



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA  
FACULDADE DE MEDICINA**

**GEISA CARVALHO BANDEIRA**

**ASPECTOS CLÍNICOS, EPIDEMIOLÓGICOS E AMBIENTAIS DA  
LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

**ALTAMIRA  
2025**

GEISA CARVALHO BANDEIRA

**ASPECTOS CLÍNICOS, EPIDEMIOLÓGICOS E AMBIENTAIS DA  
LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina da UFPA, Campus de Altamira, como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharelado em Medicina.

**Orientador: Prof. Me. Kaio Vinícius Paiva Albarado**  
**Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Aldine Cecília Lima**  
**Coelho**

**ALTAMIRA**  
**2025**

GEISA CARVALHO BANDEIRA

**ASPECTOS CLÍNICOS, EPIDEMIOLÓGICOS E AMBIENTAIS DA  
LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, como requisito parcial para a obtenção de Grau de Bacharel em Medicina.

Aprovado em: 21 / 03 / 2025

Conceito: EXCELENTE

**Banca Examinadora**

Prof. Me. Kaio Vinícius Paiva Albarado  
Orientador - UFPA

Prof. Dr. Allan Costa Malaquias  
Examinador Interno - UFPA

Prof. Me. Osvaldo Damasceno  
Examinador Interno - UFPA

Aos meus pais, Elisa Maria Coelho Carvalho e  
Gecivaldo de Oliveira Bandeira, e meu irmão,  
Gecivaldo Carvalho Bandeira, pelo apoio  
incondicional em meus objetivos

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, aos meus orientadores Prof<sup>o</sup> Me. Kaio Vinícius Paiva Albarado e Prof<sup>a</sup> Dra. Aldine Cecília Lima Coelho pelos conhecimentos científicos repassados durante as sessões de orientação, mas mais ainda por não deixarem que meu objetivo inicial de ingresso fosse suplantado pela caótica e exaustiva rotina da graduação de Medicina e por apresentarem novos campos e conceitos em Saúde Coletiva.

As professoras Dra Ana Karine Martins Garcia e Dra Elane Cristina Rodrigues Gomes, minha eterna gratidão pela possibilidade de ingressar no Grupo de Estudo e Pesquisa da História das Práticas da Saúde e das Doenças (GEPHPSD), cujas atividades que participei foram essenciais para meu interesse pelo estudo dos agravos negligenciados.

“Aja de modo a que os efeitos da tua ação sejam compatíveis com a permanência de uma autêntica vida humana sobre a Terra.”

Hans Jonas

## RESUMO

As leishmanioses são zoonoses que fazem parte do grupo de doenças tropicais negligenciadas (DTN) uma vez que ocorrem nos países mais pobres e atingem as populações extremamente vulneráveis das Américas, África e Ásia. Este estudo investigou os aspectos clínicos, epidemiológicos e ambientais da Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) na Região de Integração do Xingu, no Pará, Brasil, entre 2009 e 2021, com o objetivo de analisar a distribuição dos casos, calcular as taxas de incidência e relacionar as mudanças ambientais e climáticas com a ocorrência da doença. Trata-se de uma pesquisa de caráter ecológico, que utilizou dados secundários do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), além de informações sobre desmatamento, focos de calor e uso do solo obtidas pelo Anuário Estatístico da Fadespa e Mapbiomas respectivamente. Foram analisadas variáveis sociodemográficas, clínicas, ambientais e climáticas, utilizando métodos estatísticos descritivos e correlação de Pearson para identificar possíveis associações. Os resultados mostraram 8.181 casos de LTA no período, com maior incidência em homens (78,22%), pardos (69,18%) e na faixa etária de 20 a 39 anos (47,99%). A forma clínica predominante foi a cutânea (97,73%), com alta taxa de cura (86,52%). Os municípios de Medicilândia, Uruará e Altamira apresentaram os maiores números de casos. Observou-se um aumento significativo no desmatamento, com destaque para Vitória do Xingu (805,36%), Pacajá (615,83%) e Brasil Novo (538,52%), além de um pico de focos de calor em 2017 (9.348 casos). A análise climática revelou uma temperatura média anual de 25,9°C e precipitação de 170,9 mm, com uma queda de 5% na umidade relativa do ar entre 2010 e 2015. A correlação forte negativa entre umidade e desmatamento ( $r = -0,841$ ) sugeriu que alterações microclimáticas podem potencializar a transmissão da LTA. Concluiu-se que a expansão de atividades agropecuárias, urbanização e grandes projetos de infraestrutura, como a Usina Hidrelétrica de Belo Monte, podem ter contribuído para os casos de LTA na região de estudo, facilitando a proliferação de flebotomíneos. Este estudo destacou a necessidade de políticas públicas integradas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, para mitigar os impactos ambientais e de saúde na região amazônica.

**Palavras-chave:** Leishmaniose Tegumentar Americana, Ecologia de Vetores, Epidemiologia Descritiva, Saúde Pública, Amazônia

## ABSTRACT

Leishmaniasis is a zoonosis that belongs to the group of neglected tropical diseases (NTDs) since it occurs in the poorest countries and affects extremely vulnerable populations in the Americas, Africa and Asia. This study investigated the clinical, epidemiological and environmental aspects of American Tegumentary Leishmaniasis (ATL) in the Xingu Integration Region, in Pará, Brazil, between 2009 and 2021, with the aim of analyzing the distribution of cases, calculating incidence rates and relating environmental and climate changes with the occurrence of the disease. The research, of an ecological nature, used secondary data from the Department of Information Technology of the Unified Health System (DATASUS), the Information System for Notifiable Diseases (SINAN), the National Institute of Meteorology (Inmet), in addition to information on deforestation, hotspots and land use obtained from public sources. Sociodemographic, clinical, environmental, and climatic variables were analyzed using descriptive statistical methods and Pearson's correlation to identify possible associations. The results showed 8,181 cases of ACL in the period, with a higher incidence in men (78.22%), brown skin (69.18%), and in the age group of 20 to 39 years (47.99%). The predominant clinical form was cutaneous (97.73%), with a high cure rate (86.52%). The municipalities of Medicilândia, Uruará, and Altamira had the highest numbers of cases. A significant increase in deforestation was observed, especially in Vitória do Xingu (805.36%), Pacajá (615.83%), and Brasil Novo (538.52%), in addition to a peak in hotspots in 2017 (9,348 cases). The climate analysis revealed an average annual temperature of 25.9°C and precipitation of 170.9 mm, with a 5% decrease in relative humidity between 2010 and 2015. The negative correlation between humidity and deforestation ( $r = -0.841$ ) suggested that microclimatic changes may enhance the transmission of ATL. It was concluded that the expansion of agricultural activities, urbanization and large infrastructure projects, such as the Belo Monte Hydroelectric Power Plant, increased ecological and social vulnerability, facilitating the proliferation of sand flies and the occurrence of ATL. The study highlighted the need for integrated public policies, aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), to mitigate environmental and health impacts in the Amazon region.

**Keywords:** Cutaneous Leishmaniasis, Disease Vectors, Descriptive Epidemiology, Environmental Health, Amazonian Ecosystem.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará (2024) .....	23
Figura 2 - Total de Casos de LTA da Região Xingu Estado do Pará, de 2009 a 2021 .....	28
Figura 3 - Desmatamento (em km <sup>2</sup> ) na Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021.....	33
Figura 4 - Proporção (%) de Área Desmatada Acumulado (em km <sup>2</sup> ) na Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021.....	34
Figura 5 - Focos de Calor na Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021. .....	35
Figura 6 - Mapa do Uso e Cobertura do Solo da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará, Brasil .....	36
Figura 7 - Precipitação Total e Temperatura Média Mensal da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2020.....	37
Figura 8 - Umidade Relativa do Ar Média da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2020.....	38
Figura 9 - Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará, Brasil. Projeção Universal de Mercator.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Casos de LTA por Município da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021. ....	29
Tabela 2 - Variáveis Sociodemográficas dos Casos de LTA da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021 .....	31
Tabela 3 - Variáveis clínicas e epidemiológicas dos casos de LTA da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021. ....	32
Tabela 4 - Matriz de Correlação entre as Variáveis Ambientais, Climáticas e de Casos da LTA da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará.....	41

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

DATASUS: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

DTN: Doenças Tropicais Negligenciadas

COP30: Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas

FAPESPA: Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas

GEE: Gases do Efeito Estufa

LTA: Leishmaniose Tegumentar Americana

MS: Ministério da Saúde

OMS: Organização Mundial de Saúde

PRODEPA: Empresa de Tecnologia da Informação e Comunicação do Pará

RI: Região de Integração

SFM: Sistema Fagocítico Mononuclear

SINAN: Sistema de Agravos de Notificação

SUS: Sistema Único de Saúde.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1	Problema de Pesquisa	14
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
3.1	Geral	18
3.2	Específicos	18
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>19</b>
4.1	Leishmaniose: um breve Histórico e Panorama Atual	19
4.2	Leishmanioses, Grandes Projetos e Saúde Planetária: impactos individuais e coletivos	21
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>23</b>
5.1	Desenho da Pesquisa	23
5.2	Área e População de estudo	23
5.3	CrITÉrios de Inclusão e Exclusão	24
5.4	Variáveis de Estudo	24
5.5	Fonte de Dados	24
5.6	Criação e manejo da Base de Dados	26
5.7	Análise Dos Dados	26
5.7.1	Análise Descritiva	26
5.7.2	Análise de Correlação de Pearson	26
5.8	Aspectos Éticos	27
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>27</b>
6.1	Situação Epidemiológica e Clínica da LTA na Região de Integração do Xingu	27
6.2	Situação Ambiental e Climática da Região de Integração do Xingu	33
6.3	Relações entre os Casos de LTA da Região de Integração do Xingu com as Variáveis Ambientais e Climáticas	40
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>46</b>
	<b>APÊNDICE A - CÓDIGO GOOGLE EARTH ENGINE</b>	<b>51</b>

<b>APÊNDICE B - ROTINA DO RSTUDIO.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO A - FICHA DE INVESTIGAÇÃO LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA: FRENTE.....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO B - FICHA DE INVESTIGAÇÃO LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA: VERSO .....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A leishmaniose é uma doença tropical negligenciada (DTN) que possui distribuição global em 88 países pertencentes aos continentes Americano, Africano, Asiático e principalmente em regiões de clima tropical e subtropical. A maioria dos territórios com a presença da leishmaniose são de nações em desenvolvimento, destacando-se o Afeganistão, Argélia, Brasil, Colômbia, Iraque, Síria e Irã de acordo com o relatório da Organização Mundial de Saúde (OMS) de 2019 (Ursine *et al.* 2023; Mohammadbeigi *et al.* 2021)

Esta zoonose é transmitida por mosquitos da família dos flebotomíneos, ao inocular protozoários do gênero *Leishmania* (Castañeda *et al.* 2021). Clinicamente, essa doença pode se manifestar pelas formas cutânea, mucocutânea e visceral. As formas cutânea e mucocutânea possuem baixa letalidade, mas alto potencial de dano funcional. A forma mais comum de manifestação é a tegumentar, caracterizada pela presença de lesões ulceradas, com potencial de remissão espontânea, na face e nos membros, que podem ocasionar lesões funcionais e estéticas. A manifestação mucocutânea da LTA é ainda mais deletéria devido ao seu alto potencial infiltrativo no tecido oral e da garganta, ocasionando graves lesões incapacitantes e esteticamente irreversíveis (Belo, 2023; Silveira, 2019).

O bioma amazônico tem registrado alta concentração de casos de LTA, atribuível às suas características socioambientais que facilitam o ciclo de transmissão da doença. De 2015 a 2021, a Amazônia Legal registrou uma média anual de 10.000 casos de LTA, número vinculado às extensas alterações ambientais na área que levaram a frequentes mudanças nos padrões epidemiológicos de transmissão. Apesar da notável incidência e características regionais desses casos, há pesquisas limitadas examinando a conexão entre a ocorrência da dessa zoonose e sua relação com fatores climáticos (Silva *et al.*, 2025).

Nesse contexto, observou-se um aumento significativo nos números de desmatamento nos últimos anos, que pode estar ligado a grandes projetos de infraestrutura como construção de barragens, estradas. Com esses grandes projetos, ocorre um abrupto crescimento populacional local, que demanda ainda mais de recursos ambientais, como o uso do solo com atividades de agricultura e pastagens, e leva a em desmatamento. (Mandai *et al.*, 2024). Dessa forma, a formação agropastoril contribui para a manutenção biológica do vetor (Messoudene *et al.*, 2023).

A epidemiologia e a transmissão da LTA são impactadas por fatores ambientais e pela interação humana com o ambiente silvestre. Alterações ambientais, como desmatamento,

implantação de loteamentos, abertura de estradas, construção de hidrelétricas, atividades agrícolas e assentamentos intensifica o contato humano com o vetor, contribuindo para o aumento dos casos da doença (Santos *et al.*, 2021). A leishmaniose é uma doença influenciada pelo clima, com um padrão sazonal bem definido e altamente sensível às mudanças ambientais (WHO, 2023; Vadmal *et al.*, 2023). As variações climáticas impactam a distribuição dos vetores e, conseqüentemente, o comportamento dessa zoonose. Por suas características biológicas, os flebotomídeos são afetados por fatores como intensidade das chuvas, temperatura e umidade (Daoudim *et al.*, 2022; Charrahy *et al.*, 2021).

O mosquito transmissor da leishmaniose tem a capacidade de se adaptar facilmente às diversas temperaturas (BRASIL, 2003). A *Leishmania* passa por uma fase de crescimento líquido, prosperando de forma ideal em temperaturas que variam de 22 a 28 °C. Esse processo de crescimento ganha impulso quando as temperaturas atingem 32 °C. Além disso, a maioria dos casos surge após as estações chuvosas, coincidindo com o início da estação seca. A estação chuvosa leva a um aumento na população de insetos transmissores e, aproximadamente 90 dias depois, quando a população do vetor atinge o pico, há um aumento notável no número de indivíduos diagnosticados com leishmaniose. (Rey, 2008).

Segundo estudo de Alberio *et al.* (2023), entre 2009 e 2014, o Pará registrou 21.031 casos de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA), com picos de incidência em 2012 e 2014. A doença apresentou maior prevalência no período chuvoso (novembro a abril) e menor no seco (maio a outubro). A demonstração entre os casos e a pluviosidade, bem como entre os casos e a umidade relativa do ar, foi significativamente, diminuindo, o que evidencia que as chuvas e a umidade influenciam na distribuição da doença. Em contrapartida, a temperatura média não foi relacionada com os casos de LTA. Também foi observada uma relação significativa entre o número de casos e o desmatamento, indicando que mudanças ambientais impactam, reiterando a correlação entre os fatores climáticos e casos de LTA.

Diante disso, as mudanças climáticas oriundas do desmatamento, criação de áreas urbanizadas e presença de reservatórios animais, são fatores cruciais para a disseminação dessa antropozoonose (Azami-Conesa; Gómez-Muñoz; Martínez-Díaz, 2021).

## 1.1 Problema de pesquisa

Os casos de leishmaniose tegumentar americana (LTA) estão associados as mudanças ambientais e climáticas no período de 2009 a 2021 na região de integração do Xingu, Pará, Brasil?

## 2 JUSTIFICATIVA

As alterações climáticas referem-se a alterações sustentadas e de longo prazo nos parâmetros climáticos médios da Terra, causadas por processos naturais e/ou atividades antropogênicas (IPCC, 2021). As atividades humanas, principalmente através das emissões de gases com efeito de estufa (GEE), contribuíram, sem dúvida, para o aquecimento global, com as temperaturas da superfície global a aumentarem 1,1°C entre 2011 e 2020. As emissões de gases com efeito de estufa continuam a aumentar devido às contribuições desiguais históricas e contínuas do uso do solo, da energia, padrões de consumo e de produção entre regiões, países e indivíduos. Além disso, as regiões com graves restrições ao desenvolvimento são altamente vulneráveis aos riscos climáticos (Silva; 2025).

O Brasil possui um potencial energético significativo devido às suas extensas áreas hidrográficas. Porém, ao se realizar obras para aumento de produção de energia, mudanças ambientais são percebidas como o aumento na incidência de doenças como a malária, a esquistossomose, a febre amarela e as leishmanioses. Com isso, o contato humano com áreas de floresta pode acarretar na proliferação dos flebotomíneos que transmitem as leishmanioses (Rego *et al.*, 2020). Devido às mudanças ambientais ocasionadas pelo homem, a leishmaniose destaca-se por ser uma doença com elevado potencial de dinamismo epidemiológico em decorrência das alterações sociais e econômicas geradas pela entrada do ser humano em zona de floresta (Bruno *et al.*, 2022). Diante disso, Abraão *et al.* (2020), observaram que as elevadas taxas de incidência de LTA no Estado do Pará, encontravam-se nos municípios de Altamira, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio no período de 2008 a 2017.

Nesse sentido, as fragmentações florestais, variáveis climáticas, índices de vegetação e temperatura da superfície terrestre são candidatos a importantes preditores para doenças transmitidas por vetores, como a leishmaniose. O risco de contrair leishmaniose tem sido tradicionalmente associado ao trabalho em áreas florestais ou próximo a elas. Estudos recentes em países da América Latina mostraram que a transmissão da leishmaniose tem se deslocado de áreas silvestres e florestais para assentamentos domésticos e rurais. O risco de leishmaniose cutânea e visceral tem sido associado a fatores ambientais, como uso da terra, temperatura e densidade de vetores (Lucas, 2021).

Com as mudanças ambientais o clima de uma região pode ser alterado, o que facilita a expansão dos flebotomíneos, ao propiciar condições adequadas para proliferação. Esses

vetores são considerados termofílicos e podem completar o ciclo biológico com maior facilidade em locais de clima quente como nos trópicos. Esse conjunto de fatores ecológicos atrelado às condições do solo, podem proporcionar surtos de leishmaniose (Rejali *et al.*, 2022).

Por outro lado, o ciclo evolutivo do vetor pode ser encurtado devido a condições extremas de temperatura e umidade. Com as alterações ambientais, os ciclos de El Niño podem influenciar na temperatura local com mais frequência, explicando as epidemias de leishmaniose em áreas não endêmicas concomitantes às alterações nas dinâmicas climáticas (Avila-Jiménez;Gutierrez;Saavedra, 2024).

Esta pesquisa é de grande importância para a formulação de políticas públicas voltadas à região de Integração do Xingu para minimizar os casos de LTA, pois é nessa área que se encontra uma das maiores usinas hidrelétricas da atualidade (Belo Monte). Com a construção deste empreendimento, o meio ambiente e o clima podem ter sido afetados devido, principalmente, o uso desordenado da terra para fins agropecuários e da construção civil, acarretando em intenso desmatamento e alterando a ecologia local, principalmente da fauna flebotomínica.

Vale ressaltar que neste ano será realizado em Belém do Pará, um dos maiores eventos do mundo sobre mudanças climáticas a “Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas” (COP30). Pessoas de diversos países estarão na Amazônia para discutir formas de enfrentar e de minimizar problemas com desmatamento e mudanças climáticas. Esta pesquisa ganhará ainda mais relevância com os olhares de todo o Mundo sobre o seu maior bioma, que atravessa sérias questões devido as ações antrópicas.

A realização deste estudo voltado às alterações climáticas e ambientais com possíveis relações com os casos de LTA na Região de Integração do Xingu fortalece ainda mais esta discussão, em que o cenário de crescente desmatamento na Amazônia Legal suscita discussões em níveis locais, regionais, nacionais e internacionais, para a segurança e manutenção da biodiversidade, de ecossistemas locais, do equilíbrio climático global, mas também para o a saúde dos povos habitantes dessa região e suas repercussões na saúde em âmbito planetário, sendo essencial entender a dinâmica do desmatamento e a relação com a expansão da atuação do homem no meio ambiente para este fim (Silva, 2024).

A transitoriedade é uma característica do processo endêmico-epidêmico no nível local, mesmo na ausência de controle efetivo, acarretado por mudanças de receptividade no território. Uma questão fundamental para subsidiar as ações de vigilância e controle ambiental da leishmaniose tegumentar, deve ser a importância da compreensão do processo

de transmissão em nível local discutindo o desenvolvimento de uma metodologia capaz de identificar um padrão de ocorrência da doença, e contribuir para o conhecimento da dinâmica e circulação do parasita entre os focos de uma mesma região de alta transmissão (Soares, 2020).

Desta forma, este estudo pode averiguar os parâmetros epidemiológicos, demográficos e ambientais relacionados às manifestações autóctones de LTA nessa região. Esse tipo de pesquisa envolvendo a região de integração do Xingu, na Amazônia brasileira, ainda não foi realizado. Com isso, será possível realizar políticas públicas de saúde, voltadas para essa antropozoonose, bem como oferecer subsídios para elaboração de novas intervenções em saúde, no âmbito municipal e estadual, e possibilitar o incremento de estudos epidemiológicos voltados às doenças tropicais negligenciadas.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral**

- Analisar os aspectos clínicos, epidemiológicos, ambientais e climáticos da leishmaniose tegumentar americana (LTA) entre os anos de 2009 a 2021 na Região de Integração do Xingu, Pará, Brasil;

#### **3.2 Específicos**

1. Descrever o perfil epidemiológico dos casos de LTA na região do Xingu;
2. Analisar a distribuição dos casos de LTA no tempo e espaço;
3. Calcular a taxa de incidência dos casos de LTA na região de integração do Xingu;
4. Analisar as mudanças ambientais e climáticas na região de integração do Xingu;
5. Descrever a relação entre as mudanças ambientais e climáticas com os casos de LTA.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Leishmaniose: um breve Histórico e Panorama Atual

As leishmanioses fazem parte do grupo de doenças tropicais de transmissão vetorial consideradas negligenciadas. Protozoários do gênero *leishmania* são parasitas intracelulares obrigatórios das células do Sistema Fagocítico Mononuclear (SFM) que, em suas duas formas principais: promastigota, encontrada no tubo digestivo do inseto vetor, e amastigota, observada nos tecidos dos hospedeiros vertebrados, causam os quadros característico da DTN. A LTA é uma manifestação dermatológica da doença de baixa letalidade, infecciosa e não contagiosa de grande importância clínica e social para países que abrangem zonas tropicais e subtropicais como o Brasil, sendo *Leishmania amazonensis*, *L. (Viana) guyanensis* e *L. (V.) braziliensis* as principais espécies do parasita relacionados aos casos de LTA em território brasileiro (Conceição-Silva; Alves, 2014; Vasconcelos *et al*, 2018).

O acometimento dos vetores flebotomíneos ocorre quando as fêmeas ingerem macrófagos parasitados por formas amastigotas da *Leishmania* durante sua ingestão de sangue para o desenvolvimento de ovos. No trato digestivo anterior do vetor ocorre o rompimento dos macrófagos liberando as formas amastigotas, oriundas do mamífero infectado, reproduzem-se por divisão binária e diferenciam-se rapidamente em promastigotas. As formas promastigotas transformam-se em paramastigotas, também por meio de divisão binária, que colonizam esôfago e a faringe do vetor, onde permanecem aderidas ao epitélio pelo flagelo, quando se diferenciam nas promastigotas metacíclicas, a forma infectante hospedeiros vertebrados, liberadas junto a saliva do inseto em posterior repasto sanguíneo (Conceição-Silva; Alves, 2014; Rêbello, 2019).

Na epiderme do hospedeiro, estas formas são fagocitadas por células dos SFM e em seus vacúolos parasitóforos, diferenciam-se em amastigotas e multiplicam-se até o rompimento da integridade da estrutura dos macrófagos infectados, ocorrendo à liberação destas formas que serão fagocitadas por macrófagos sãos em um processo cíclico que implica na disseminação hematogênica para outros tecidos abundantes em células componentes do SFM, como linfonodos, fígado, baço e medula óssea. Os ciclos de transmissão da LTA variam de acordo com a região geográfica e envolvem uma diversidade de espécies de parasito, vetores, reservatórios e hospedeiros (Conceição-Silva; Alves, 2014; Silveira,

2019).

As leishmanias que causam a LTA são protozoários digenéticos da ordem Kinetoplastida, da família *Trypanosomatidae*, do gênero *Leishmania*. Estes parasitas causam infecções na pele e/ou nas mucosas do homem, e de algumas espécies de mamíferos silvestres, sinantrópicos e domésticos das regiões tropicais e subtropicais do Velho e Novo Mundo, como canídeos, felídeos e equídeos. Marsupiais, edentados, quirópteros, e canídeos silvestres foram registrados como hospedeiros e possíveis reservatórios naturais de algumas espécies de *Leishmania* (Rodrigues *et al.*, 2021; Vasconcelos *et al.*, 2018).

Vale ressaltar que o estudo da leishmaniose humana não pode ser realizado sem a compreensão da leishmaniose canina e em outros mamíferos. O cão é um importante hospedeiro da leishmaniose no âmbito doméstico, por ter função social de animal de estimação e/ou auxiliar de caça nas áreas endêmicas e representa um importante reservatório capaz de infectar os flebotomíneos. A enzootia de caninos domésticos (*Canis familiaris*) precede as manifestações de casos humanos e sua prevalência é a maior na leishmaniose visceral, tornando o cão como principal fonte de infecção urbana. Ademais, são numerosos os registros de infecção em animais domésticos tanto para a Leishmaniose Visceral como para LTA (Rodrigues *et al.*, 2021; Silveira, 2019).

As leishmanioses cutânea e a mucocutânea podem, ainda, resultar em exclusão social dos pacientes devido as deformidades e perda de função permanente, além do desconhecimento do mecanismo de transmissão da LTA pelas populações vulneráveis (Belo, 2023; Kmetiuk, 2022).

No que tange hospedeiros humanos, contextos culturais, econômicos e políticos historicamente moldam as manifestações de agravos de transmissão vetorial. Pesquisas etnohistóricas abordaram a relação da disseminação de doença de Chagas com atividades de migração, confirmando a correlação com achados de infecção por *T. cruzi* em povos ameríndios de 7.000 a 9.000 anos atrás, em região atualmente chilena. As Leishmanias tiveram suas interações iniciais com flebotomos do gênero *Lutzomyia* durante a migração humana da África Oriental para Ásia, África, Europa e América (De Brito, 2024; Kmetiuk, 2022).

#### **4.2 Leishmanioses, Grandes Projetos e Saúde Planetária: impactos individuais e coletivos**

Os seres humanos sempre dependeram de animais para suas atividades cotidianas. Entretanto, alguns animais podem ser fonte de agentes infecciosos que superam a barreira de espécie quando se ligam a receptores celulares, o que permite que se multipliquem no hospedeiro humano e causem doenças. O que favorece esse processo inclui vetores, carga infecciosa, proximidade filogenética entre espécies e adaptabilidade dos parasitas, seja por meio de mudanças climáticas, de novas formas de uso da terra e presença de vetores, como roedores e mosquitos, nas zonas urbanas, o que muito altera a dinâmica da transmissão de doenças (Shawm, 2018; Rodrigues *et al.*, 2021; Silveira, 2019)

O ciclo de transmissão da LTA possui dinamismo e complexidade que abrange vários nuances socioecológicos que correlacionam patógenos, vetores e hospedeiros, como qualquer outra doença vetor dependente, estão associadas a transformações socioambientais como o crescimento urbano sobre as áreas florestais, atividades econômicas em zonas onde ocorrem os reservatórios dos parasitas, precariedade habitacional e migrações constantes. Além disso, o aumento da densidade humana nos centros urbanos amplifica as situações anteriormente citadas, já que engloba a expansão da população humana (De Brito, 2024; Mandai *et al.*, 2024).

A disseminação da LTA para além de zonas florestais e pouco habitadas deve-se, em grande parte ao deslocamento voluntário ou compulsório de populações, alterações de ecossistemas com o avanço da atividade humana nas áreas essencialmente florestais, tensões econômicas e/ou sociais, má distribuição de renda e de terra associados a um o processo de urbanização crescente e excludente, somados ao aumento da população humana e outras questões de nível global, como comércio e viagens, mudanças em ecossistemas terrestres, poluição e expansão da produção animal, que favorecem a emergência e a disseminação doenças zoonóticas, um fenômeno multifatorial que leva a uma redução do nicho ecológico de espécimes envolvidas no ciclo de transmissão da LTA (Mandai *et al.*, 2024; Rêbello, 2019).

A endemia de LTA na amazônia possui grandes influências destas alterações antrópicas. Principalmente as relacionadas a empreendimentos agropecuários e do setor energético. A retirada de cobertura vegetal nativa para dar lugar aos grandes projetos altera

o fluxo de flebotomíneos em seu antigo habitat, forçando esses insetos a se aproximarem de zonas peridomiciliares e urbanas, devido à disponibilidade de recursos que permitem sua reprodução e alimentação, e expandem as zonas de manifestação de LTA na região (Capucci, *et al.*, 2023; Rêbelo, 2019).

Além disso, a interação de alterações ambientais por indução antrópica com parâmetros como temperatura, umidade e precipitação também influencia a plasticidade ambiental que rege a relação entre leishmania, seus vetores e hospedeiros. As distribuições de espécies hospedeiras, como *Bradypus variegatus* e *Tamandua tetradactyla*, e espécies vetores, como *Lutzomyia panamensis* e *Lutzomyia gomezi*, tiveram alterações que levaram à sobreposição de nichos, e facilitação de consolidação do ciclo de LTA em alguns períodos na bacia amazônica durante os eventos climáticos El Niño e La Niña, demonstrando a intrincada adaptação de espécimes envolvidas nesse ciclo (Àvila-Jiménez *et al.*, 2024; Capucci, *et al.*, 2023).

Dessas constatações e indagações foi suscitado o recente conceito de Saúde Planetária. Whitmee *et al.*, 2015 entendem por saúde planetária as interações entre saúde e aspectos econômicos, com ênfase nas consequências ambientais desses processos no meio ambiente e suas repercussões na saúde das populações. Para o autor, essa análise é ainda mais complexa quando se considera aspectos culturais e sociais, que determinam as formas de enfrentamento das mudanças ambientais por ações antrópicas, sendo necessária sua observação para tomada de decisões frente as DTNs.

A região da bacia amazônica recebe influência de alterações de hidrografia ocasionadas pelos projetos de usinas hidroelétricas e suas grandes barragens, que trazem consigo desmatamento, alterações de corredores ecológicos e remanejamento abrupto das populações do entorno do curso das águas de repressamento, necessário para acionamento de turbinas, sendo notório os casos de desequilíbrios ambientais ocasionados pelas barragens das hidrelétricas de Santo Antonio, Jirau, ambas em Porto Velho, e pelo recente Complexo Hidrelétrico de Belo Monte (Gauthiery; Moran, 2018; Mandai *et al.*, 2024, Mayer *et al.*, 2023).

Souza *et al.*, 2020 destacam que as alterações climáticas e as desigualdades sociais são fatores determinantes para o aumento da vulnerabilidade a zoonose, ao facilitar o contato de humanos com potenciais patógenos, e, também, contribui para acelerar esse processo através da degradação do meio ambiente, já que a destruição de nichos ecológicos para projetos com fins econômicos acaba por enfraquecer políticas de vigilância em saúde para benefício de interesses de grandes grupos.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Desenho da Pesquisa

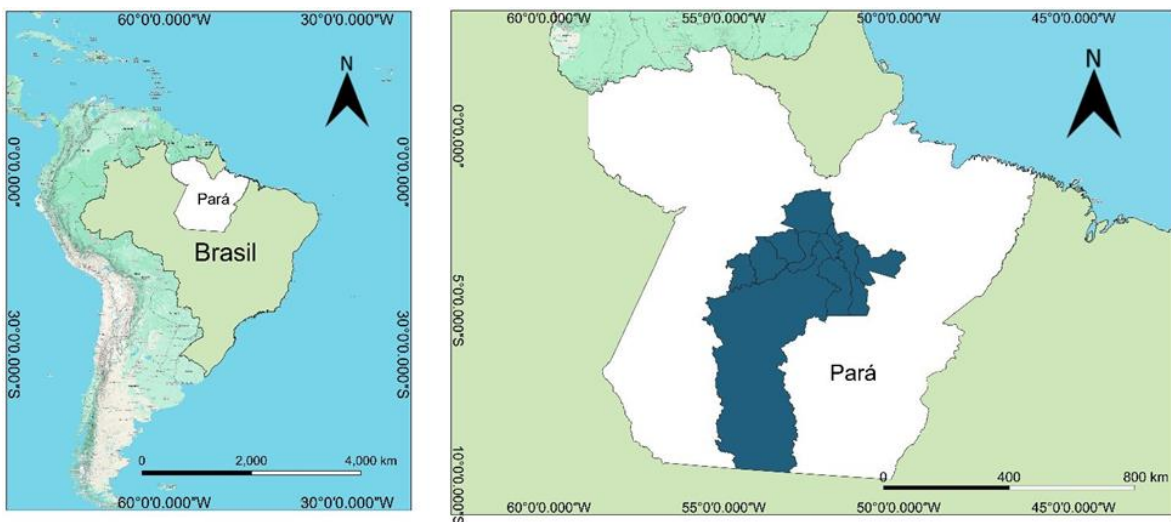
Trata-se de um estudo ecológico sobre como as mudanças ambientais influenciam nos aspectos clínicos e epidemiológicos da LTA na região de integração do Xingu, estado do Pará entre os anos de 2009 a 2021.

Nos estudos de cunho ecológico, são observados a ocorrência das doenças em determinado grupo populacional, assim como comparar a associação destes casos. (Morgenstern, 1995; Costa; Arreto, 2003).

### 5.2 Área e População de estudo

A delimitação deste estudo corresponde a área de influência do rio Xingu descritas como Médio e Baixo Xingu as quais, reunidas, formam a Região de Integração do Xingu do Estado do Pará (ver figura 1), que abrange uma área de 250.793,17 km<sup>2</sup> e uma população de 389.874 habitantes. Os municípios que fazem parte dessa região são: Altamira, Anapu, Brasil Novo, Medicilândia, Pacajá, Placas, Porto de Moz, Senador José Porfírio, Uruará e Vitória do Xingu (FAPESPA, 2022).

Figura 1 - Mapa de Localização da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará (2024).



#### CONVERSÕES CARTOGRÁFICAS

■ BRASIL

□ PARÁ

■ REGIÃO DE INTEGRAÇÃO DO XINGU

PROJEÇÃO CARTOGRÁFICA: DATUM  
SIRGAS 2000  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
FONTE: IBGE (2022)

Fonte: Autoria Própria (2024).

### 5.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos nesta pesquisa todos os dados LTA dos anos de 2009 a 2021 dos municípios pertencentes a 10º da região de saúde do Xingu. Foram excluídos todos os casos fora do período estipulado.

### 5.4 Variáveis de Estudo

Nesta pesquisa, foram utilizadas as seguintes variáveis:

- **Variáveis Referentes a LTA:** Sexo, Casos em Gestantes, Faixa Etária, Tipo de Entrada, Forma Clínica, Casos Autóctones, Diagnóstico Parasitológico, Evolução do Caso, Raça/Etnia e Escolaridade.

- **Variáveis Ambientais:** Desflorestamento Acumulado (km<sup>2</sup>) e Quantitativo de Focos de Calor, Uso e Cobertura do Solo e NDVI.

- **Variáveis Climáticas:** Temperatura média anual, Umidade Relativa do ar e Precipitação média anual.

Cabe salientar que não foi possível a obtenção dos dados referentes as variáveis zona de residência (Urbana, Periurbana e Rural) de ambas as doenças. Durante a coleta, o DATASUS mostrava apenas os casos ignorados para essas variáveis, ficando inviável utilizá-los para posterior análise.

### 5.5 Fonte de Dados

Os dados desta pesquisa referentes a LTA, foram obtidos por meio das plataformas de acesso livre “TabNet” geridos pelo DATASUS (<https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/doencas-e-agrivos-de-notificacao-de-2007-em-diante-sinan/>) através da aba “Epidemiológicas e Morbidade” que buscou as informações sobre cada doença desde o ano de 2009 a 2021. Essa base de dados permite a consulta e análise dos mais diversos atores envolvidos na saúde pública sobre as informações originadas do Sistema Único de Saúde (SUS) em diferentes períodos ou territórios, com acesso aberto e gratuito (Saldanha *et al.*, 2019).

Nesse sentido, os dados que integram a base do DATASUS referentes a LTA, foram inseridos através do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), com base nas fichas de notificação. Com isso, foram tabulados somente os dados já trabalhados pelo sistema.

A taxa de incidência dos casos de LTA e os dados ambientais foram calculados com base na estimativa populacional disponibilizados no Anuário Estatístico da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – Fapespa (<https://www.fapespa.pa.gov.br/anuario-estatistico-do-para/>). Nesse caso, o período disponível no anuário foi de 2009 a 2021. Até o presente momento, esses dados não haviam sido atualizados pelo site. O Anuário Estatístico da Fapespa é um site de domínio público oficial do governo do Estado do Pará.

Os dados climáticos foram extraídos da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet (<https://portal.inmet.gov.br/>) das estações meteorológicas automáticas diárias dos municípios de Altamira, Placas, Medicilândia, Pacajá e Porto de Moz, pois no Inmet só havia registro de dados climáticos desses municípios que contém essas bases, além de só existirem registros completos de dados até o ano de 2020. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), pode ser considerado dados climáticos para fins estudo um raio de abrangência de 100 km de onde está localizado a estação meteorológica, distâncias que abrangem a extensão da região analisada. (Blainsk; Garbossa; Antunes, 2012).

A base cartográfica para a criação dos mapas temáticos foi obtida do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>) através das malhas territoriais. As imagens para analisar a situação do uso e cobertura do solo da região foram adquiridas da coleção Mapbiomas (<https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-map-biomas/>). Para demonstrar a situação do NDVI (“Normalized Difference Vegetation Index”, em tradução livre: “Índice de Vegetação com Diferença Normalizada”) da região Xingu, foi utilizado uma codificação pela plataforma Google Earth Engine® (ver Apêndice I) disponibilizado por Silva (2024), na qual foi possível baixar as imagens do satélite Landsat 7 para análise temporal sobre os valores do NDVI e verificar as área com possíveis alterações de biomassa vegetal. Para o cálculo do NDVI, utilizou-se a seguinte fórmula:  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ , onde NIR é o infravermelho próximo e RED é a luz vermelha visível, com valores de refletância que variam de 0 a 1. Nesse caso, quanto mais próximo de 1, melhor será a saúde da vegetação (Stanford *et al.*, 2023). O tratamento de todos os mapas temáticos desta pesquisa foi realizado no software Qgis versão 3.34.7 de acesso gratuito.

## 5.6 Criação e manejo da Base de Dados

Todos os dados coletados foram devidamente baixados em planilhas organizados por meio do software Microsoft Excel® em formato CSV contendo o código de cada município e a variáveis de estudo. Logo após, foram transferidos para o software Rstudio® (R Core Team, 2024) para a realização da análise estatística através de proporção dos casos totais e acumulados, assim como o cálculo de média e desvio padrão. Para a criação dos mapas temáticos as mesmas planilhas foram incluídas no software Qgis.

## 5.7 Análise Dos Dados

### 5.7.1 Análise Descritiva

No primeiro momento, os bancos de dados contendo as variáveis da ambientais e climáticas referentes a LTA, passaram por uma análise descritiva através dos cálculos de proporção, média e desvio padrão para verificar a distribuição dos casos ao longo dos anos de forma acumulativa e por município no período de 2009 a 2021. Essa análise foi realizada no software Microsoft Excel® com a construção de tabelas e gráficos para melhor visualização dos resultados. Em seguida, realizou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk na qual considerou-se dados normais valores de  $p > 0,05$ , com índice de confiança em 95% (IC=95%).

Com relação ao cálculo de incidência dos casos de LTA, foi utilizada a fórmula proposta por Rouquayrol e Silva (2018):  $ci = n^\circ$  de casos novos de uma doença incidentes numa população durante um intervalo de tempo/ $n^\circ$  de pessoas suscetíveis à doença e expostas ao risco da doença durante o referido intervalo de tempo  $\times 10n$  onde “ci” é o coeficiente de incidência e “n” uma potência com base 10 pela qual se multiplicará o resultado para torná-lo um número inteiro, em ambas as fórmulas.

Com relação ao desmatamento (variável ambiental), realizou-se o cálculo do Aumento Proporcional da Área Desmatada (P) que foi realizado pela seguinte fórmula:  $P = \text{total de área desmatada} / \text{pela área total}$ . Dessa forma, procede um cálculo simples onde se verifica a proporção de determinada área que foi desmatada.

### 5.7.2 Análise de Correlação de Pearson

Para verificar possíveis relações das variáveis da LTA com as variáveis ambientais, realizou-se o teste de correlação de Pearson (r) com índice de significância estatística em  $p < 0,05$  (Field, 2009). Para verificar se houve possíveis correlações entre as variáveis, seguiu-se

a categorização feita por Rumsey (2023), na qual categoriza os valores de correlação em fraca, moderada ou alta ( $\geq 0,30$ ;  $\leq 0,50$ ;  $\geq 0,70$  respectivamente). O cálculo de correlação foi realizado no software Rstudio® versão 2024.04.2 (R Core Team 2024) (ver Apêndice II). Esse software é uma interface do R e por ser de acesso gratuito é amplamente utilizado na comunidade acadêmica.

### **5.8 Aspectos Éticos**

Por se tratar de um estudo com dados secundários de acesso público, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) de acordo com o parágrafo único incisos II, III e V da resolução nº 510, de 07 de abril de 2016.

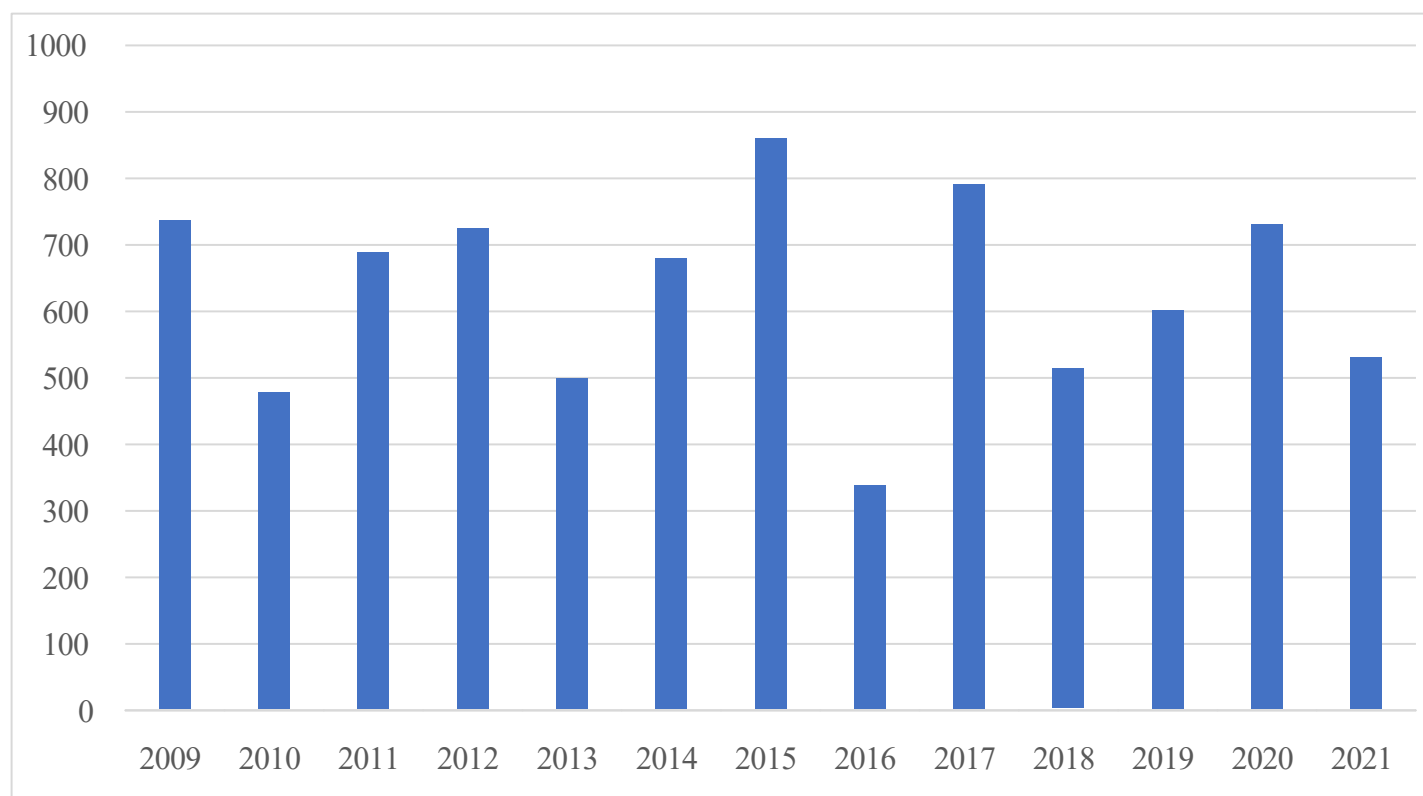
## **6 RESULTADOS**

### **6.1 Situação Epidemiológica e Clínica da LTA na Região de Integração do Xingu**

No período de 2009 a 2021, a região de integração do Xingu totalizou 8181 casos de LTA, com destaque para os municípios de Medicilândia apresentando 1814 (22,17%) casos ( $139,5 \pm 53,8$ ), seguido de Uruará com 1730 (21,15%) casos ( $133,1 \pm 36,2$ ) e Altamira com 1255 (15,34%) casos ( $96,5 \pm 16,8$ ) (ver tabela 1). A média da taxa de incidência nesses municípios foram de 482,36; 291,15 e 89,49 respectivamente.

Ao verificar o total de casos de LTA por ano observou-se um decréscimo de 2009 para 2010. Porém, em 2011 houve um aumento que foi mantido no ano seguinte. Em 2015, verificou-se o pico do número de casos nessa série histórica com 861 (10,52%) casos da doença. Diante disso, houve uma oscilação nos casos de LTA até 2021 (ver figura 2).

Figura 2 - Total de Casos de LTA da Região Xingu Estado do Pará, de 2009 a 2021.



Fonte: Datasus (2024).

Tabela 1 - Casos de LTA por Município da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021.

MUNICÍPIOS											
Ano	Altamira	Anapu	Brasil Novo	Medicilândia	Pacajá	Placas	Porto de Moz	Senador José Porfírio	Uruará	Vitória do Xingu	Total Região Xingu
2009	91	114	46	213	90	27	13	11	127	5	737
2010	65	39	26	97	42	35	8	13	145	9	479
2011	103	60	45	145	77	50	15	18	166	10	689
2012	108	57	38	231	75	23	7	14	151	21	725
2013	99	27	28	90	53	33	14	11	123	22	500
2014	104	38	47	130	80	58	13	16	162	32	680
2015	108	106	83	160	106	23	17	20	213	25	861
2016	64	32	25	66	46	11	15	14	52	14	339
2017	115	83	79	230	51	32	12	58	107	25	792
2018	83	33	39	93	23	52	11	26	134	20	514
2019	108	41	48	128	32	40	10	45	124	26	602
2020	119	94	60	147	54	36	30	53	111	28	732
2021	88	70	39	84	38	37	17	24	115	19	531
<b>Total</b>	<b>1255</b>	794	603	<b>1814</b>	767	457	182	323	<b>1730</b>	256	<b>8181</b>

Fonte: Datasus (2024).

Os casos de LTA apresentaram-se predominante no sexo masculino com 6399 (78,22%) casos. A faixa etária com maiores casos foi entre os 15 a 19 anos, 20 a 39 anos e 40 a 59 anos com 1096 (13,40%), 3926 (47,99%) e 1566 (19,14%) respectivamente. As pessoas que se autodeclararam pardas foram as mais atingidas com 5660 (69,18%). Os casos de LTA em pessoas que só possuíam a escolaridade de 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série incompleta do ensino fundamental totalizaram 1637 (20,01%) casos, seguida de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> série incompleta do ensino fundamental com 1362 (16,65) casos e da 4<sup>a</sup> série completa do ensino fundamental com 1152 (14,08%) dos casos (ver tabela 2).

Tabela 2 - Variáveis Sociodemográficas dos Casos de LTA da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021.

<b>Variáveis</b>	<b>fi</b>	<b>fr (%)</b>	<b>Fi</b>	<b>Fr</b>
<b>Sexo</b>				
Masculino	6399	78,22	6399	78,22
Feminino	1782	21,78	8181	100,00
<b>Total</b>	<b>8181</b>			
<b>Faixa Etária</b>				
<1 ano	147	1,80	147	1,8
1 a 4 anos	170	2,08	317	3,88
5 a 9 anos	321	3,92	638	7,80
10 a 14 anos	531	6,49	1169	14,29
15 a 19 anos	1096	13,40	2265	27,69
20 a 39 anos	3926	47,99	6191	75,68
40 a 59 anos	1566	19,14	7757	94,82
60 a 64 anos	174	2,13	7931	96,95
65 a 69 anos	115	1,41	8046	98,35
70 a 79 anos	96	1,17	8142	99,53
80 anos >	39	0,48	8181	100,00
Ign/Branco	0	0,00		
<b>Total</b>	<b>8181</b>	<b>100,00</b>		
<b>Raça/Cor</b>				
Branca	1267	15,49	1267	15,49
Preta	629	7,69	1896	23,18
Amarela	172	2,10	2068	25,28
Parda	5660	69,18	7728	94,47
Indígena	74	0,90	7802	95,37
Ign/Branco	379	4,63		100,00
<b>Total</b>	<b>8181</b>			
<b>Escolaridade</b>				
Analfabeto	209	2,55	209	2,55
1ª a 4ª série incompleta do Ensino Fundamental	1637	20,01	1846	22,56
4ª série completa do Ensino Fundamental	1152	14,08	2998	36,64
5ª a 8ª série incompleta do Ensino Fundamental	1362	16,65	4360	53,29
Ensino Fundamental completo	359	4,39	4719	57,68
Ensino médio incompleto	344	4,20	5063	61,88
Ensino médio completo	390	4,77	5453	66,65
Educação superior incompleta	32	0,39	5485	67,04
Educação superior completa	52	0,64	5537	67,68
Não se aplica	437	5,34	5974	73,02
Ign/Branco	2207	26,98	8181	100,00
<b>Total</b>	<b>8181</b>			

Fonte: Datasus (2024). Legenda: fi: Frequência Absoluta. fr: Frequência Relativa. Fi: Frequência Acumulada Absoluta. Fr: Frequência Acumulada Relativa.

A forma clínica mais evidente foi a cutânea com 7995 (97,73%) casos, com predominância dos casos autóctones totalizando 7460 (91,19%) casos. Com isso, foram observados como casos novos 7666 (93,70%) dos registros. A maioria dos diagnósticos foram confirmados pelo critério clínico-laboratorial com 7656 (93,58%) casos. Dos pacientes que começaram o tratamento, 7078 (86,52%) evoluíram para a cura. Vale salientar que, durante o período pesquisado, não houve nenhum registro de óbito por LTA (ver tabela 3).

Tabela 3 - Variáveis clínicas e epidemiológicas dos casos de LTA da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021.

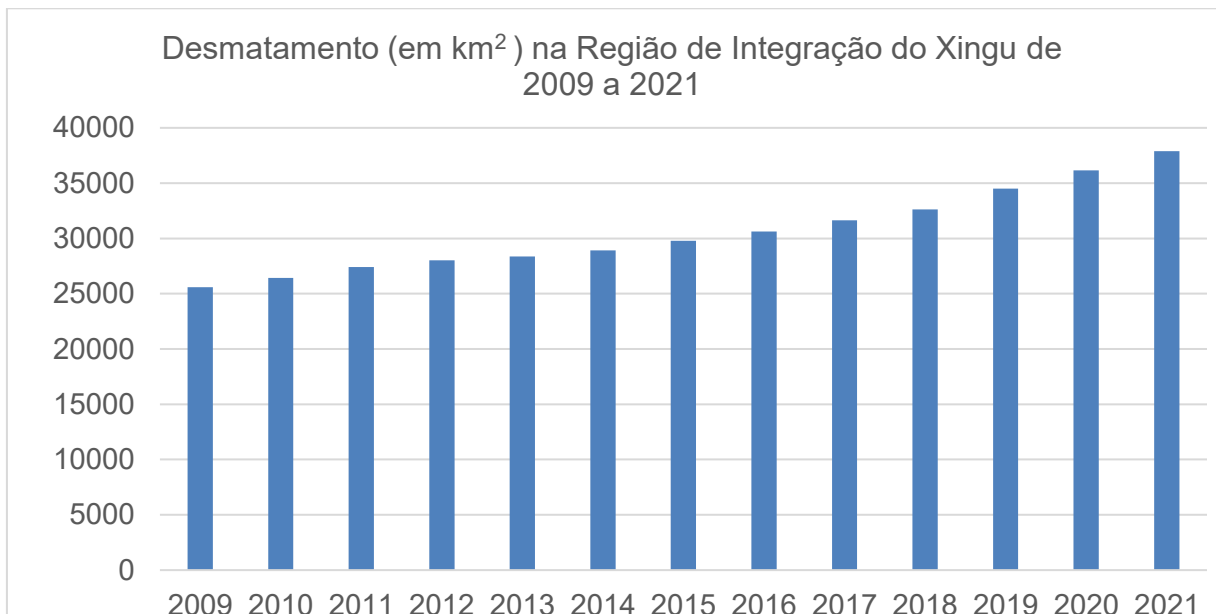
<b>Variáveis</b>	<b><i>fi</i></b>	<b><i>fr (%)</i></b>	<b><i>Fi</i></b>	<b><i>Fr</i></b>
<b>Forma Clínica</b>				
Cutânea	7995	97,73	7995	97,73
Mucosa	186	2,27	8181	100,00
Ign/Branco	0	0,00		
<b>Total</b>	<b>8181</b>	<b>100,00</b>		
<b>Classificação Epidemiológica</b>				
Autóctone	7460	91,19	7460	91,19
Não Autóctone	654	7,99	8114	99,18
Indeterminado	67	0,82	8181	100,00
<b>Total</b>	<b>8181</b>			
<b>Tipo de Entrada</b>				
Caso novo	7666	93,70	7666	93,7
Recidiva	458	5,60	9232	112,84
Ign/Branco	57	0,70	9406	114,97
<b>Total</b>	<b>8181</b>			
<b>Critério de Confirmação</b>				
Clínico-Laboratorial	7656	93,58	7656	93,58
Clínico-Epidemiológico	525	6,42	8181	100,00
<b>Total</b>	<b>8181</b>	<b>100,00</b>		
<b>Evolução do Caso</b>				
Cura	7078	86,52	7078	86,52
Abandono	54	0,66	7132	87,18
Óbito por LTA	0	0,00	7132	87,18
Óbito por outra causa	13	0,16	7145	87,34
Transferência	16	0,20	7161	87,53
Mudança de Diagnóstico	21	0,26	7182	87,79
Ign/Branco	999	12,21	8181	100,00
<b>Total</b>	<b>8181</b>	<b>100,00</b>		

Fonte: Datasus (2024). Legenda: *fi*: Frequência Absoluta. *fr*: Frequência Relativa. *Fi*: Frequência Acumulada Absoluta. *Fr*: Frequência Acumulada Relativa.

## 6.2 Situação Ambiental e Climática da Região de Integração do Xingu

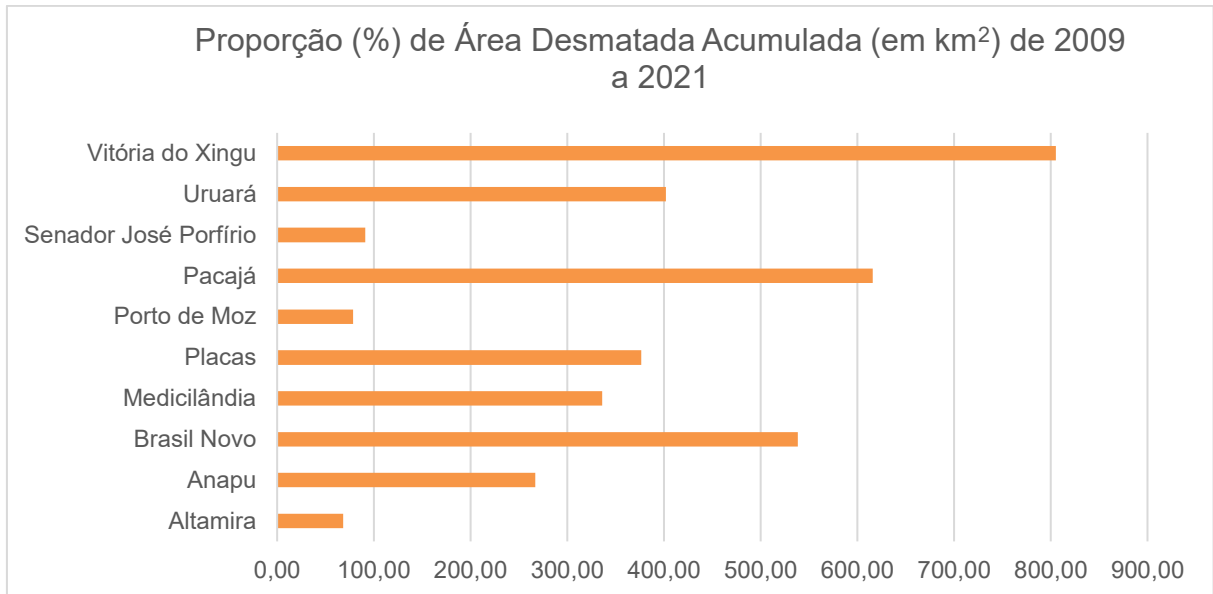
Com relação aos dados ambientais da região de integração do Xingu, estado do Pará, observou-se um crescimento linear a partir do ano de 2010. Nos anos seguintes, as áreas desmatadas foram aumentando gradativamente, chegando em 2021 no pico de desmatamento totalizando 37.904 km<sup>2</sup> (ver figura 3). Ao verificar a proporção de área desmatada por município, verificou-se que Vitória do Xingu apresentou um acumulado em mais de 805,36% no período de 2009 a 2021, seguida de Pacajá com 615,83% e Brasil Novo com 538,52% (ver figura 4).

Figura 3: Desmatamento (em km<sup>2</sup>) na Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021.



Fonte: Anuário Estatístico da Fapespa (2022)

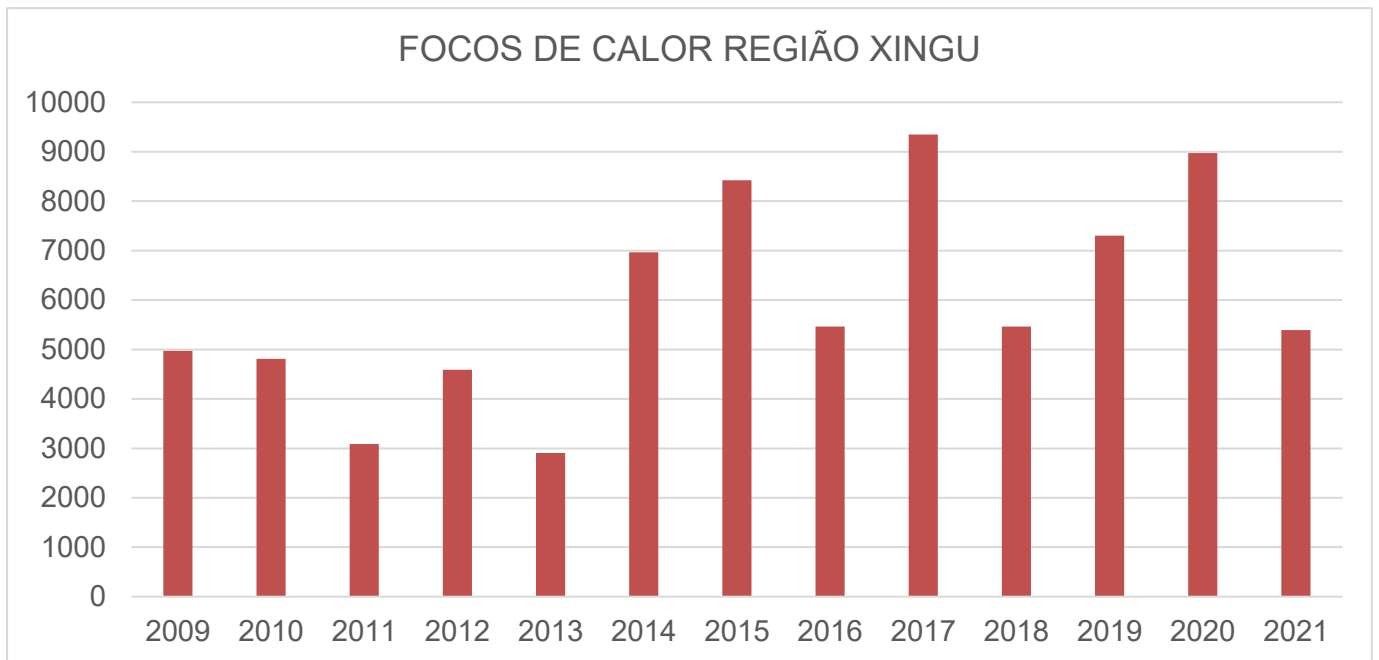
Figura 4 - Proporção (%) de Área Desmatada Acumulada (em km<sup>2</sup>) na Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021.



Fonte: Anuário Estatístico da Fapespa (2022).

Com relação a avaliação temporal dos focos de queimadas da região de integração do Xingu, a figura 5 mostra que no ano de 2009 houve 4964 focos de calor com uma queda nesse número até o ano de 2013 apresentando 2904 queimadas. Entretanto, a partir de 2014, ocorreu um aumento considerável nos incêndios florestais chegando no valor máximo no ano de 2017 com 9348 casos de queimadas. De 2018 a 2021, houve uma oscilação nos casos de queimadas na região, com valor máximo em 2018 (5463 casos) e mínimo em 2021 (5394 casos).

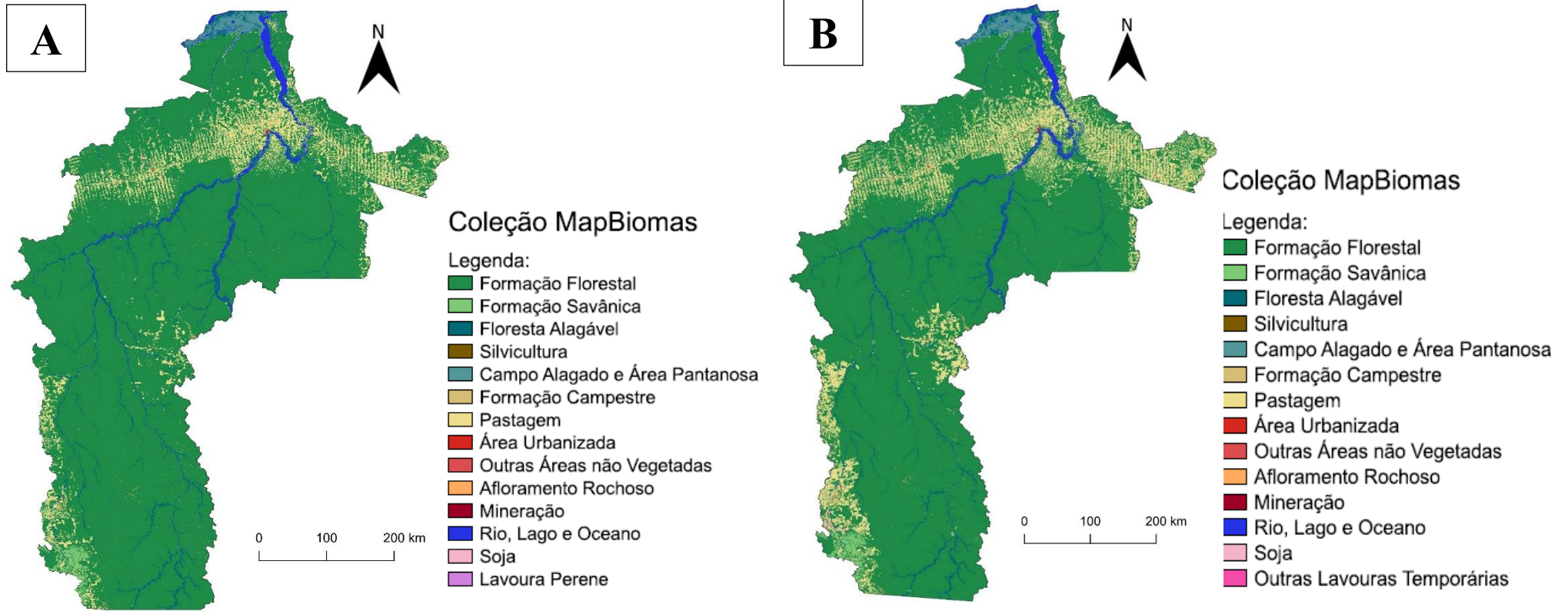
Figura 5 - Focos de Calor na Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2021



Fonte: Anuário Estatístico da Fapespa (2022).

A figura 6 demonstra a intensa a atividade humana no período estudado na região de integração do Xingu. É possível observar uma diferença nas imagens de satélite sobre o uso e cobertura do solo nessa região. Com isso, em 2010 verificou-se a existência de formação de floresta, porém com muitas áreas de pastagens. Já no ano de 2021, as localidades com pastagens aumentaram vertiginosamente.

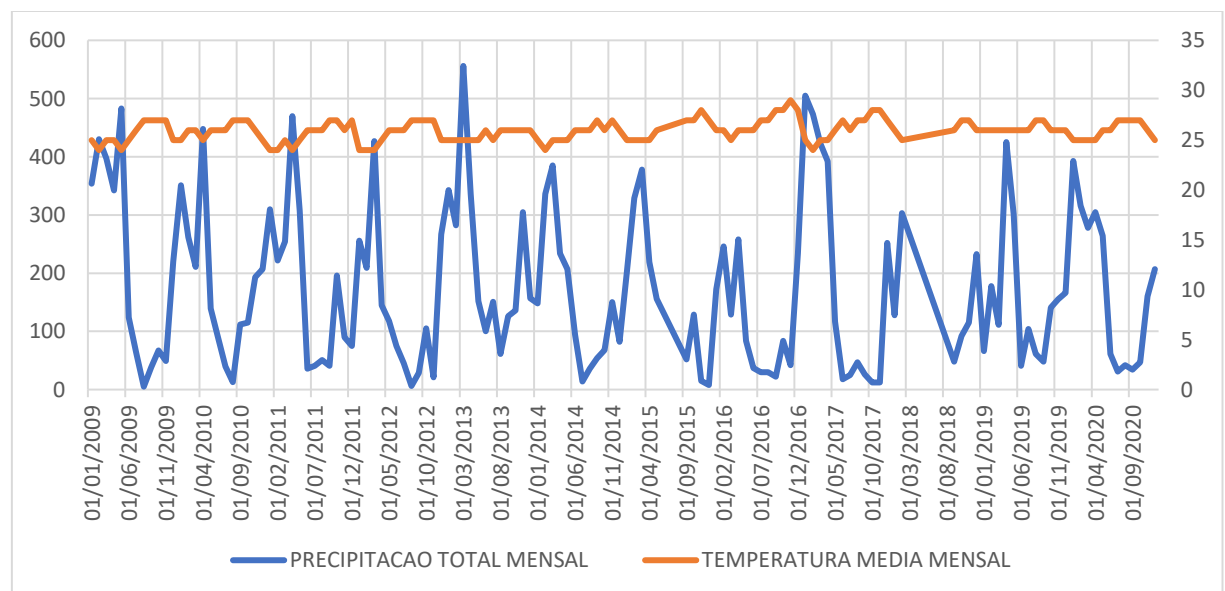
Figura 6 - Mapa do Uso e Cobertura do Solo da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará, Brasil.



Projeção Universal de Mercator. SRC: SIRGAS 2000. O Mapa A representa o ano de 2010. O Mapa B representa o ano de 2021.  
Fonte: Coleção Mapbiomas (2024).

A respeito da análise dos dados climáticos os valores médios mensais de precipitação foi de 170,9 mm e a temperatura foi 25,9 °C de 2009 a 2020. Entre o mês de janeiro de 2009 a janeiro de 2012, houve pouca variação nos picos do índice de chuvas na região com índices de 178,1 mm e temperatura em torno de 25,7°C. Já entre janeiro de 2013 a março de 2013, houve um pico elevado de chuvas com valores acima de 500 mm com uma queda gradual nos meses seguintes com temperatura de aproximadamente 25°C. No entanto, a partir janeiro de 2014 até janeiro de 2016, ocorreu uma queda drástica nos picos de chuva que seriam esperados para esse período totalizando em média 141,3 mm. Entre dezembro de 2016 a janeiro de 2017, os índices de chuva voltaram a bater o teto de 500 mm, com uma queda acentuada a partir de maio de 2017. Nesse mesmo período, ocorreu uma queda nos valores de temperatura média (de 29 °C para 24 °C) No ano de 2018 até 2020, houve flutuações menores nos índices pluviométricos se comparados ao início dessa série histórica (ver figura 7).

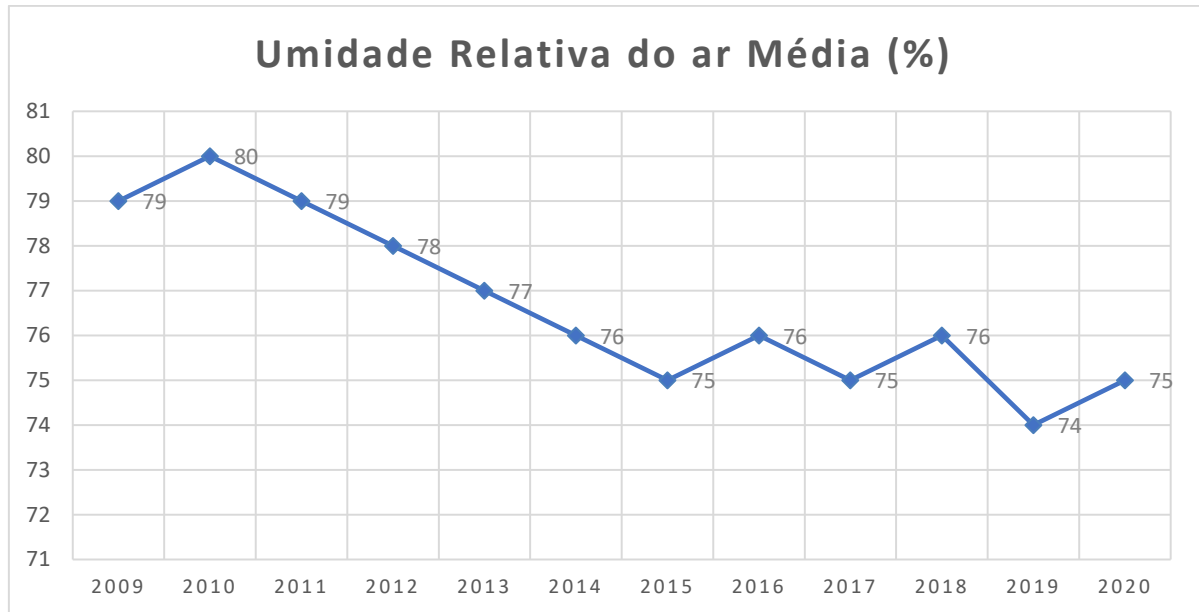
Figura 7: Precipitação Total e Temperatura Média Mensal da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2020.



Fonte: Inmet (2024)

Os dados sobre umidade relativa do ar média da região Xingu (figura 8), demonstraram uma queda acentuada de 5% de 2010 a 2015. Desde então, houve variações de 1% com tendências de queda até o ano de 2020.

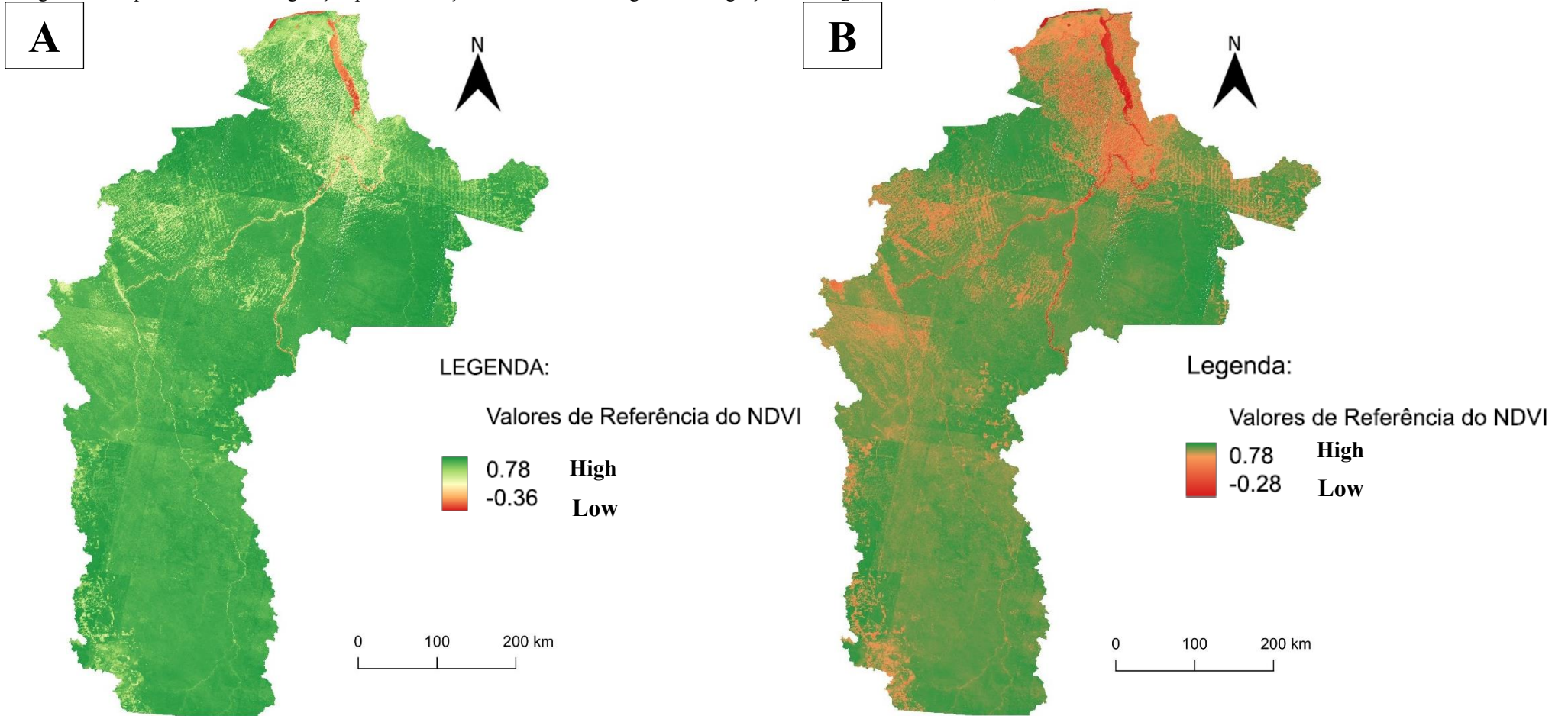
Figura 8 - Umidade Relativa do Ar Média da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará de 2009 a 2020.



Fonte: Inmet (2024)

Ao analisar as imagens de satélite com o uso do sensoriamento remoto da região Xingu, verificou-se que com o passar dos anos a saúde da vegetação ficou comprometida. No geral, de acordo com a figura 9, os valores do NDVI no ano de 2010 variou entre  $-0,36$  e  $0,78$  indicando possíveis pontos densos de biomassa vegetal nessa região. Porém em 2021, essa variação aumentou para  $-0,28$  e  $0,78$  indicando uma diminuição de corpo vegetal nessa localidade.

Figura 9 - Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará, Brasil.



Projeção Universal de Mercator. SRC: SIRGAS 2000. O Mapa A representa o ano de 2010. O Mapa B representa o ano de 2021.  
Fonte: Satélite Landsat 7 (2024).

### **6.3 Relações entre os Casos de LTA da Região de Integração do Xingu com as Variáveis Ambientais e Climáticas**

Diante dos resultados acima, podemos observar um número elevado de casos de LTA na região de Integração do Xingu de 2009 a 2021, assim como altos índices de desmatamento, focos de calor e da utilização do solo com o passar dos anos. Para verificar possíveis associações entre as variáveis ambientais e climáticas com os casos de LTA, foi realizado um teste de correlação de Pearson através da função `cor.test()`.

A tabela 4, mostra uma matriz de correlação das variáveis ambientais e climáticas (Total Desmatado, Focos de Calor, Precipitação Total e Temperatura Média Mensal e Umidade Relativa do Ar Média Anual) com a variável Casos de LTA. Com isso, foi possível evidenciar que houve correlação forte negativa entre as variáveis Umidade Relativa do Ar Média Anual e Total Desmatado ( $r = -0,841$ ,  $p < 0,001$ ). Ainda houve uma correlação moderada marginalmente significativa entre Casos de LTA e Focos de Calor ( $r = 0,504$ ,  $p > 0,079$ ), assim como Total Desmatado e Temperatura Média Mensal ( $r = 0,533$ ,  $p > 0,075$ ). As variáveis Total Desmatado e Focos de Calor ( $r = 0,484$ ,  $p > 0,093$ ) apresentaram correlação fraca. Esses resultados, sugerem que os focos de calor, assim como as alterações de clima e ambiente, podem estar ligados com os casos de LTA de 2009 a 2021.

**Tabela 4:** Matriz de Correlação entre as Variáveis Ambientais, Climáticas e de Casos da LTA da Região de Integração do Xingu, Estado do Pará.

Variáveis	Teste de Correlação	Casos de LTA	Total Desmatado	Focos de Calor	Precipitação Total Mensal	Temperatura Média Mensal	Umidade Relativa do Ar Média
Casos de LTA	R de Pearson p-valor	-----					
Total Desmatado	R de Pearson p-valor	-0,097 0,752	-----				
Focos de Calor	R de Pearson p-valor	0,504 0,079	0,484 0,093	-----			
Precipitação Total Mensal	R de Pearson p-valor	0,273 0,390	-0,311 0,325	-0,167 0,603	-----		
Temperatura Média Mensal	R de Pearson p-valor	-0,403 0,145	0,533 0,075	0,454 0,139	-0,499 0,099	-----	
Umidade Relativa do Ar Média	R de Pearson p-valor	0,595 -0,171	-0,841 0,0005	-0,743 0,005	0,312 0,323	-0,459 0,132	-----

Fonte: Autoria Própria (2024)

## 7 DISCUSSÃO

Durante a realização desta pesquisa, verificou-se que a LTA tem ampla distribuição geográfica. Iqbal *et al.* (2024) afirmam que a LTA pode ser considerada endêmica em mais de noventa países do mundo. Diante disso, em pesquisa realizada por Lopes *et al.* (2023), que analisou o perfil dos casos em zona de fronteira ao longo do território brasileiro no período de 2009 a 2017, evidenciou-se 29.920 (17% dos casos) nessa região com índices de incidência de 29.8 por 100.000 habitantes, sua maioria do sexo masculino com (78,2% dos casos), que se autodeclararam pardos (63.6% dos casos), na faixa etária entre os 20 a 39 anos (42,4% dos casos) e apresentando baixa escolaridade (50% dos casos).

Em pesquisa de perfil epidemiológico realizada por Abraão *et al.* (2020) no estado do Pará de 2008 a 2017 com dados do SINAN, confirmam que a maioria dos casos da doença estão em jovens adultos do sexo masculino, com a forma clínica predominantemente cutânea (97,38% dos casos); o tipo de entrada prevalente de casos novos (94,54% dos casos); o critério de confirmação foi o clínico-laboratorial (92,19% dos casos) e a evolução dos casos terminaram em cura em sua maioria (72,19% dos casos).

Esses resultados corroboram com nossos estudos pois, durante o período pesquisado, pode ter ocorrido um fortalecimento nas ações de vigilância epidemiológica no Xingu com um possível aumento na cobertura da atenção primária em saúde. Indo de encontro com manifestações e formas predominantes de diagnóstico. Com isso, essa região ainda pode ser considerada uma área endêmica para a doença devido a sua amplitude territorial.

Ações antrópicas, como a construção de grandes empreendimentos, podem estar ligadas aos elevados casos de LTA na região do Xingu. A construção da UHE de Belo Monte foi iniciada no mesmo período de observação desta pesquisa. As licenças prévias, de instalação e de operação, foram emitidas em meados de fevereiro de 2010, em junho de 2011 e novembro de 2015 respectivamente (Faingue - Lernt, 2016). Os municípios de Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio, Anapu e Brasil Novo, estão em situadas em área de influência direta da construção da UHE de Belo Monte (Fainguelernt, 2020).

Com a instalação de uma construção de grande porte na região de estudo, houve uma elevada imigração de pessoas de outras regiões do país, assim como da própria, como demonstrado por Busato *et al.* (2020), com a retirada de pessoas para outras áreas alterando o meio ambiente e o estilo de vida da população.

De 2009 a 2021, observou-se elevados índices de desmatamento e focos de calor na

região Xingu que podem ser explicados devido a movimentação de pessoas para outras áreas. Isso foi confirmado em estudo realizado por Hernández *et al.* (2019) no período de 2010 a 2016 em todas as cidades da Colômbia onde observaram que os casos notificados de LTA encontravam-se em áreas com a presença intensa da pecuária e de setores desmatados. Ao pesquisarem sobre os impactos das queimadas em toda a floresta amazônica, Feng *et al.* (2021), observaram uma mudança significativa na biodiversidade existente no período de 2002 a 2019. Devido as mudanças do clima ocasionadas pelo elevado índice de desmatamento e queimadas, a região da bacia amazônica é a mais vulnerável com o aumento da temperatura (Evangelista-Vale *et al.*, 2021) Com essas alterações, é possível verificar que a fauna de flebotomíneos pode ter migrado para outras localidades e se adaptou a ambientes além da floresta nesse território.

Ao verificar a figura 5 dos resultados ficou evidente a intensa utilização do solo para atividades de agropecuária com a formação de pastagens em toda a região de estudo, explicando uma possível associação entre os casos de LTA com a movimentação de pessoas antes e após a construção da UHE de Belo Monte.

Essa intensa atividade antrópica no período pesquisado pode ter ocasionado uma alteração ecológica dos vetores da LTA. Em pesquisa realizada por Pereira *et al.* (2020), ao capturarem algumas espécies de flebotomídeos em Itaúna no interior de Minas Gerais, observaram um aumento no número de fêmeas responsáveis por transmitir a forma cutânea em zona urbana. Não obstante, em pesquisa realizada em Rio Branco no estado do Acre, foram coletadas as espécies *Ny. antunesi* e *Ev. Walkeri* em espaço intradomiciliar e *Ny.whitmani* no peridomicílio evidenciando a capacidade de adaptação do meio florestal para meio urbano e peri-domiciliar (Brilhante *et al.*, 2022).

Com a destruição do hábitat natural dos vetores devido a arborização de quintais, acúmulo de lixo e presença de abrigos de animais silvestres pode ocorrer uma adaptação dos flebotomos ao ambiente urbano, o que auxilia no aparecimento de possíveis surtos da doença em regiões com maior densidade populacional (Lucas, 2024).

Nesse contexto o uso racional do solo e dos recursos naturais é indispensável de acordo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas com base na agenda 2030. Os principais indicadores ODS que norteiam essa ideia são: a) Fome zero e Agricultura Sustentável; b) Energia Limpa e Acessível e c) Consumo e Produção Responsáveis (ONU, 2024).

Além disso, outro indicador produzido pela ONU (2024), está relacionado ao combate as mudanças climáticas a nível global. As alterações no clima mundial ocasionada por

alterações no meio ambiente, podem impactar diretamente no acometimento da LTA, como é visto por Saadene *et al.* (2022) em pesquisa que relacionava as mudanças climáticas com os casos de LTA na província de Ghardaia, Argélia, e foi possível observar correlações negativas assim como um valor de p significativo dos casos de LTA relacionado com as variáveis temperatura máxima (28,5°C), temperatura mínima (22,5°C), umidade relativa do ar (33,5%) e alterações nos valores de NDVI (0,14). O fator climático pode favorecer a proliferação do vetor, desde que esteja em condições ideais para o desenvolvimento do seu ciclo reprodutivo desde a postura dos ovos até a chegada na fase adulta (De Souza; Weaver, 2024). Essas variações de clima e ambiente, podem estar relacionadas ao número de casos de LTA na região do Xingu.

Essa conjuntura pode ser confirmada em pesquisa de Shabanpour *et al.*, (2022) realizada na província de Isfahan, Irã, onde a prevalência de LTA foi observada em localidades com ótimas condições de clima tropical para proliferação dos vetores variando entre 27°C e 30°C. Porém, esses autores ainda ressaltam que temperaturas acima dos 30°C reduziram a prevalência da doença. Ao verificar essas oscilações dos valores de temperatura, Rey (2008) afirma que os vetores da LTA tendem a sentir mais essas mudanças impactando na sua proliferação, principalmente nos períodos muito frios ou muito secos.

Neste caso, para os casos continuarem elevados, entende-se que o clima deve ser estável entre esses valores. Qualquer alteração em ambiente, desestabilizará o clima na região e, com isso, afetar todo um ecossistema. Por um lado, temperaturas acima de 30 °C diminuem a disseminação da doença e do vetor, mas afeta a vida dos seres humanos.

## 8 CONCLUSÃO

Conclui-se que a expressiva ocorrência de casos de LTA na região de estudo, pode estar atrelada as mudanças ambientais e climáticas. Os maiores índices proporcionais de áreas desmatadas, dos municípios da região Xingu estão incluídos nas áreas de projetos como a Usina Hidrelétrica de Belo Monte, indicando um possível fator de risco para a disseminação dos casos ao longo dos anos.

Este estudo demonstra que a expansão de atividades agropastoris e projetos de infraestrutura de cunho essencialmente econômico, sem um controle medidado por políticas públicas efetivas, contribuem para um aumento da vulnerabilidade ecológica que facilita a manifestação de DTNs como a LTA.

Cabe ressaltar que estudo teve como limitações a ausência de dados sobre zona de moradia (zona urbana, peri-urbana e zona rural). Estas variáveis não estavam disponíveis no site Datasus para compor os resultados desta pesquisa. Dessa forma, ficou inviável a descrição da ocorrência dos casos de LTA em área urbana ou rural. Encoraja-se pesquisas que utilizem banco de dados diretamente do Sinan, com pedido de autorização a Secretaria de saúde do Estado para novas análises.

É necessário que a proposção de medidas integradas entre os diversos setores sociais ocorra em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, para que sejam diminuídos os impactos no meio ambiente e na saúde das populações amazônicas.

As ações voltadas à vigilância territorial e epidemiológica, ao controle vetorial e à educação em saúde podem ser usadas como meio de promover maior compreensão da relação entre fatores climáticos e ambientais e a manifestação da LTA e demais agravos negligenciados na região amazônica.

## REFERÊNCIAS

- ABRAÃO, L. S. DE O. et al. Perfil epidemiológico dos casos de leishmaniose tegumentar americana no estado do Pará, Brasil, entre 2008 e 2017. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 11, n. 0, dez. 2020.
- ALBERIO, S. H. V. de O et al. Impacto de fatores ambientais na incidência de Leishmaniose Tegumentar Americana no estado do Pará. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 7, p. e13624-e13624, 2023.
- ÁVILA-JIMÉNEZ, J. et al. The effect of El Niño and La Niña episodes on the existing niche and potential distribution of vector and host species of American Cutaneous Leishmaniasis. **Acta Tropica**, v. 249, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.107060>. Acesso em: 28 Jul 2024.
- AZAMI-CONESA, I.; GÓMEZ-MUÑOZ, M. T.; MARTÍNEZ-DÍAZ, R. A. A systematic review (1990–2021) of wild animals infected with zoonotic leishmania. **Microorganisms**, 2021.
- BELO, V. S. et.al. Temporal patterns, spatial risks, and characteristics of tegumentary leishmaniasis in Brazil in the first twenty years of the 21st Century. **PLoS Negl Trop Dis**, 17(6): e0011405, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011405>. Acesso em: 22 ago 2024.
- BENCHIMOL, J. L. Uma história das leishmanioses no novo mundo: anos 1960 ao século XXI - Amazônia. Rio de Janeiro: Garamond; **Fiocruz**, 2022.
- BLAINSKI, E.; GARBOSSA, L.H.P.; ANTUNES, E.N. **Estações hidrometeorológicas automáticas: recomendações técnicas para instalação**. Florianópolis: Epagri, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Controle da Leishmaniose Tegumentar Americana**. Brasília, DF, 2003.
- BRILHANTE, A. F. et al. Preliminary observations of the urbanization and domiciliation of the American cutaneous leishmaniasis in Rio Branco, Acre, Western Amazon. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 55, 2022.
- BRUNO, F. et al. Retrospective Analysis of Leishmaniasis in Sicily (Italy) from 2013 to 2021: One-Health Impact and Future Control Strategies. **Microorganisms**, v. 10, n. 9, 2022.
- BUSATO, M. A. et al. Impactos à saúde humana em regiões de implantação de empreendimentos hidrelétricos: uma revisão integrativa da literatura. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 16, p. 373–385, 2020.
- CAPUCCI, D. C. et al. Ecology and natural infection of phlebotomine sand flies in different ecotopes and environments in the municipality of Pains, Minas Gerais, Brazil. **Acta Tropica**, v. 238, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106789>. Acesso em: 29 Jul 2024.

CASTAÑEDA, C. A. et al. Spatial and temporal variability of visceral leishmaniasis in Colombia, 2007 to 2018. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 105, n. 1, p. 144–155, 2021.

CHAVY, A. et al. Ecological niche modelling for predicting the risk of cutaneous leishmaniasis in the Neotropical moist forest biome. **PLoS Negl Trop Dis**, 13(8): e0007629, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007629>. Acesso em: 25 jul 2024.

CHARRAHY, Z. et al. Climate change and its effect on the vulnerability to zoonotic cutaneous leishmaniasis in Iran. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 69, n. 3, p. 1506-1520, 2022.

CONCEIÇÃO-SILVA, F.; ALVES, C. R. Leishmanioses: uma apresentação. In: **Leishmanioses do continente americano**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2014. p. 17-26.

COSTA, M. F. L.; BARRETO, S. M. Tipos de Estudos Epidemiológicos: Conceitos Básicos e Aplicações na Área do Envelhecimento. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. v 12, nº 4, 2003. Disponível em: [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-49742003000400003&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742003000400003&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 10 Jan 2023.

DAOUDI, M. et al. Climate change influences on the potential distribution of the sand fly *Phlebotomus sergenti*, vector of *Leishmania tropica* in Morocco. **Acta Parasitologica**, v. 67, n. 2, p. 858-866, 2022.

DA CRUZ, N. M. et al. American tegumentary leishmaniasis in a Brazilian Amazon microregion between 2010-2019. **Archivos de Medicina**, v.23, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.30554/archmed.23.2.4958.2023>. Acesso em: 22 jul 2024.

DE BRITO, R. N et al. Looking through the lens of social science approaches: A scoping review of leishmaniasis and Chagas disease research. **Acta Tropica**, v. 249, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2023.107059>. Acesso em: 20 ago 2024.

EVANGELISTA-VALE, J. C. et al. Climate change may affect the future of extractivism in the Brazilian Amazon. **Biological Conservatio**, v. 257, 2021.

FAINGUELERNT, M.B. A Trajetória Histórica do Processo de Licenciamento Ambiental da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 247-266, 2016.

FAINGUELERNT, M. B. Impacts of the Belo Monte hydroelectric power plant: An analysis of the perspective of the riverside populations of the Terra do Meio extractive reserves. **Civitas**, v. 20, n. 1, p. 43–52, 2020.

FAPESPA. **Anuário Estatístico do Pará: 2022**. 7ª ed. Belém: FAPESPA, 2022.

FENG, X. et al. How deregulation, drought and increasing fire impact Amazonian biodiversity. **Nature**, v. 597, n. 7877, p. 516–521, 2021.

FIELD, A. **Descobrimo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, M.C.M.; PATTUSSI, M.P. Tipos de estudos. In: ESTRELA, C. **Metodologia científica: Ciência, ensino e pesquisa**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2018. p. 109-127.

GAUTHIER, C.; MORAN, E.F. Public policy implementation and basic sanitation issues associated with hydroelectric projects in the Brazilian Amazon: Altamira and the Belo Monte dam. **Geoforum**, v. 97, p. 10-21, 2018.

GENIMAR, R. J. et al. Sand Fly Fauna Associated With Dwellings and Forest Habitats Along the BR-319 Highway, Amazonas, Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v. 56, n. 2, p. 540–546, 2019.

GORDIS, L. **Epidemiologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2017.

HERNÁNDEZ, A. M. et al. Spatial epidemiology of cutaneous leishmaniasis in Colombia: Socioeconomic and demographic factors associated with a growing epidemic. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 113, n. 9, p. 560–568, 2019.

IPCC. **The Science of Climate Change – The Scientific Basis – Contribution of Working Group 1 to the IPCC**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 05 Fev 2025.

KMETIUK, L.B. et al. Leishmania spp. in indigenous populations: A mini-review. **Frontiers in Public Health**, v. 10, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1033803>. Acesso em: 27 Jul 2024.

LOPES, L. C. et al. Epidemiological profile, spatial patterns and priority areas for surveillance and control of leishmaniasis in Brazilian border strip, 2009–2017. **Acta Tropica**, v. 237, 2023.

LUCAS, C. L. **Impactos das mudanças climáticas na distribuição geográfica dos vetores das leishmanioses: uma revisão da literatura**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). UNESP, 2024.

MANDAI, S.S. et al. Two decades of clear-cutting threats in the Brazilian Amazonian protected areas around the Jirau, Santo Antônio, and Belo Monte large dams. **Journal of Environmental Management**, v. 359, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120864>. Acesso em: 28 Jul 2024.

MAYER, A. et al. Large hydropower projects increase stress despite compensation efforts: Evidence from the Brazilian Amazon. **PLOS ONE**, v. 18, n. 7, e0284760, 2023.

MESSAOUDENE, F. et al. Human Cutaneous Leishmaniasis in North Africa and Its Threats to Public Health: A Statistical Study Focused on Djelfa (Algeria). **Microorganisms**, v. 11, n. 10, 2023.

MOHAMMADBEIGI, A. et al. An investigation of the effects of environmental and ecologic factors on cutaneous leishmaniasis in the old world: A systematic review study. **Reviews on Environmental Health**, v. 36, n. 1, p. 117-128, 2020.

MORGENSTERN, H. **Ecologic Studies in Epidemiology: Concepts, Principles, and Methods**.

Annual Reviews Public Health. v 16, p: 61-81, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.pu.16.050195.000425>. Acesso em: 10 Jan 2023.

ONU. **Organização Mundial da Saúde-Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 06 Fev 2025.

PARÁ. Decreto Nº 1.066, de 19 de Junho de 2008. Dispõe sobre a regionalização do Estado do Pará. **Diário Oficial do Estado do Pará**, Belém, 2008.

PEREIRA, N. C. L. et al. Ecology of phlebotomine sand flies in a Brazilian area with recent leishmaniasis transmission (Itaúna, Minas Gerais). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, 2020.

PIRES, E.P. **As Condicionantes da UHE de Belo Monte e o Desafio das Políticas Públicas de Saúde no Município de Altamira/PA**. Tese (Doutorado). UFPA, 2018.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna: R Foundation, 2023. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 18 Mai 2023.

REBÊLO, J.M.M. et al. Influence of Deforestation on the Community Structure of Sand Flies in Eastern Amazonia. **Journal of Medical Entomology**, v. 56, n. 4, p. 1004–1012, 2019.

REJALI, M. et al. Cutaneous leishmaniasis based on climate regions in Iran (1998- 2021): A systematic review and meta-analysis. **Advanced Biomedical Research**, v. 11, 2022.

REY, L. **Parasitologia: parasitos e doenças parasitárias do homem nos trópicos ocidentais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

RODRIGUES, N.J.L. et al. Situation of canine visceral leishmaniasis (LVC) in the state of São Paulo. **Veterinária e Zootecnia**, v. 28, p. 001-009, 2021.

ROUQUAYROL, M. Z.; SILVA, M. G. **Epidemiologia & saúde**. 8. ed. Rio de Janeiro: Medbook, 2018.

SAADENE, Y. et al. Climate change and cutaneous leishmaniasis in the province of Ghardaïa in Algeria: A model-based approach to predict disease outbreaks. **Annals of Saudi Medicine**, v. 43, n. 5, p. 263-276, 2023.

SALDANHA, R. DE F. et al. MicroDatusus: pacote para download e pré-processamento de microdados do DATASUS. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 9, e00032419, 2019.

SANTOS, G. R. A. C. et al. Perfil epidemiológico dos casos de leishmaniose tegumentar americana no Brasil. **Enfermagem em Foco**, v. 12, n. 5, 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E ADMINISTRAÇÃO (SEPLAD). **Regiões de Integração e municípios do Estado do Pará**. Belém, 2023.

SHAW, J. The importance of understanding enzootic cycles in the epidemiology of zoonotic diseases with special reference to the American leishmaniasis. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 113, n. 3, p. 108–109, 2019.

SHABANPOUR, N. et al. Integration of machine learning algorithms and GIS-based approaches to cutaneous leishmaniasis prevalence risk mapping. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 112, 2022.

SILVA, E. R. **Como Criar Séries Temporais de NDVI Com 10m de Resolução no Google Earth Engine**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ww2-MaD1xzVVY>. Acesso em: 19 set 2024.

SILVA, V. A. et al. **Mudanças Climáticas e Leishmaniose Tegumentar Americana: Uma Análise Espacial para a Amazônia Legal**. Disponível em: [https://br-sa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/16244/Artigo\\_Identificado\\_Cli-ma.pdf](https://br-sa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/16244/Artigo_Identificado_Cli-ma.pdf). Acesso em: 05 Fev 2025.

SILVA, V. E. P. da et al. Desmatamento na Amazônia Legal: uma análise espaço-temporal, utilizando agropecuária como vetor de supressão. **Scientia Naturalis**, v. 6, n. 2, 2024.

SILVEIRA, F.T. What makes mucosal and anergic diffuse cutaneous leishmaniasis so clinically and immunopathologically different? A review in Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** v. 113, n. 9, p. 505-516, 2019.

SINAN. **Dicionário de Dados – Leishmaniose Tegumentar Americana**. Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/>. Acesso em: 27 Mai 2023.

SOARES, V. B. et al. Spaces of production of cutaneous leishmaniasis in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 8, p. 2961-2971, 2020.

SOUZA, W. M. de; WEAVER, S. C. Effects of climate change and human activities on vector-borne diseases. **Nature Reviews Microbiology**, 2024.

STANFORD, J.D. et al. Development of an Accuracy Low Cost NDVI Imaging System for Assessing Plant Health. **Plant Methods**, v. 19, n. 9, 2023.

URSINE, R. L. et al. Influence of anthropic changes and environmental characteristics on the occurrence of Tegumentary Leishmaniasis in Montes Claros, Minas Gerais, Brazil, between 2012 and 2019. **Acta Tropica**, v. 238, 2023.

VADMAL, G. M. et al. Data-driven predictions of potential *Leishmania* vectors in the Americas. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, n. 2, e0010749, 2023.

VASCONCELOS, J. M. et al. American integumentary leishmaniasis: epidemiological profile, diagnosis and treatment. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 50, n. 3, p. 221-227, 2018.

WHO, World Health Organization. **The Global Health Observatory: explore a world of health data: leishmaniasis**. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/gho-ntd-leishmaniasis>. Acesso em: 18 abr 2023.

WHITMEE, S. et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health. **The Lancet**, v. 386, n. 10007, p. 1973-2028, 2015

## APÊNDICE A - CÓDIGO GOOGLE EARTH ENGINE

1º Passo: importe a coleção de imagens do Landsat 7.

```
var satellite = ee.ImageCollection("LANDSAT/LE07/C02/T1_RT_TOA");
var imagem = satellite.filterBounds(poligono)
    .filterDate('2020-01-01', '2020-12-30') / *Escolha a data de interesse*/
    .filterMetadata('CLOUD_COVER', 'less_than', 20) / *Porcentagem de nuvens*/
    .median();
```

// 2º Passo: calcule o NDVI.

```
var NDVI = imagem.normalizedDifference(['B4', 'B3']).rename('NDVI'); //(onde B4 = Infra
vermelho e B3 = Vermelho)
var NDVI_recorte = NDVI.clip(poligono);
var NDVIconfiguracao = {min: -1, max: 1, palette: ['red', 'yellow', 'green']};
```

// 3º Passo: salvar o raster do NDVI no Google Drive.

```
Export.image.toDrive({
  image: NDVI_recorte,
  description: 'NDVI_recortado', /*Nome do arquivo*/
  folder: 'Google_Earth_Engine', /*Pasta onde o arquivo será salvo*/
  region: poligono,
  scale: 30,
  crs: 'EPSG:31984', /*Defina o Sistema de referência de coordenadas*/
  formatOptions: {
    cloudOptimized: true
  }
});
```

// Adicionar itens ao mapa

```
var estilodalinha = {
  color: 'black',
  width: 2,
  fillColor: '00000000'};
Map.addLayer(NDVI_recorte, NDVIconfiguracao, 'NDVI');
Map.addLayer(poligono.style(estilodalinha), {}, 'Contorno do Polígono');
Map.centerObject(poligono, 11);
```

## APÊNDICE B - ROTINA DO RSTUDIO

```
##### Teste de correlação
```

```
setwd("C:/Users/kaioa/OneDrive/Documentos")
```

```
dados_reg_med= read.csv(file =  
"banco_de_dados_oficial_regressao_valores_medios_clima_LTA.csv", sep = ";", dec=".",  
encoding = "latin1")
```

```
desm_1 <- data.frame(dados_reg_med$Casos.de.LTA ~  
  dados_reg_med$Focos.de.Calor +  
  dados_reg_med$Media.Anual.de.Desmatado+  
  dados_reg_med$Temperatura.Média.Anual+  
  dados_reg_med$Umidade.Relativa.do.ar.Média....+  
  dados_reg_med$Precipitação.Média.Anual..mm.)
```

```
cor.test(dados_reg_med$Casos.de.LTA,dados_reg_med$Media.Anual.de.Desmatado )
```

# ANEXO A - FICHA DE INVESTIGAÇÃO LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA: FRENTE

República Federativa do Brasil  
Ministério da Saúde

**SINAN**  
SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO

Nº

FICHA DE INVESTIGAÇÃO **LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA**

**CASO CONFIRMADO:**

**Leishmaniose cutânea:** todo indivíduo com presença de úlcera cutânea, com fundo granuloso e bordas infiltradas em moldura, com confirmação por diagnóstico laboratorial ou clínico epidemiológico.  
**Leishmaniose mucosa:** todo indivíduo com presença de úlcera na mucosa nasal, com ou sem perfuração ou perda do septo nasal, podendo atingir lábios e boca (palato e nasofaringe), com confirmação por diagnóstico laboratorial ou clínico epidemiológico.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação <span style="float: right;">2 - Individual</span>	
	2 Agravado/doença <b>LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA</b>	3 Data da Notificação Código (CID10) <b>B 5 5. 1</b>
	4 UF	5 Município de Notificação Código (IBGE)
Notificação Individual	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora) <span style="float: right;">Código</span>	
	7 Data do Diagnóstico	
	8 Nome do Paciente <span style="float: right;">9 Data de Nascimento</span>	
Dados de Residência	10 (ou) Idade <input type="checkbox"/> 1 - Hora <input type="checkbox"/> 2 - Dia <input type="checkbox"/> 3 - Mês <input type="checkbox"/> 4 - Ano	
	11 Sexo <input type="checkbox"/> M - Masculino <input type="checkbox"/> F - Feminino <input type="checkbox"/> I - Ignorado	
	12 Gestante <input type="checkbox"/> 1-1º Trimestre <input type="checkbox"/> 2-2º Trimestre <input type="checkbox"/> 3-3º Trimestre <input type="checkbox"/> 4 - Idade gestacional Ignorada <input type="checkbox"/> 5 - Não <input type="checkbox"/> 6 - Não se aplica <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado	
Dados Complementares do Caso	13 Raça/Cor <input type="checkbox"/> 1 - Branca <input type="checkbox"/> 2 - Preta <input type="checkbox"/> 3 - Amarela <input type="checkbox"/> 4 - Parda <input type="checkbox"/> 5 - Indígena <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado	
	14 Escolaridade <input type="checkbox"/> 0 - Analfabeto <input type="checkbox"/> 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 4 - Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) <input type="checkbox"/> 5 - Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) <input type="checkbox"/> 6 - Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) <input type="checkbox"/> 7 - Educação superior incompleta <input type="checkbox"/> 8 - Educação superior completa <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado <input type="checkbox"/> 10 - Não se aplica <input type="checkbox"/>	
	15 Número do Cartão SUS <span style="float: right;">16 Nome da mãe</span>	
Dados Clínicos	17 UF <span style="float: right;">18 Município de Residência</span> <span style="float: right;">Código (IBGE)</span> <span style="float: right;">19 Distrito</span>	
	20 Bairro <span style="float: right;">21 Logradouro (rua, avenida,...)</span> <span style="float: right;">Código</span>	
	22 Número <span style="float: right;">23 Complemento (apto., casa, ...)</span> <span style="float: right;">24 Geo campo 1</span>	
Dados Labor.	25 Geo campo 2 <span style="float: right;">26 Ponto de Referência</span> <span style="float: right;">27 CEP</span>	
	28 (DDD) Telefone <span style="float: right;">29 Zona <input type="checkbox"/> 1 - Urbana <input type="checkbox"/> 2 - Rural <input type="checkbox"/> 3 - Periurbana <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado</span> <span style="float: right;">30 País (se residente fora do Brasil)</span>	
	31 Data da Investigação <span style="float: right;">32 Ocupação</span>	
Clas. Caso	33 Presença de Lesão <input type="checkbox"/> 1 - Sim <input type="checkbox"/> 2 - Não <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Cutânea <input type="checkbox"/> Mucosa	
	34 Em Caso de Presença de Lesão Mucosa, Há Presença de Cicatrizes Cutâneas <input type="checkbox"/> 1 - Sim <input type="checkbox"/> 2 - Não <input type="checkbox"/>	
	35 Co-infecção HIV <input type="checkbox"/> 1 - Sim <input type="checkbox"/> 2 - Não <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	
Tratamento	36 Parasitológico Direto <input type="checkbox"/> 1 - Positivo <input type="checkbox"/> 2 - Negativo <input type="checkbox"/> 3 - Não Realizado <input type="checkbox"/>	
	37 IRM <input type="checkbox"/> 1 - Positivo <input type="checkbox"/> 2 - Negativo <input type="checkbox"/> 3 - Não Realizado <input type="checkbox"/>	
	38 Histopatologia <input type="checkbox"/> 1 - Encontro do Parasita <input type="checkbox"/> 2 - Compatível <input type="checkbox"/> 3 - Não Compatível <input type="checkbox"/> 4 - Não Realizado <input type="checkbox"/>	
Tratamento	39 Tipo de Entrada <input type="checkbox"/> 1 - Caso Novo <input type="checkbox"/> 2 - Recidiva <input type="checkbox"/> 3 - Transferência <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	
	40 Forma Clínica <input type="checkbox"/> 1 - Cutânea <input type="checkbox"/> 2 - Mucosa <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	
	41 Data do Início do Tratamento <span style="float: right;">42 Droga Inicial Administrada <input type="checkbox"/> 1 - Antimonial Pentavalente <input type="checkbox"/> 2 - Anfotericina b <input type="checkbox"/> 3 - Pentamidina <input type="checkbox"/> 4 - Outras <input type="checkbox"/> 5 - Não Utilizada <input type="checkbox"/></span>	
Tratamento	43 Peso <input type="checkbox"/> Kg <span style="float: right;">44 Dose Prescrita em mg/kg/dia Sb<sup>+5</sup> <input type="checkbox"/> 1 - Menor que 10 <input type="checkbox"/> 2 - Maior ou igual a 10 e menor que 15 <input type="checkbox"/> 3 - igual a 15 <input type="checkbox"/> 4 - Maior que 15 e menor que 20 <input type="checkbox"/> 5 - Maior ou igual a 20 <input type="checkbox"/></span>	
	45 Nº Total de Ampolas Prescritas <input type="checkbox"/> Ampolas <span style="float: right;">46 Outra Droga Utilizada, na Falência do Tratamento Inicial <input type="checkbox"/> 1 - Anfotericina b <input type="checkbox"/> 2 - Pentamidina <input type="checkbox"/> 3 - Outros <input type="checkbox"/> 4 - Não Se Aplica <input type="checkbox"/></span>	

