the Brazilian Amazon: A Case-Control Study. **PLoS ONE**, v. 10, n. 7. 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132237>
- GREEN, D.; RAYGORODETSKY, G. Indigenous knowledge of a changing climate. **Climatic Change**, v. 100, p. 239-242, 2010. <https://doi.org/10.1007/S10584-010-9804-Y>
- GUERRA-DUARTE, C.; SAAVEDRA-LANGER, R.; MATAVEL, A.; OLIVEIRA-MENDES, B.; CHÁVEZ-OLÓRTEGUI, C.; PAIVA, A. Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011069>.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2022/universo-caracteristicas-dos-domicilios>. Acesso em: 13 abr. 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Malha Municipal. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 14 nov. 2024.
- JAYAWARDANA, S.; ARAMBEPOLA, C.; CHANG, T.; GNANATHASAN, A. Prevalence, vulnerability and epidemiological characteristics of snakebite in agricultural settings in rural Sri Lanka: A population-

- based study from South Asia. **PLoS ONE**, v. 15, n. 12, 2020. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243991>.
- JUÁREZ-RAMÍREZ, C.; VILLALOBOS, A.; SAUCEDA-VALENZUELA, A.; NIGENDA, G. Barriers for indigenous women to access obstetric services within the framework of integrated health services networks. **Gaceta Sanitaria**, v. 34, n. 6, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.05.015>.
- LEITE, R. S.; TARGINO, I. T. G.; LOPES, Y. A. C. F.; BARROS, R. M.; VIEIRA, A. A. Epidemiology of snakebite accidents in the municipalities of the state of Paraíba, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 5, 2013. Available: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000500032>.
- MARTINEZ, P. A.; ANDRADE, M. A.; BIDAU, C. J. Potential effects of climate change on the risk of accidents with poisonous species of the genus *Tityus* (Scorpiones, Buthidae) in Argentina. **Spat Spatiotemporal Epidemiol.**, v. 25, p. 67-72, jun. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2018.03.002>.
- MARTINEZ, P.; GUTIÉRREZ, J.; OLALLA-TÁRRAGA, M.; AMADO, T. Venomous animals in a changing world. **Global Change Biology**, v. 28, p. 3750-3753, 2022. <https://doi.org/10.1111/gcb.16175>.
- MARTINEZ, P. A.; TEIXEIRA, I. B. d. F.; SIQUEIRA-SILVA, T.; et al. Climate change-related distributional range shifts of venomous snakes: a predictive modelling study of effects on public health and biodiversity. **Lancet Planet Health**, v. 8, p. e163–e170, 2024. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(24\)00005-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00005-6).
- MONTEIRO, W. M.; FARIAS, A. S.; VAL, F.; SILVA NETO, A. V.; SACHETT, A.; LACERDA, M.; SAMPAIO, V.; CARDOSO, D.; GARNELO, L.; VISSOCI, J. R. N.; SACHETT, J.; WEN, F. H. Providing Antivenom Treatment Access to All Brazilian Amazon Indigenous Areas: ‘Every Life has Equal Value’. **Toxins**, v. 12, 2020. <https://doi.org/10.3390/toxins12120772>.
- MORENO-RUEDA, G.; PLEGUEZUELOS, J.; ALAMINOS, E. Climate warming and activity period extension in the Mediterranean snake *Malpolon monspessulanus*. **Climatic Change**, v. 92, p. 235-242, 2009. <https://doi.org/10.1007/S10584-008-9469-Y>.
- MURTA, F.; STRAND, E.; FARIAS, A. S.; ROCHA, F.; SANTOS, A. C.; RONDON, E. A. T.; OLIVEIRA, A. P. S.; GAMA, H. S. S.; ROCHA, Y. V.; ROCHA, G. S.; FERREIRA, M.; MACHADO, V. A.; LACERDA, M.; PUCCA, M.; CERNI, F.; VISSOCI, J. R. N.; TUPETZ, A.; GERARDO, C. J.; MOURA-DA-SILVA, A. M.; WEN, F. H.; SACHETT, J.; MONTEIRO, W. “Two Cultures in Favor of a Dying Patient”: Experiences of Health Care Professionals Providing Snakebite Care to Indigenous Peoples in the Brazilian Amazon. **Toxins**, v. 15, 2023. Available: <https://doi.org/10.3390/toxins15030194>. Accessed on: 25 ago. 2024.
- NEEDLEMAN, R.; NEYLAN, I.; ERICKSON, T. Potential Environmental and Ecological Effects of Global Climate Change on Venomous Terrestrial Species in the Wilderness. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 29, p. 226-238, 2018a. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2017.11.004>.
- NEEDLEMAN, R.; NEYLAN, I.; ERICKSON, T. Environmental and Ecological Effects of Climate Change on Venomous Marine and Amphibious Species in the Wilderness. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 29, p. 343-356, 2018b. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.04.003>.
- NELSON, S. E.; WILSON, K. Understanding barriers to health care access through cultural safety and ethical space: Indigenous people's experiences in Prince George, Canada. **Social Science & Medicine**, v. 218, p. 21-27, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2018.09.017>.
- NGUYEN, N.; SUBHAN, F.; WILLIAMS, K.; CHAN, C. B. Barriers and Mitigating Strategies to Healthcare Access in Indigenous Communities of Canada: A Narrative Review. **Healthcare**, v. 8, 2020. <https://doi.org/10.3390/healthcare8020112>.
- NUCKOLS, J.; WARD, M.; JARUP, L. Using Geographic Information Systems for Exposure Assessment in Environmental Epidemiology Studies. **Environmental Health Perspectives**, v. 112, p. 1007-1015, 2004. <https://doi.org/10.1289/ehp.6738>.
- OLIVERO, P.; OVIEDO-DIEGO, M.; VRECH, D.; MATTONI, C.; PERETTI, A. Sensitivity of genital and somatic traits of scorpions to developmental instability caused by increasing urbanization: A 20-year experiment. **Ecological Indicators**, v. 122, p. 107272, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107272>.
- PIERINI, S.; WARRELL, D.; PAULO, A., & THEAKSTON, R. High incidence of bites and stings by snakes and other animals among rubber tappers and Amazonian Indians of the Juruá Valley, Acre State, **Brazil Toxicon: official journal of the International Society on Toxinology**, 34 2, 225-36. 1996. [https://doi.org/10.1016/0041-0101\(95\)00125-5](https://doi.org/10.1016/0041-0101(95)00125-5).
- SCHNEIDER, M.; VUČKOVIĆ, M.; MONTEBELLO, L.; SARPY, C.; HUANG, Q.;

- GALAN, D.; MIN, K.; CÂMARA, V.; LUIZ, R. Snakebites in Rural Areas of Brazil by Race: Indigenous the Most Exposed Group. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179365>.
- SILVA, A. M.; COLOMBINI, M.; MOURA-DASILVA, A. M.; SOUZA, R. M.; MONTEIRO, W. M.; BERNARDE, P. S. Epidemiological and clinical aspects of snakebites in the upper Juruá River region, western Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, 2020. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201901561>.
- SILVA, J.; FONSECA, W.; SILVA, A.; AMARAL, G.; ORTEGA, G.; OLIVEIRA, A.; CORREA, R.; OLIVEIRA, I.; MONTEIRO, W.; BERNARDE, P. Venomous snakes and people in a floodplain forest in the Western Brazilian Amazon: Potential risks for snakebites. **Toxicon: Official Journal of the International Society on Toxinology**, v. 187, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.09.007>.
- SINAN. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Dados abertos. c2024. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em 23 ago. 2024
- VENUGOPALAN, A.; VIJAYKUMAR, S.; SREEKUMAR, G.; KARUNANITHI, K.; PRASAD, B.; SREEKRISHNAN, T. P.; KUMAR, G. K. Venomous snakebite — Significance of the bite site and local reaction. **IP International Journal of Forensic Medicine and Toxicological Sciences**, 2021. <https://doi.org/10.18231/J.IJFMTS.2021.012>.
- VINE, M.; DEGNAN, D.; HANCHETTE, C. Geographic information systems: their use in environmental epidemiologic research. **Environmental Health Perspectives**, 1997. <https://doi.org/10.1289/EHP.97105598>.
- ZACARIAS, D.; LOYOLA, R. Climate change impacts on the distribution of venomous snakes and snakebite risk in Mozambique. **Climatic Change**, v. 152, p. 195-207, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2338-4>
- ZANETTA, S.; GERMINO, C.; RODRIGUES, I.; WARAGAIA, A. Urbanization and increased cases of scorpionism in Brazilian cities. **European Journal of Public Health**, v. 30, 2020. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa166.163>
- YING, B.; RONG, Z.; XIAO, J. A Data Integration Approach to E-Healthcare System. In: **2007 1st International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering**, p. 1129-1132, 2007, Wuhan, China. <https://doi.org/10.1109/ICBBE.2007.292>.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Maurício Polidoro: Conceitualização, curadoria de dados, análise de dados, pesquisa, metodologia, redação do manuscrito original, redação - revisão e edição.

Francisco de Assis Mendonça: redação do manuscrito original, redação - revisão e edição.

Daniel Canavese de Oliveira: redação do manuscrito original, redação - revisão e edição.

André Baniwa: redação do manuscrito original, redação - revisão e edição.

Claudia Tereza Signori Franco: redação do manuscrito original, redação - revisão e edição.

Suliete Gervásio Monteiro: redação do manuscrito original, redação - revisão e edição.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.