



Universidade Federal do Acre
Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Amazônia Ocidental

Análise espacial, temporal e espaço-temporal dos casos de
leptospirose no Acre, 2001-2022

Kívia Roberta Costa da Silva

Rio Branco – Acre
2023

Análise espacial, temporal e espaço-temporal dos casos de leptospirose no Acre, 2001-2022

Kívia Roberta Costa da Silva

Dissertação apresentada a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Amazônia Ocidental como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Augusto Kohara Melchior

**Rio Branco – Acre
2023**



Universidade Federal do Acre
Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Amazônia Ocidental

Kívia Roberta Costa da Silva

Análise espacial, temporal e espaço-temporal dos casos de leptospirose no
Acre, 2001-2022

Dissertação aprovada em 08 de dezembro de 2023, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Leonardo Augusto Kohara Melchior
Universidade Federal do Acre
Orientador

Profª. Dra. Andréia Fernandes Brilhante
Universidade Federal do Acre
Membro da Banca Examinadora

Profª. Dra. Tamyres Izarely Barbosa da Silva
Universidade Federal do Acre
Membro da Banca Examinadora

Rio Branco – Acre
2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- S586a Silva, Kívia Roberta Costa da, 1986 -
Análise espacial, temporal e espaço-temporal dos casos de leptospirose no Acre, 2001-2022 / Kívia Roberta Costa da Silva; orientador: Prof. Dr. Leonardo Augusto Kohara Melchior. – 2023.
58 f.: il.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde na Amazônia Ocidental, Rio Branco, 2023.
Inclui referências bibliográficas e anexos.
1. Análise espaço-temporal. 2. Ecossistema Amazônico. 3. *Leptospira*. I. Melchior, Leonardo Augusto Kohara (Orientador). II. Título.

CDD: 610.7

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a pessoa mais importante da minha vida, meu filho Anthony Gabriel Costa da Silva, a minha amiga e irmã Thienify dos Santos Nascimento Rodrigues por ser meu suporte e minha maior motivadora durante esse período de estudos.

A minha mãe Raimunda Vancileide Xavier da Costa, meu pai Raimundo Lopes da Costa e minha avó Margarida Xavier da Costa, aos meus irmãos Werick Dalton Costa da Silva, Wendely Janine Costa da Silva e Uriel Murilo Costa da Silva essa luta é por vocês.

AGRADECIMENTOS

Em primazia agradeço ao meu Deus soberano por seu infinito amor e pela bênção e sonho de concluir esse mestrado. Pela provisão, pelo sustento e livramento durante toda a minha existência, obrigada meu Pai Eterno.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leonardo Augusto Kohara Melchior por ter aceitado orientar-me. Obrigada pela sua paciência, compreensão, motivação, ao longo de todo esse período, sem o senhor nada teria sido possível.

Á minha parceira de turma, enfermeira Luciana Braga da Silva, que tornava o período estudos mais leves, sempre me incentivou e esteve comigo nessa jornada e junto a seu pai e família me acolheram em sua casa.

Á minha amiga Fabiana Silva Machado Rebouças pelas palavras de incentivo, por acreditar na minha capacidade, mesmo em meio as minhas incertezas, obrigada pela parceria de sempre.

Á minha querida irmã de coração, Dicione Matos da Silva, que nesse período de ausência, cuidou de meu filho e residência, minha eterna gratidão a você.

Ao José da Cruz Santos da Silva que se dispôs e me ajudou no custeio das aulas.

Á doutora Katyuscia Acli de Barros e ao seu filho Matheus de Barros Vitorino pela acolhida em sua residência quando precisei me deslocar para Rio Branco.

Aos meus colegas de trabalho da Maternidade de Cruzeiro do Sul que me ajudaram nas trocas de plantões durante o período das aulas na capital.

A todos os meus professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde na Amazônia Ocidental brasileira.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação e auxiliara-me na concretização desse sonho.

EPÍGRAFE

“Não to mandei eu? Sê forte e corajoso; não temas, nem te espantes, porque o Senhor, teu Deus, é contigo por onde quer que andares”.

Livro de Josué 1:9, Bíblia Sagrada, ARA.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
Breve histórico da Leptospirose	14
Taxonomia	15
Reservatórios	16
Transmissão	17
Manifestações clínicas	18
Convalescença	19
Diagnóstico	19
Tratamento	19
Prevenção	21
EPIDEMIOLOGIA DA LEPTOSPIROSE	21
Leptospirose no mundo	21
Leptospirose no Brasil	22
Leptospirose no Acre	23
GEOPROCESSAMENTO EM SAÚDE	26
Ferramentas e técnicas de geoprocessamento	28
Epidemiologia geográfica	28
Estudos ecológicos	29
Análise espacial	30
Análise temporal	30
Análise espaço-temporal	30
Sistema de Informações Geográficas – SIG – Aplicações	31
Estruturação de um SIG	32
Indicadores de saúde, ambiente e população	34
Distribuição espacial de um agravo em saúde	35
REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO 2 - ANÁLISE ESPACIAL, TEMPORAL E ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE LEPTOSPIROSE NO ACRE, 2001-2022	41
INTRODUÇÃO	42
MÉTODOS	43
DISCUSSÃO	49
CONCLUSÃO	53

REFERÊNCIAS

54

ANEXO

57

LISTAS DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1- Ciclo de transmissão da leptospirose	17
Figura 2 - Distribuição espacial dos casos de leptospirose no Brasil entre 2010 a 2023.....	22
Figura 3 - Incidência de casos de leptospirose nas regiões brasileiras entre 2001 a 2021.....	23
Figura 4 - Incidência de casos de leptospirose nos estados da região Norte entre 2001 a 2021.....	24
Figura 5 – Incidência de casos de leptospirose nas microrregiões do estado do Acre entre 2001 a 2021.....	25
Figura 6 - Conjunto de técnicas do geoprocessamento.....	27
Figura 7 - Ciclo de coleta de dados e utilização de informações.....	33

CAPÍTULO 2

Figura 1 - Aglomerados espaciais, espaço-temporais e das variações espaciais das tendências temporais das incidências de leptospirose, municípios do estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022.....	46
Figura 2 – Série histórica mensal da incidência da leptospirose no estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022 (casos/100 mil hab.)	48
Figura 3 - Perfil epidemiológico por sexo e faixa etária da incidência de leptospirose, microrregiões do estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022.....	49

LISTAS DE QUADROS E TABELAS

CAPÍTULO 1

Quadro 1 - Tratamento da leptospirose no Brasil	20
e 21	

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Tendência temporal da incidência de leptospirose, municípios do estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022.....	47 e 48
--	---------

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ALT - Alanina aminotransferase
AP - Atividade de protrombina
AST – Aspartato aminotransferase
CEP - Comitê de Ética em Pesquisa
CPK – Creatinoquinase
DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
ECG - Eletrocardiograma
ELISA - Ensaio imunoenzimático
FA – Fosfatase alcalina
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GGT - Gama glutamil transferase
GPS - Sistemas de Posicionamento Global
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC – Intervalo de confiança
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IGM - Imunoglobulina M
IPA - Incremento Percentual Anual
IV- Intravenosa
LACEN - Laboratório Central de Saúde Pública
MAT - Teste de aglutinação microscópica ou Microaglutinação
MS - Ministério da Saúde
PCR - Técnica da reação em cadeia da polimerase
PIA - Porcentagem de Incremento Anual
RNAr – Ácido ribonucleico ribossômico
RR - Risco Relativo
SG - Síndrome gripal
SIGs - Sistemas de Informações Geográficas
SIM - Sistema de Informação de Mortalidade
SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SINASC - Sistema de Nascidos Vivos
SUS – Sistema Único de Saúde

TGO - Transaminase oxalacética

TGP - Transaminase pirúvica

TP - Tempo de protrombina

WCP - Província do Cabo Ocidental

WHO - World Health Organization

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Breve histórico da Leptospirose

A leptospirose é considerada uma doença tropical negligenciada, associada a fatores ambientais, socioeconômicos, e infestação de roedores, ocasionada pela bactéria *Leptospira interrogans* (WHO, 2023; SINAN, 2023). Devido aos surtos em diversos países como: Nicarágua, Brasil, Índia, Ásia, Malásia e Estados Unidos é classificada como infecção reemergente (PELISSARI et al., 2011; SILVA et al., 2011; ZAVITSANOU; BABATSIKOU, 2008; FIGUEIREDO et al., 2001).

Os estudos epidemiológicos avançaram expressivamente no início do século XX, passando ter como premissa a descrição etiológica das doenças infecciosas parasitárias. Adolf Weil, professor e médico alemão, foi o primeiro a descrever sobre a patologia em 1886, caracterizando como síndrome clínica com sintomas: esplenomegalia, icterícia e nefrite (TURNIER; EPELBOIN, 2019; ALSTON; BROWN, 1937),

Os médicos alemães Uhlenhuth e Hubener estudaram soldados afetados por “French doença” nas trincheiras do nordeste da França. No entanto, o organismo foi descrito pela primeira vez em 1907 por Arthur Stimson. Este observou espiroquetas com extremidades curvas nos rins de um paciente, denominando-o de *Spirochaeta interrogans* porque parecia um ponto de interrogação (TURNIER; EPELBOIN, 2019; ALSTON; BROWN, 1937).

Os estudos de Weil foram confirmados após vinte e nove anos, 1915, por Inada e seus colegas da Universidade Imperial em Kyushu, Japão. Eles identificaram uma espiroqueta no qual denominaram de *Spirochaeta icterohaemorrhagiae*, encontrada no sangue de mineiros de carvão com doenças infecciosas (TURNIER; EPELBOIN, 2019; ALSTON; BROWN, 1937). Na China estava associada aos agricultores de arroz e no Japão era considerada epidêmica e endêmica apresentando alta taxa de mortalidade (TURNIER; EPELBOIN, 2019; ALSTON; BROWN, 1937; INADA et al., 1916).

McDowel em 1917 foi o primeiro a descrever sobre leptospirose no Brasil através de estudos do reconhecimento da *Leptospira* no estado do Pará (McDOWEL, 1917). No mesmo ano Beaurepaire de Aragão observou a *Leptospira icterohaemorrhagiae* em *Rattus norvegicus* no Rio de Janeiro, registrando os primeiros casos de leptospirose em

humanos no país (ARAGÃO, 1917). O gênero *Leptospira* foi sugerido em 1917 por Hideyo Noguchi “por causa de seus enrolamentos finos e minuciosos” (TURNIER; EPELBOIN, 2019; ALSTON; BROWN, 1937).

Taxonomia

A leptospirose é conhecida na China como icterícia da coleta de arroz, associada no país com a agricultura (FAINE, 1999), e no Brasil como Doença de Weil, síndrome de Weil, febre outonal, febre dos nadadores, febre dos sete dias e doença dos porquinhos (BRASIL, 2017).

O agente etiológico da leptospirose pertence à ordem Spirochaetales, família Leptospiraceae, gênero *Leptospira*, caracterizado por bactérias de forma espiral longa, finas e flexíveis (ADLER et al., 2010). Quanto à sorologia da *Leptospira* estima-se a existência de aproximadamente 300 sorovares de *L. interrogans* divididas em 25 sorogrupos. A classificação sorológica tem sido substituída pela genotípica onde espécies incluem todos os sorovares (AHMED, 2007).

Devido à alta diversidade de sorovares da *Leptospira* torna-se a produção de uma vacina para leptospirose inviável (FRAGA et al., 2011). As formas graves são potencialmente fatais e principalmente associadas aos sorovares Icterohaemorrhagiae, Copenhageni, Australis, Autumnalis, Bataviae, Lai e Pyrogenes (OLIVEIRA et al., 2013). O sorovar Copenhageni possui uma alta mortalidade, sendo ainda o maior causador de leptospirose humana (ADLER et al., 2011).

As análises filogenéticas dos genes 16S rRNA sugerem que as diferentes espécies do gênero *Leptospira* agrupam-se em quatro grupos designados: patogênico, saprófita e intermediário. As que possuem sorovares patogênicos (Grupo 1) são 12 espécies: *L. borgpetersenii*, *L. broomii*, *L. fainei*, *L. inadai*, *L. interrogans*, *L. licerasiae*, *L. noguchii*, *L. santarosai*, *L. weilii*, *L. wolffii*, *L. kirschneri* e *L. kmetyi*. A *L. meyeri* pertence ao grupo 2 pois possui sorovares saprófitas e patogênicos. A *L. alexanderi* pertence ao grupo 3 porque possui sorovares saprófitas e outros desconhecidos. Já as *L. biflexa* e *L. wolbachii* pertencem ao grupo 4 pois contém cepas saprófitas (GOMES, 2015; CERQUEIRA; PICARDEAU, 2009).

Reservatórios

A diversidade de reservatórios para a leptospirose no Brasil varia desde animais comestíveis como bovinos e suínos a animais domésticos como os cães. No entanto, os principais reservatórios são os mamíferos roedores das espécies *Rattus norvegicus* (ratazana ou rato de esgoto), *Rattus rattus* (rato de telhado ou rato preto) e *Mus musculus* (catita). Embora não desenvolvam a doença quando infectados, hospedam a leptospira nos rins, eliminando através da urina desses animais no ecossistema, contaminando o solo, os alimentos e os recursos hídricos (WHO, 2023; SINAM 2023).

O primeiro estudo sobre a leptospirose bovina foi nos anos de 50 em São Paulo. Freitas et al. (1957) identificaram a infecção do sorotipo I, promovendo um alto risco de contaminação ao ser humano devido sua utilização proteica na alimentação. Além da contaminação humana, a leptospirose bovina pode ocasionar abortos, descendência fraca, diminuição da taxa de crescimento, diminuição da produção de leite e a morte (BARNABÉ et al., 2023; UGHINI-GRAS et al., 2014).

Estudos realizados no bioma da Caatinga do Brasil, demonstraram que embora o ambiente apresente condições climáticas desfavoráveis (precipitação e temperatura) a sobrevivência da *Leptospira*, no rebanho estudado foi encontrada uma elevada frequência de sororeatividade com 64,3%. Os principais sorogrupos encontrados foram: *Sejroe*, *Tarassovi*, *Australis*, *Ballum*, *Djasiman* e *Hebdomadis* (BARNABÉ et al., 2023).

Outro reservatório com grande importância sanitária é a leptospirose canina, devido os cães terem uma relação muito próxima com o ser humano. Os principais sorogrupos encontrados são: *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola* e *Grippotyphosa*. A infecção tem distribuição cosmopolita e caracterizada por insuficiência renal e hepática com distúrbios coagulativos e hemorragia pulmonar. Sendo assim os cães são fontes potenciais de infecção para humanos e outros mamíferos (ESTEVES et al., 2022; BOUVET et al., 2020).

Os animais silvestres também são potenciais reservatórios da leptospirose. Vieira et al. (2016) estudaram no bioma do Pantanal mamíferos silvestres, demonstraram soropositividade para leptospirose. Os sorogrupos mais prevalentes foram *Javanica* e *Djasiman* sendo que 40,6% apresentaram reações positivas na PCR.

Estudos de Albuquerque (2016) teve como principal objetivo identificar o papel das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), como portadoras de leptospiras em áreas rurais e urbanas no município de Rio Branco, localizado na Amazônia ocidental brasileira, onde 43,9% da amostra foi reativa para *Leptospira interrogans*, indicando que esses animais estão cronicamente infectados pela bactéria (FAPESP. 2017).

Transmissão

O ser humano é considerado o hospedeiro acidental, enquanto todos os animais estão suscetíveis a serem vetores da patologia. A forma mais comum de transmissão da leptospirose em humanos é através da exposição direta ou indireta a urina de animais silvestres ou domésticos (Figura 1), que carregam nos túbulos renais o agente etiológico e penetra no ser humano através de lesões na pele ou nas mucosas (WHO, 2023). Embora a frequência seja rara é possível a contaminação através do contato com sangue, tecidos e órgãos de animais ou de pessoas infectadas; transmissão acidental em laboratórios; e ingestão de água ou alimentos contaminados (WHO, 2023; SINAM, 2023).

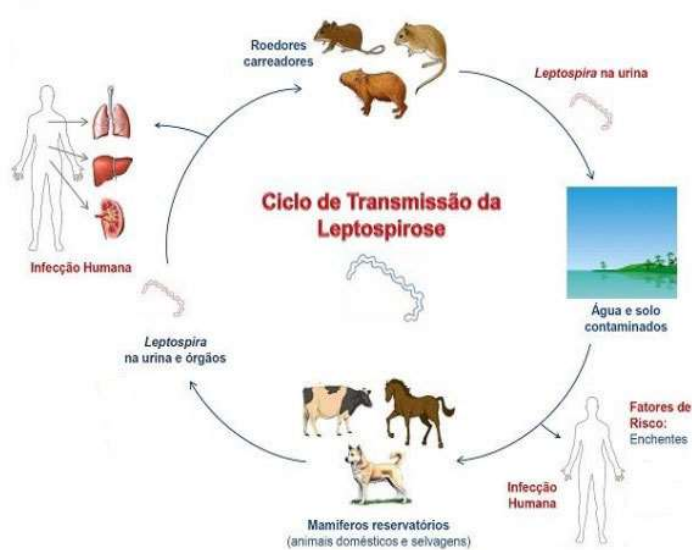


Figura 1- Ciclo de transmissão da leptospirose.

Fonte: <https://www.labnetwork.com.br/noticias/guia-rapido-de-leptospirose>

A contaminação através exposição ocupacional pode ocorrer pelo contato direto ou indireto com animais que albergam o patógeno ou através do solo ou água contaminada, tais como pecuaristas, agricultores, pescadores, garis, veterinários e militares (WHO, 2023; SUWANPAKDEE et al., 2015). Além disso, atletas que

desempenham atividades recreativas, como: natação, caiaque, surf, canoagem, rafting, triatlo em ambientes aquáticos tem maiores chances de contaminação (BARRAGAN et al., 2017; HAAKE; LEVETT, 2015).

Nas áreas urbanas devido à alta concentração de chuvas e inundações a água não evacua em local apropriado devido o saneamento básico insuficiente. Assim os vetores da doença e os seres humanos nesse contexto, por falta de alternativa, refugiam-se no mesmo ambiente aumentando as chances da contaminação (BARRAGAN et al., 2017; BUZZAR 2010).

Na área rural, além das atividades ocupacionais desempenhadas na natureza existe uma maior variedade de animais silvestres no peridomicílio favorecendo o contágio das leptospiras (GALAN et al; 2021; BARRAGAN et al., 2017). Os desastres naturais como tempestades, tsunamis e furacões, podem levar ao acúmulo de lama, dejetos e água contaminadas nos domicílios, expondo o agente patogênico ao contato com o ser humano ocasionando uma contaminação acidental (WHO, 2023; SILVA et al., 2020).

Manifestações clínicas

O período de incubação da leptospirose varia de 1 a 30 dias (média entre 5 e 14 dias). As suas manifestações clínicas são desde indivíduos assintomáticos a quadros clínicos graves podendo desencadear os óbitos. A partir dos sinais e sintomas as fases são classificadas em duas: fase precoce e fase tardia (SINAM, 2023).

A fase precoce corresponde a 90% das formas clínicas. Caracteriza-se pela instalação abrupta de febre, comumente acompanhada de cefaleia, mialgia, anorexia, náuseas e vômitos, e pode não ser diferenciada de outras causas de doenças febris agudas (SINAM, 2023).

No entanto, a fase tardia, atinge aproximadamente 15% dos pacientes com leptospirose, ocorrem a evolução para manifestações clínicas graves. Estas se iniciam após a primeira semana da doença, mas podem aparecer antes, especialmente em pacientes com apresentações fulminantes (SINAM, 2023).

A manifestação clássica da leptospirose grave é conhecida como síndrome de Weil, caracterizada pela tríade de icterícia, insuficiência renal e hemorragia, mais comumente pulmonar. Ainda sobre a icterícia, esta é considerada um sinal peculiar, caracterizado por uma tonalidade alaranjada muito intensa (icterícia rubínica) (SINAM, 2023).

Convalescença

A convalescença dura de 1 a 2 meses, período no qual podem persistir febre, cefaleia, mialgias e mal-estar geral por alguns dias. A icterícia desaparece lentamente, podendo durar por semanas. Os níveis de anticorpos, detectados pelos testes sorológicos, diminuem progressivamente; em alguns casos, porém, os níveis de anticorpos permanecem elevados por vários meses. A eliminação de leptospiras pela urina (leptospirúria) pode continuar por uma semana até vários meses após o desaparecimento dos sintomas (BRASIL, 2017).

Diagnóstico

O diagnóstico laboratorial para leptospirose consiste em exames específicos e inespecíficos. O método laboratorial de escolha depende da fase evolutiva em que se encontra o paciente. Na fase precoce, as leptospiras podem ser visualizadas no sangue por meio de exame direto, de cultura em meios apropriados, inoculação em animais de laboratório ou detecção do DNA do microrganismo pela técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR). A cultura finaliza-se (positiva ou negativa) após algumas semanas, o que garante apenas um diagnóstico retrospectivo.

Na fase tardia, as leptospiras podem ser encontradas na urina, cultivadas ou inoculadas. No entanto, pelas dificuldades inerentes à realização dos exames de cultura, os métodos sorológicos são prioritariamente escolhidos para o diagnóstico da leptospirose.

Os mais utilizados são o ensaio imunoenzimático (ELISA-IgM) e a microaglutinação (MAT). Estes exames devem ser realizados pelos Laboratórios Centrais de Saúde Pública (Lacen). Exames complementares de maior complexidade ou não disponibilizados nos Lacen (imuno-histoquímica, técnicas baseadas em PCR e tipagem de isolados clínicos, por exemplo) podem ser solicitados ao laboratório de referência (BRASIL, 2017).

Tratamento

Por se tratar de uma doença bacteriana e com várias cepas, é de forma lógica a necessidade de antibioticoterapia, sendo a penicilina G cristalina a droga escolhida para as variações graves e a doxiciclina para os de menor gravidade. Dessa forma a

Organização Mundial de Saúde e o Ministério da Saúde preconizam o uso de antibióticos, durante sete dias de tratamento (DAHER, 2000).

No Brasil a Ceftriaxona pode ser usado como uma alternativa, administrado uma vez ao dia, além de ser uma opção nos pacientes alérgicos á penicilina, e utilizado em casos de sepse comunitária. É importante ressaltar que essas medicações utilizadas em crianças menores de 8 anos, são contraindicadas e em grávidas, pelo risco de pigmentação dentária nos primeiros e malformações ósseas e dentarias no feto (BRASIL, 2023) (Quadro 1).

Quadro 1 - Tratamento da leptospirose no Brasil

Fase	Antibiótico	Adulto	Criança
Fase precoce	Doxiciclina ^{a,b}	100mg, via oral, de 12 em 12 horas, por 5 a 7 dias	-
	Amoxicilina ^b	500mg, via oral, de 8 em 8 horas, por 5 a 7 dias	50mg/kg/dia, via oral, a intervalos de 6 a 8 horas, por 5 a 7 dias
Fase tardia	Penicilina cristalina ^c	-	50 a 100 mil UI/kg/dia, intravenosa, em 4 ou 6 doses
	Penicilina G cristalina ^c	1.500.000UI, intravenosa, de 6 em 6 horas	-
	Ampicilina ^c	1g, intravenosa, de 6 em 6 horas	50 a 100mg/kg/dia. Intravenosa, dividido em 4 doses
	Ceftriaxona ^c	1 a 2g, intravenosa, de 24 em 24 horas	80 a 100mg/kg/dia, intravenosa, em uma ou 2 doses
	Cefotaxima ^c	1g, intravenosa, de 6 em 6 horas	50 a 100mg/kg/dia, intravenosa, 4 doses

Fonte: BRASIL, 2017.

Dessa forma as alternativas são penicilinas, cefalosporinas ou macrolídeos (GOES et al., 2012). O tratamento para a leptospirose no Brasil deve seguir os seguintes parâmetros (Quadro 2).

- a) A doxiciclina não deve ser utilizada em crianças menor de nove anos de idade, mulheres grávidas e pacientes portadores de nefropatias ou hepatopatias.
- b) A azitromicina e a claritromicina são alternativas para pacientes com contraindicação para uso de amoxicilina e doxiciclina.
- c) O tratamento com antibióticos intravenosos (IV) deve durar, pelo menos, sete dias.

Prevenção

As medidas de prevenção e controle devem ser direcionadas aos reservatórios, à melhoria das condições de proteção dos trabalhadores expostos e das condições higiênico-sanitárias da população, e às medidas corretivas sobre o meio ambiente, diminuindo sua capacidade de suporte para a instalação e proliferação de roedores (BRASIL, 2017).

EPIDEMIOLOGIA DA LEPTOSPIROSE

Leptospirose no mundo

Aproximadamente 500.000 casos de leptospirose por ano, estima-se que a subnotificação e o erro de diagnóstico são fatores levam ao número inexato de casos. A mortalidade é superior a 10% e a maioria das vítimas apresentam manifestações graves (WHO, 2023). Nas Américas ocorrem aproximadamente 10.000 casos anuais, sendo 95% deles na América Latina desses 40% são notificados no Brasil (WHO, 2023; SCHNEIDER et al., 2017).

Costa et al. (2015) realizaram uma revisão sistemática entre janeiro de 1970 a outubro de 2008 sobre a morbidade e mortalidade global da leptospirose. Onde os principais achados denotaram que a zoonose é mundialmente subestimada, ocorrendo 1,03 milhões de casos e 58.900 mortes por ano. Os indivíduos mais afetados foram os do sexo masculino com idade entre 20-49 anos, representando maior quantitativo de casos (40-61%) e óbitos (34-45%). Destarte, os países de maior vulnerabilidade socioeconômica tiveram os índices mais elevados de mortalidade e morbidade (COSTA et al., 2015).

Surtos relacionados a esgotos foram registrados em países asiáticos como Bangladesh, Índia e Sri Lanka (VICTORIANO et al., 2009). Associados a furacões ocorreu na América Central após o furacão Mitch em 1988 (KOK; WINOGRAD, 2002). Relacionado a natação ao ar livre após disputas de triatlo na Alemanha e na Áustria, em 2006 e 2010, respectivamente (RADL et al., 2011; BROCKMANN et al., 2010).

Leptospirose no Brasil

Entre 2001 a março de 2023 foram registrados 76.299 casos da doença, sendo esta, endêmica em todos os estados (SINAM, 2023). A distribuição espacial da leptospirose no país é heterogênea (Figura 2) e está associada tanto a fatores climáticos como precipitação a exposição do hospedeiro definitivo em suas atividades ocupacionais.

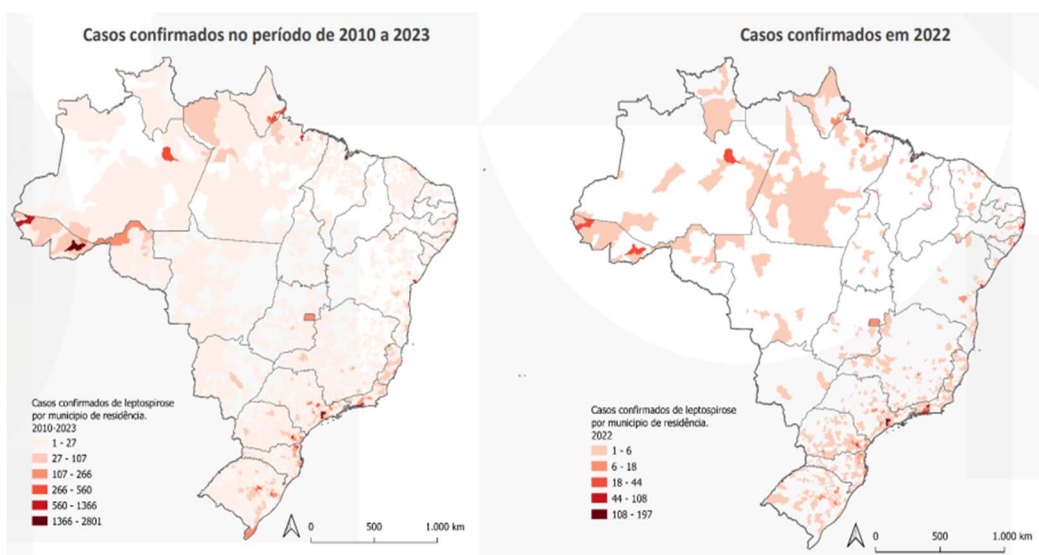


Figura 2 – Distribuição espacial dos casos de leptospirose no Brasil entre 2010 a 2023.

Fonte: SINAM, 2023.

De acordo com o Ministério da Saúde, foram registrados no Brasil no ano de 2022 cerca de 3084 casos de leptospirose, desses 310 vieram a óbitos (10%, dos casos). Sendo que a região Sudeste teve o maior quantitativo de casos (1018), a região Centro-Oeste com o menor. Por outro lado, a região Nordeste apresentou o maior número de óbitos (125) de todo o país (SINAM, 2023).

Ao serem analisadas as incidências de casos de leptospirose no Brasil nos anos de 2001 a 2021, a região Sul teve a maior incidência com 4,1 casos por 100.000 habitantes.

Por conseguinte, a região Norte com 3,0/100.000 habitantes, e a região Centro-oeste teve a menor incidência do país com 0,4/100.000 habitantes (SINAM, 2023) (Figura 3).

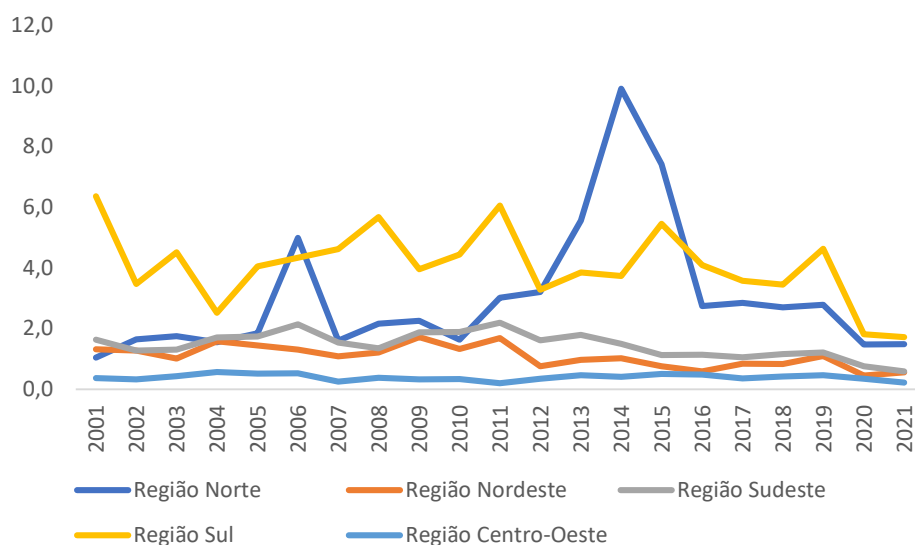


Figura 3 - Incidência de casos de leptospirose nas regiões brasileiras entre 2001 a 2021.

Os fatores que contribuem para grande incidência de casos na região Sul são os desastres naturais, precipitação, inundações, o clima subtropical, a agricultura e a pecuária no qual levam uma exposição entre o ser humano e os vetores da leptospirose (GAKLIK; BERLEZI; 2021; SILVA et al., 2020).

A região Norte nesse mesmo período teve a segunda maior incidência, 3,0 casos de leptospirose para 100.000 habitantes. Os principais fatores que favorecem essa estatística na região é o crescimento desordenado das cidades, condições insuficientes de saneamento básico e alta concentração populacional de baixa renda. Além das variações climáticas e altos índices pluviométricos predominante em toda região favorecem a alta incidência de casos de leptospirose (DUARTE; GIATTI, 2019; OLIVEIRA, 2013).

Leptospirose no Acre

O estado do Acre teve a maior incidência da região Norte com média de 28,4 casos por 100.000 habitantes, chegando a ser onze vezes maior do que a média do país com 2,5/100.000 habitantes (Figura 4). As microrregiões Rio Branco e Cruzeiro do Sul somam-se 93,5% dos casos notificados de leptospirose de todo o estado do Acre nesses vinte e um anos de estudos (SINAM, 2023) (Figura 5).

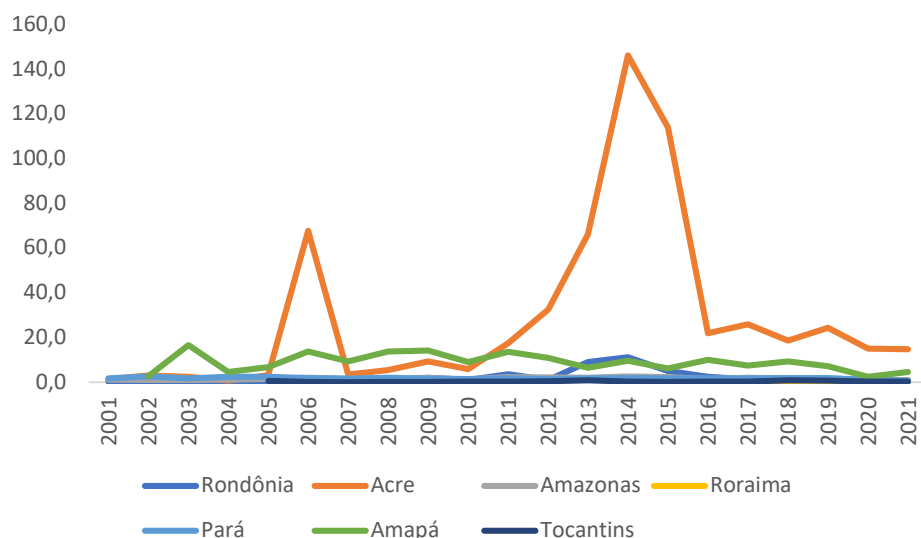


Figura 4- Incidência de casos de leptospirose nos estados da região Norte entre 2001 a 2021.

Rio Branco e Cruzeiro do Sul são os dois maiores municípios do estado do Acre, sendo referências na atenção secundária em saúde para os municípios adjacentes. O número elevado de casos nesses locais pode estar relacionado ao crescimento populacional demográfico desorganizado (ALVES, 2008), a ineficiência sanitária, deficiência de saneamento básico na maior parte da cidade (CLAZER et al., 2015; FONSECA et al., 2011).

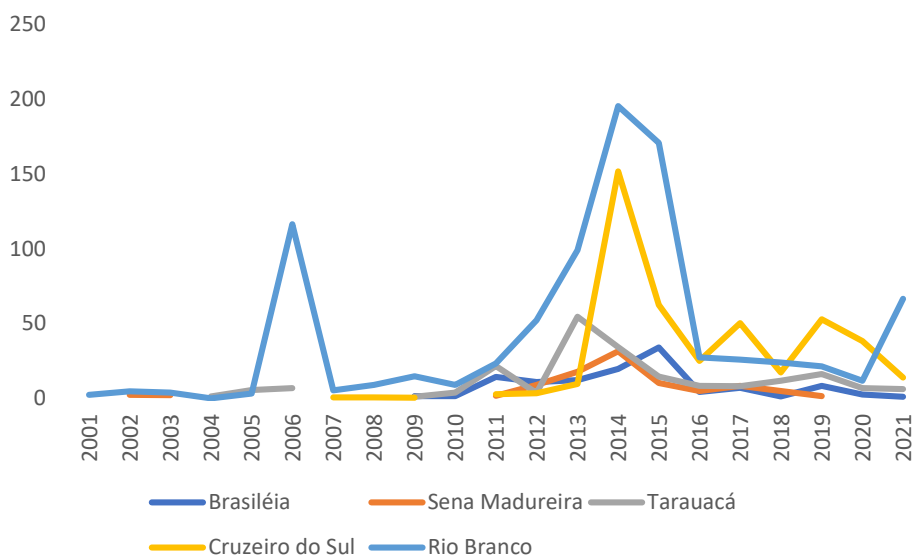


Figura 5 – Incidência de casos de leptospirose nas microrregiões do estado do Acre entre 2001 a 2021.

Outro fator agravante pode estar relacionado á localização geográfica desses municípios. As mesmas estão situadas as margens do Rio Acre e Rio Juruá e no período do inverno amazônico ocorre o aumento das chuvas que causam transbordamento e inundações em vários locais da cidade, potencializando a disseminação da leptospirose (DUARTE; GIATTI, 2019; SILVA, 2013).

Na capital Rio Branco a incidência anual da leptospirose mostrou forte ascensão desde o ano de 2010, quando era de 13,4 casos, passando para 122,3 casos /100 mil habitantes em 2013, atingindo uma incidência 10 a 60 vezes maior que a do país (SINAM, 2023). No período chuvoso que vai de outubro a abril ocorreram aumentos significativos dos casos, corroborando com outros estudos que evidenciaram a associação de surtos da doença as variações climáticas do local, observando a diminuição no número de casos no período do verão amazônico que se estende de maio a outubro (DUARTE; GIATTI, 2019).

O estado do Acre teve as maiores incidências de casos de leptospirose nos anos de 2014 e 2015, com 146,16 e 113,87/100 mil habitantes, sendo maiores do que as incidências na região Norte e no Brasil no mesmo período. Nesses anos o estado sofreu por intensos períodos de chuvas, e enchentes históricas do Rio Purus e Rio Juruá. Como consequências tivemos milhares de pessoas desabrigadas, lamas nas residências, exposições de lixos e roedores e condições precárias ou até mesmo inexistência de saneamento básico em todas as áreas afetadas. Fatores que favoreceram expressivamente a eclosão de casos de leptospirose no estado (DUARTE; GIATTI, 2019; LARA et al., 2019; SILVA et al., 2013).

No estado do Acre o perfil epidemiológico mais afetado pela leptospirose são indivíduos do sexo masculino, com idade produtiva entre 20 a 59 anos, da cor parda, com baixa escolaridade e residentes na zona urbana (SINAM, 2023). Os casos de contaminação na área urbana podem estar associados com a aglomeração de baixa renda e baixa infraestrutura sanitária. Essas condições desencadeiam o aumento significativo a infestações de vetores das infecções de leptospirose, aumentando o número de focos infecciosos (BUZZAR, 2010).

O clima quente e úmido facilita a proliferação da leptospirose pela predominância de eventos climáticos, como o El Niño e La Niña. Com a ausência de estação fria em regiões tropicais, e com uma temperatura média de 28°, são condições ideais para que a doença se prolifere cada vez mais. Assim sendo essas variáveis são importantes para

entender os processos de proliferação da leptospirose relacionado ao clima (SOARES, 2010).

A leptospirose antes era uma doença de prevalência rural, com as mudanças climáticas, o crescimento desordenado, juntamente com problemas de inundações, e a alta infestação de roedores aumentaram o risco de contato com os agentes infecciosos na área urbana. As variáveis ambientais podem ser um importante indicador que merecem ser observadas e sanadas (SANTOS; ARAUJO, 2021).

Os indivíduos mais acometidos são os do sexo masculino, com idade entre 20 a 59 anos. Estes são expostos a doença pela prática de atividade que esteja em contato com a infecção, o que resulta muitas das vezes em negligência para os sintomas iniciais e a busca por tratamento tardio (SOUZA et al., 2007).

A alta incidência de casos de leptospirose no estado do Acre, o perfil epidemiológico mais acometido pelo agravo denota que a doença representa um alto índice de morbidade e está diretamente associado às condições climáticas, a falta de saneamento básico e o crescimento desordenado nos principais municípios do estado.

GEOPROCESSAMENTO EM SAÚDE

Geoprocessamento é um conjunto de ferramentas e softwares de acesso livre ou pagos. Auxiliam na identificação das áreas de maior e menor risco para determinado agravo e a relação dos fatores socioeconômicos, epidemiológicos e culturais para tal desfecho.

Estudos de Sobral e Souza-Santos (2023) definem geoprocessamento na área da saúde como o conjunto tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados espaciais. Utiliza-se conhecimentos da área da estatística, cartografia e geografia e suas principais técnicas de geoprocessamento é: a cartografia digital, estatística espacial, sensoriamento remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (Figura 6).



Figura 6 - Conjunto de técnicas do geoprocessamento.

Estudos de Ribeiro et al. (2014) utilizaram técnicas de geoprocessamento para identificar os casos de hanseníase entre 2003 e 2014 no estado do Ceará. Os autores puderam colaborar para a organização, o atendimento, planejamento, tomada de decisões e avaliação das ações de saúde. Assim, definiram geoprocessamento na área da saúde como um método inovador de manejo de dados integrando informações diversas no qual possibilitam uma visão ampliada da situação de uma determinada doença ou agravo no espaço.

Souza (2021) realizou uma revisão sistemática sobre as técnicas de geoprocessamento e análise espacial adotadas para o mapeamento de áreas de risco de leptospirose humana e animal entre os anos de 1998 a 2017. O autor concluiu que a partir de 2007 o uso de SIG e técnicas de análise espacial foram intensificados e diversificados, e 93% dos artigos eleitos para esta revisão foram publicados no período de 2007 a 2017. Os resultados desse estudo denotaram que existe uma crescente busca e interesse dos profissionais de saúde pelas técnicas de geoprocessamento no monitoramento e estudos epidemiológicos da leptospirose.

Ferramentas e técnicas de geoprocessamento

Outras ferramentas de geoprocessamento essenciais para o desenvolvimento científico são as plataformas de acesso livre do Ministério da Saúde que expressam resultados sobre os dados epidemiológicos, as áreas de risco, sexo mais acometido, escolaridade, nascimento, curas e óbitos das doenças de notificação compulsória (BRASIL,2006).

Podemos mencionar o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Sistema de Nascidos Vivos (SINASC) e Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) (BRASIL, 2023), além dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sistemas de Posicionamento Global (GPS), como ferramentas de geoprocessamento essenciais para o mapeamento de dados e medidas de intervenções na saúde pública (BRASIL, 2006).

No presente estudo para identificar aglomerados de alto e baixo risco para a ocorrência da leptospirose no espaço, tempo e espaço-tempo no estado do Acre entre 2001 a 2022 foram utilizadas diversas ferramentas de geoprocessamento. Para a análise dos casos confirmados de leptospirose autóctones e os dados demográficos do estado do Acre foram extraídos pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN e disponibilizados eletronicamente pelo DATASUS, Ministério da Saúde, Brasil. Porém, para identificação de aglomerado de alto e baixo risco de leptospirose, no espaço, no tempo e no espaço-tempo no estado foi usado o software SaTScan.

Epidemiologia geográfica

De acordo com Mullner (2023), a Epidemiologia é a ciência que estuda os fatores e a distribuição das doenças nas populações, utilizando a estatística para inferir taxas de mortalidade, incidência e prevalência. Os dados epidemiológicos na saúde pública são utilizados em todo o mundo para estabelecer os parâmetros de determinadas doenças e traçar medidas de intervenções para o devido controle.

A Epidemiologia geográfica é um dos ramos da epidemiologia, Barcelos (2000) em seus estudos sobre os elos entre geografia e epidemiologia demonstra que a utilização do espaço no setor saúde tem se alavancado com o progresso acesso a dados epidemiológicos, disposição de ferramentas cartográficas e estatísticas

computadorizadas. Através da utilização dessas ferramentas de geoprocessamento é possível propor um delineamento sobre o processo de saúde/doença baseando-se em variáveis espaciais e na relação das características ambientais.

Rodrigues et al. (2023) realizando um estudo epidemiológico sobre acidentes ofídicos no oeste da Amazônia brasileira concluiu que as características geográficas influenciaram significativamente no desfecho do agravo no espaço-tempo. As vítimas residentes nas comunidades mais distantes de uma unidade hospitalar onde levavam até quarenta e oito horas para receber o soro antiofídico tiveram os piores desfechos, como amputação de membros.

Estudos ecológicos

Os estudos epidemiológicos do tipo ecológico são exemplos da utilização de técnicas de análises espaciais que usam as áreas geográficas para análise observacional. A análise de uma patologia no espaço tempo, além de estimar resultados epidemiológicos em uma única realização de um processo que é probabilístico e que se procura identificar (BRASIL, 2007).

Os estudos ecológicos são necessários para compreender o risco do adoecimento entre heterogêneos grupos populacionais. As dimensões corretamente compreendidas partindo do nível ecológico para o individual, e as relações entre eles, possibilitam uma melhor compreensão da saúde pública através de uma abordagem ecológica. As ferramentas de geoprocessamento adequadas permitem controlar possíveis fatores de confusão e evitar vieses de análise (BRASIL, 2007).

Marteli et al. (2020) realizaram um estudo ecológico retrospectivo realizado por sobre a distribuição espacial e temporal de casos confirmados da leptospirose em escala nacional no período entre 2007 e 2017. Utilizaram técnicas de geoprocessamento por análise de padrões pontuais e por mapas de densidade Kernel. Através dessas ferramentas concluíram que nesse período o Brasil registrou 42.310 casos confirmados de leptospirose e as regiões Sul e Norte foram as mais prevalentes.

Estatística Espacial – Sistema de Informações Geográficas – SIG

Análise espacial

Estatística espacial é essencial na saúde pública para identificar, analisar e localizar os agravos e desfechos no espaço tempo. Análise espacial utiliza o Sistema de Informações Geográficas – SIG para fornecer um mapeamento dos fenômenos associando os fatores determinantes e a distribuição espacial (BRASIL, 2007).

Gomes (2015) em seu estudo afirma que para construção dos indicadores de saúde é fundamental realizar a análise espacial dos dados, por meio de elaboração de mapas ou tabulação de dados. A partir disso é possível identificar as áreas com maior quantitativo de casos de uma doença ou agravo, ou análise exploratória dos dados através da modelagem matemática e ferramentas geoestatística.

Um estudo ecológico realizado por Alves (2023) através da análise espacial sobre os fatores socioeconômicos associados à leptospirose no estado do Acre, Amazônia ocidental brasileira entre 2007 a 2020, identificaram que os municípios Porto Acre, Rio Branco, Cruzeiro do Sul e Bujari foram os clusters de maiores risco para leptospirose.

Análise temporal

A análise temporal busca conhecimentos sobre a movimentação recente das medidas de interesse em saúde, supondo os resultados e os determinantes que possam interferir sobre eles. Séries temporais foram definidas como “sequências de dados quantitativos relativos a momentos específicos e estudados segundo sua distribuição no tempo” (ANTUNES; CARDOSO, 2015).

Marteli et al. (2023) realizaram um estudo sobre a tendência temporal histórica de casos confirmados de leptospirose e a precipitação em bacias hidrográficas brasileiras. Identificaram tendências nas bacias da região Norte do país, localizadas em Manaus, Rio Branco e Santarém, relacionando a variação de casos de leptospirose e a precipitação.

Análise espaço-temporal

A análise espaço-temporal é a mudança de uma determinada área em um tempo para uma outra em um segundo tempo diferente. Considerando a ocorrência de agravo

em um local num período específico e o deslocamento deste em um período posterior, sendo que esses espaços-tempos podem ou não estar conectados de maneiras distintas (MARTENSEN et al., 2017).

Cerveira et al. (2020) realizaram um estudo espaço-temporal com base nos casos confirmados de leptospirose entre 2001 a 2017 no estado do Pará. A análise espaço-temporal foi realizada no software SaTScan para detecção de clusters e os mapas foram gerados no software QGIS. Nesse estudo os municípios de Belém e Santarém se mantiveram entre as maiores taxas de incidência de leptospirose durante os 16 anos de estudos.

A análise espacial, temporal e espaço temporal e a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) na área da saúde denota as relações entre as doenças infecciosas com as características ecológicas ambientais. Permite um delineamento mais exato e específico das doenças e a identificação de heterogeneidade espacial nas regiões estudadas (FLAUZINO et al., 2009).

One Health Commission (2020) destaca que a visão de saúde pública é uma abordagem colaborativa, interdisciplinar do nível mais simples (nível local) para o mais amplo (nível global). Estabelece relações entre saúde adequada, bem-estar e conexões entre os seres vivos e o meio ambiente (ONE HEALTH COMMISSION, 2020).

Sistema de Informações Geográficas – SIG – Aplicações

As principais aplicações do Sistema de Informações Geográficas – SIG são: o mapeamento de doenças a identificação de aglomerados espaciais (*cluster*) e o monitoramento de problemas ambientais. O mapeamento de doenças caracteriza-se em descrever o processo de distribuição espacial, tendo por objetivo a avaliação da variação geográfica para identificar diferenciais de risco, orientar a alocação de recursos e levantar hipóteses etiológicas. Nos estudos ecológicos na área da saúde o mapeamento é fundamental para explicar a incidência da doença ou agravo e seus fatores etiológicos (BRASIL, 2007).

Os aglomerados de alto e baixo risco são denominados de cluster. Considerado o foco da análise de dados espaciais e podem ser originados por agentes infecciosos, contaminação ambiental localizada, efeitos colaterais de tratamentos. Cada situação com suas peculiaridades e técnicas particulares (BRASIL, 2007).

Estudos realizados na Samoa Americana (RAGHAVAN et al., 2012) e na Austrália (SUWANPAKDEE et al., 2015) utilizando o SIG, demonstraram que os clusters de alto risco para os casos de leptospirose estavam diretamente associados com as mudanças ambientais e climáticas. Para compreender a distribuição espacial da leptospirose ao longo das décadas foi necessário a utilização de SIG. Dentre elas técnicas de sobreposição de mapas de características topográficas, como elevação e características climáticas, como índices de chuva com mapas de caso representados na forma de clusters (GONÇALVES et al., 2016; BARCELLOS; SABROZA, 2000).

No Brasil estudos epidemiológicos para a identificação de aglomerados espaciais para os casos de leptospirose nos últimos anos utilizando análise espacial e o SIG. Demonstram que a doença tem comportamento heterogêneo em cada região do país, enquanto os clusters de alto risco no Sudeste estão associadas as áreas com maiores ocorrências de inundações (GUIMARÃES et al., 2014), na região Norte tem como um dos fatores predominantes a insuficientes condições sanitárias (GONÇALVES et al., 2016).

O monitoramento de problemas ambientais na área da saúde pode minimizar significativamente a alta incidência de doenças no espaço-tempo. As medidas adequadas de saneamento básico, o descarte e destinação correta do lixo urbano, drenagem e canalização de rios e córregos, prevenindo a ocorrência de enchentes evitam o contágio de diversas endemias no país como a leptospirose e a dengue (SILVA et al., 2021).

Estruturação de um SIG

Os Sistema de Informações Geográficas são constituídos por objetos geográficos que são os fenômenos do mundo real, digitalizados por instrumentos específicos e com finalidades preestabelecidas. A sua representação pode ser vetorial, onde a unidade de armazenamento é o ponto ou matricial, onde a unidade é o pixel, representados por vetores, pontos ou áreas (BRASIL, 2007).

Por atributos que são considerados o conjunto de dados tabulares de SIG, com variáveis dispostas nas colunas (cujos nomes funcionam como chave de identificação do conteúdo das células) e registros de dados dispostos nas linhas. As variáveis podem ser classificadas em: alfanuméricas (números e caracteres); numéricas (números); e em datas (BRASIL, 2007).

Esses dados são denominados dados geográficos e descrevem um objeto do mundo real em termos de sua posição em relação a um sistema de coordenadas conhecidas (latitude e longitude), de suas relações espaciais com outros objetos (como pertinência, vizinhança e distância), e de suas propriedades medidas ou observadas (BRASIL, 2007).

A figura 7 mostra o fluxo do processo de aquisição e conversão de dados geográficos em informações geográficas, e sua posterior utilização na geração de ações de controle.

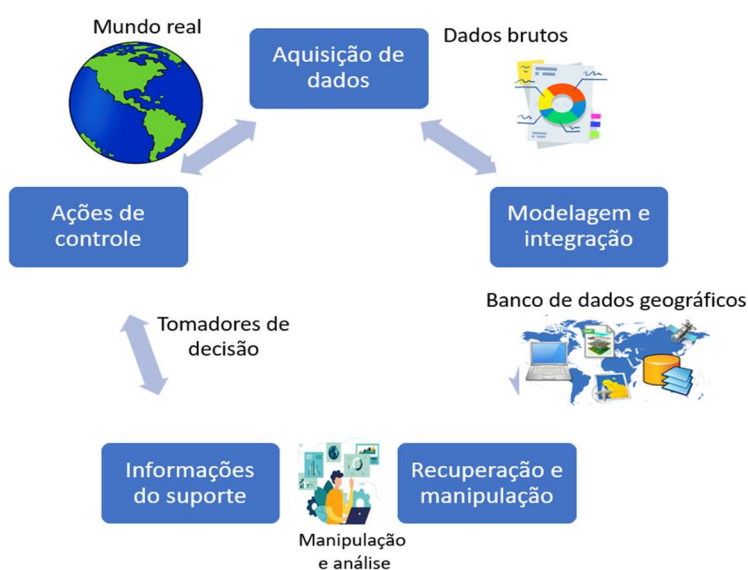


Figura 7 - Ciclo de coleta de dados e utilização de informações.

A aquisição de dados digitais para a construção de um SIG pode ser efetuada utilizando-se diversas metodologias, como: a digitalização de dados, usando-se uma mesa digitalizadora ou scanner. O sensoriamento remoto utiliza-se imagens de satélite ou aerolevantamentos. O levantamento de campo utiliza técnicas de topografia ou aparelhos receptores de Sistemas de Posicionamento Global (GPS) (BRASIL, 2007).

Após a estruturação de um SIG é necessário a incorporação de dados gráficos (novos objetos cartográficos) e não-gráficos (tabelas com dados), para análise. Sendo avaliado as unidades espaciais escolhidas e a geometria, e a correta localização geográfica dos mapas (sistema de projeção) (BRASIL, 2007).

A importação de atributos para um ambiente SIG pode ser processada por meio de uma nova camada de elementos geográficos. Estes se associam geometricamente com a camada base para análise e através uma nova tabela que será ligada temporariamente à tabela dos objetos da camada geográfica correspondente (georreferenciamento) espacial – associação direta (geocódigo) e associação por aproximação (endereço). Uma das

propriedades do SIG é a ligação entre dados gráficos e não-gráficos, isto é, entre objetos geográficos e seus atributos. Essa propriedade permite elaborar mapas temáticos sobre indicadores que são calculados para cada objeto geográfico (BRASIL, 2007).

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) aliados a análises estatísticas espaciais são de extrema importância para estudos epidemiológicos, espaciais e temporais da leptospirose (SOUZA et al., 2021; MARTELI et al., 2020).

Indicadores de saúde, ambiente e população

Os indicadores de saúde são instrumentos que caracterizam uma determinada ação ou fenômeno que pode estar associada ao ambiente, indivíduo ou uma população, podem ser expressos por meio de números absolutos, de proporções e de coeficientes ou taxas (BRASIL, 2007),

Para caracterizar uma situação saúde é necessário que os indicadores quantitativos e qualitativos estejam bem delineados. Devido as necessidades e problemas variarem de grupos e regiões, por exemplo, a falta de água evidenciada no Nordeste do país não é um problema recorrente na região Norte. Essa análise é muito importante porque os perfis de morbidade e mortalidade resultam da interação entre a presença de situações-problema e a capacidade de resposta de cada população a partir da sua organização social frente a estas necessidades (BRASIL, 2006).

Partindo do pressuposto populacional ações que abrangem desde o individual quanto ao coletivo (acesso a saúde, infraestrutura e saneamento básico). Essas são precedidas de ações de caráter preventivo e curativo como diagnóstico precoce de doenças, assistência e imunização. Por outro lado, os indicadores socioambientais visam identificar as desigualdades entre grupos de população em territórios específicos, a heterogeneidade nessa análise espacial é fundamental (BRASIL, 2006).

Ações de prevenção coletiva tais como saneamento básico de qualidade, controle de roedores, drenagem da água das chuvas e ações individuais como limpeza peridomiciliar e utilização de equipamentos de proteção individuais ao lidar com a agricultura são medidas que minimizam a incidência de casos de leptospirose (WHO, 2023; SINAM, 2023).

Para a determinação de áreas, grupos socioespaciais de maiores riscos e medidas de intervenções faz-se necessário a escolha do indicador e da unidade espacial. Essa escolha depende de um conjunto de sistemas de informação, compreendido como meios que permitem a coleta, armazenamento, processamento e recuperação de dados (BRASIL, 2006).

Por outro lado a descontinuidade de coleta de dados, baixa cobertura da rede de amostragem, atraso ou desatualização de dados, bem como as mudanças de metodologia, podem prejudicar a identificação de tendências espaço-temporais de fatores sociais e ambientais (BRASIL, 2006).

Distribuição espacial de um agravo em saúde

Os indivíduos, populações e comunidades estão sujeitos de formas distintas de serem acometidos por uma enfermidade, as causas podem depender da localização geográfica, estilo de vida, sexo, educação, condições sociais, ambientais e econômicas. Os problemas e necessidades de uma população, as medidas governamentais adotadas para fornecer uma saúde de melhor qualidade definem a situação saúde de uma população ou região (BRASIL, 2006).

Como exemplo dessa distribuição espacial de um agravo em saúde podemos citar as doenças infecciosas negligenciadas que põem em risco mais de 200 milhões de pessoas, como a leptospirose, acidentes ofídicos, hanseníase, dengue, leishmaniose, esquistossomose. Consideradas patologias que afetam principalmente a população com maior vulnerabilidade socioeconômica e desprovidos de condições sanitárias inadequadas, predominante em países tropicais e subtropicais (WHO, 2023).

O perfil epidemiológico de uma população é o resultado das necessidades e problemas da população com os investimentos econômicos utilizados para sanar essas questões. O conceito de saúde está intimamente relacionado com os fatores determinantes e condicionantes culturais, sociais e psicossociais, ambientais e geográficos no espaço tempo que muitas das vezes é prejudicada por desigualdades e injustiças sociais (BRASIL, 2006).

REFERÊNCIAS

ADLER, B.; DE LA PEÑA MOCTEZUMA, A. *Leptospira* e leptospirose. **Microbiologia veterinária**, v. 140, n. 3-4, p. 287-296, 2010.

AHMED, N.; et al. Método de tipagem de sequência multilocus para identificação e classificação genotípica de espécies patogênicas de *Leptospira*. **Anais de microbiologia clínica e antimicrobianos**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2007.

ALBUQUERQUE, N. F. O papel das capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), como portadoras de *Leptospiras* em áreas rurais e urbanas na Amazônia ocidental. **Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável da Amazônia Ocidental**, Universidade Federal do Acre, 2016.

ALSTON J. M; BROWN H. C. The Epidemiology of Weil's Disease: (Section of Epidemiology and State Medicine). **Proceedings of the Royal Society of Medicine**, v. 30, n. 6, p. 741-56, 1937.

ALVES, L. A. Soroepidemiologia da leptospirose em mulheres gestantes do município de Londrina – PR. 2008. 43f. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)** – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000135392>>. Acesso em: 09 fev. 2023.

ALVES, M. R. Fatores socioeconômicos associados à leptospirose no estado do Acre, Amazônia ocidental brasileira (2007-2020). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 44, n.1, p. 97-110, 2023.

ANTUNES, J. L. F.; CARDOSO, M. R. A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 3, p. 565-576, 2015.

ARAGÃO, H. B. Sobre a presença da Espiroqueta icterohaemorrhagiae nos ratos do Rio de Janeiro. **Brasil-Médico, Rio de Janeiro**, v. 31, p. 329-330, 1917.

BARCELLOS, C. Elos entre geografia e epidemiologia. **Cadernos De Saúde Pública**, v. 16, n. 3, p. 607–609, 2000.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. C. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in western Rio de Janeiro: a geographical approach. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 10, p. 301-313, 2000.

BARNABÉ, N. N. C.; et al. “Bovine Leptospirosis in Caatinga Biome, Brazil: New Insights into Diagnosis and Epidemiology.” **Tropical medicine and infectious disease** v. 8,3 p. 177. 17, 2023.

BARRAGAN, V.; et al. “Critical Knowledge Gaps in Our Understanding of Environmental Cycling and Transmission of *Leptospira* spp.” **Applied and environmental microbiology** vol. 83, n. 9, e01190-17., 2017.

BOUVET, J.; et al. “A canine vaccine against *Leptospira* serovars *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola* and *Grippotyphosa* provides cross protection against *Leptospira* serovar Copenhageni.” **Veterinary immunology and immunopathology** v. 219, p. 109985, 2020.

BRASIL, 2007. Ministério da Saúde. **Abordagens espaciais na Saúde Pública**. Brasília – DF, v. 1, p. 139, 2006.

BRASIL, 2007. Ministério da Saúde. **Introdução á Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Brasília – DF, v. 3, p. 124, 2007.

BRASIL, 2007. Ministério da Saúde. **Sistemas de Informações Geográficas e análise espacial na Saúde Pública**. Brasília – DF, v. 2, p. 152, 2007.

BRASIL, 2023. **Sistemas de Informação em Saúde**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/vigilancia-de-doencas-chronicas-nao-transmissiveis/sistemas-de-informacao-em-saude>. Acesso em: 15 out. 2023.

BRASIL, 2017. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN)**. Brasília, 2017.

BUZZAR, M. R. Perfil epidemiológico da leptospirose no estado de São Paulo no período de 2007 a 2009. In: **Anais da 1ª Conferência Internacional em Epidemiologia**, São Paulo, 2010.

CERQUEIRA, G. M.; PICARDEAU, M. A century of *Leptospira* strain typing. *Infection, Genetics and Evolution*, v. 9, p. 760-768, 2009.

CERVEIRA, R. A.; et al. Spatio-temporal analysis of leptospirosis in Eastern Amazon, State of Pará, Brazil. **Revista Brasileira De Epidemiologia**, v. 23, e200041, 2020.

CLAZER, M. Leptospirose e seu aspecto ocupacional - revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinária e Zoologia-UNIPAR, Umuarama**, v.18, n. 3, p. 191-198, 2015.

DATASUS. SINAN, **Sistema de Informação de Agravos de Notificação**. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>> Acesso em: 19 set. 2023.

DOUCHET, L.; et al. Unraveling the invisible leptospirosis in mainland Southeast Asia and its fate under climate change. **Science of The Total Environment**, v. 832, p. 155018, 2022.

DUARTE, J. L.; GIATTI, L. L. Incidência da leptospirose em uma capital da Amazônia Ocidental brasileira e sua relação com a variabilidade climática e ambiental, entre os anos de 2008 e 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, n. 1, 2019.

ESTEVES, B. S.; et al. “Efficacy of commercially available vaccines against canine leptospirosis: A systematic review and meta-analysis.” **Vaccine** v. 40, n. 12, p. 1722-1740., 2022.

FAINE, S. et al. *Leptospira* e Leptospirose. **MedSci**, Melbourne, 1999.

FAPESP, 2017. *Leptospira* em capivaras do oeste da Amazônia. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/leptospira-em-capivaras-do-oeste-da-amazonia/>. Acesso em: 05 out. 2023.

FLAUZINO, R. G.; et al. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panamericana de Saúde Pública**, v. 25, n. 5, p. 456-461, 2009.

- FONSECA, Z.A. A. S.; et al. Roedores como um problema de saúde pública: experiência de programa de controle. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia-PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 36, 2011.
- FRAGA, T. R. et al. Leptospirosis: Aspects of Innate Immunity, Immunopathogenesis and Immune Evasion From the Complement System. **Scandinavian Journal Of Immunology**, v. 73, n. 5, p.408-419, 2011.
- GAKLIK, K. C.; BERLEZI, E. M. Incidência de leptospirose nas regiões brasileiras entre os anos de 2015 a 2019: um alerta para a região sul. **Salão do Conhecimento**, v. 7, n. 7, 2021.
- GALAN, D. I.; et al. Epidemiology of human leptospirosis in urban and rural areas of Brazil, 2000–2015. **Plos one**, v. 16, n. 3, p. e0247763, 2021.
- GOMES, E. C. S. Conceitos e ferramentas da epidemiologia. **Ed. Universitária da UFPE**, Recife. 83 p. 2015.
- GOMES, M. J. P. Gênero *Leptospira* spp. **FAVET - UFRGS**. 2015.
- GONÇALVES, N. V.; et al. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 12, p. 3947-3955, 2016.
- GUIMARÃES, R. M., et al. Temporal analysis of the relationship between leptospirosis and the occurrence of flooding due to rainfall in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2007-2012. **Science & Collective Health**, v.19, n.9, p.3683-3692, 2014.
- HAAKE, D. A.; LEVETT, P. N. Leptospirosis in humans. **Curr Top Microbiol Immunol**, v. 387, p. 65–97, 2015.
- INADA, R.; et al. The etiology, mode of infection, and specific therapy of Weil's disease (spirochaetosis icterohaemorrhagica). **J Exp Med**, v. 23, p. 377–402, 1916.
- KO A. I.; et al. *Leptospira*: the dawn of the molecular genetics era for an emerging zoonotic pathogen. **Nat Rev Microbiol**, v. 7, p. 736–47, 2009.
- LARA, J. M.; et al. Leptospirose no município de Campinas, São Paulo, Brasil: 2007 a 2014. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190016, 2019.
- MACHRY, L.; et al. Caracterização de cepas de referência de *Leptospira* sp utilizando a técnica de pulsedfield gel electrophoresis. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 2, p. 166-169, 2010.
- MARTELI, A. N.; et al. Análise de séries temporais da leptospirose em bacias hidrográficas. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, ISBN. 978-65, 2023.
- MARTELI, A. N.; et al. Análise espacial da leptospirose no Brasil. **Saúde Em Debate**, v. 44, n. 126, p. 805–817, 2020.
- MARTENSEN, A. C.; et al. Spatio-temporal connectivity: assessing the amount of reachable habitat in dynamic landscapes. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 8, p. 1253-1264, 2017.

McDOWEL, A. Do icterícia epidemicus. **Arquivos Brasileiros de Medicina**, v. 7, p. 635-645, 1917.

MULLNER, R. M. Epidemiology. Encyclopedia Britannica, **Britannica**. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/epidemiology/Basic-concepts-and-tools>. Acesso em: 14 out. 2023.

OLIVEIRA, S. V.; et al. Reservatórios animais da leptospirose: uma revisão bibliográfica. **Saúde (Santa Maria)**, v. 39, n 01, p. 9-20, 2013.

OLIVEIRA, T. V. S. Fatores socioambientais associados a eventos hidrometeorológicos externos na incidência de leptospirose no município do Rio de Janeiro - 1997 a 2009. Rio de Janeiro: **ENSP**, 2013.

ONE HEALTH COMMISSION. **What is One Health?** Disponível em: https://www.onehealthcommission.org/en/why_one_health/ Acesso em: 16 out. 2023.

PELLISSARI, D. M.; et al. Revisão sistemática dos fatores associados à leptospirose no Brasil, 2000-2009. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 20, n. 4, p. 565-574, 2011.

RAGHAVAN, R.; et al. Neighborhood-level socioeconomic and urban land use risk factors of canine leptospirosis: 94 cases (2002-2009). **Preventive Veterinary Medicine**, v. 106, p. 324- 331, 2012.

RIBEIRO, M. A., et al. Georreferenciamento: ferramenta de análise do sistema de saúde de Sobral - Ceará. **SANARE, Sobral - CE**, v. 13, n. 2, p. 63-69, 2014.

RODRIGUES, T. S. N., et al. Morbidity survey of the history of snakebites in different communities in the alto Juruá, western Brazilian Amazon. **Toxicon**, v. 224, p. 107033, 2023.

SANTOS, F. F. S; ARAÚJO, H. M. Clima e Fatores socioambientais na configuração espacial da Leptospirose em Aracaju/SE. **Revista Equador**, v. 10, n. 01, p. 303-328, 2021.

SCHNEIDER M. C.; et al. Leptospirosis in Latin America: exploring the first set of regional data. **Revista Panamericana de Salud Pública**. v. 41, p. 81, 2017.

SILVA, A. P.; et al. Leptospirosis presenting as ascending progressive leg weakness and complicating with acute pancreatitis. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 15, n. 5, p. 493-497, 2011.

SILVA, A.E.P.; CONCEIÇÃO, G. M. S.; CHIARAVALLOTI NETO, F. Análise espacial e fatores associados à leptospirose em Santa Catarina, Brasil, 2001-2015. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, p. e20200466, 2020.

SOARES, T. S. M.; et al. Análise espacial e sazonal da leptospirose no município de São Paulo, SP, 1998 a 2006. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, p. 283-291, 2010.

SOBRAL, A., SOUZA-SANTOS, R. **Importância do Geoprocessamento nas Análises em saúde**. Departamento de Endemias Samuel Pessoa, da Escola Nacional de Saúde Pública - Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <https://nehma.ufba.br/noticias/importancia-do-geoprocessamento-nas-analises-em-saude>. Acesso: 15 out. 2023.

SOUZA, I. P. O. Análise estatística espacial de áreas de susceptibilidade à ocorrência de leptospirose, usando geoprocessamento, no município do Rio de Janeiro - RJ, 2007-2017. Tese (doutorado). **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, 105 f, 2021.

SOUZA, V. M. M.; et al. Anos potenciais de vida perdidos e custos hospitalares da leptospirose no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 6, p. 1001-1008, 2011.

SUWANPAKDEE, S.; et al. Spatio-temporal patterns of leptospirosis in Thailand: is flooding a risk factor? **Epidemiology & Infection**, v. 143, n. 10, p. 2106-2115, 2015.

TOGAMI, E.; et al. A large leptospirosis outbreak following successive severe floods in Fiji, 2012. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 99, p. 849-851, 2018.

UGHINI-GRAS, L.; et al. Application of an integrated outbreak management plan for the control of leptospirosis in dairy cattle herds. **Epidemiol. Infect.**, v. 142, p. 1172–1181, 2014.

VALVERDE, M. A.; et al. Arenal, um novo sorovar de *Leptospira* do sorogrupo Javanica, isolado de um paciente na Costa Rica. **Infecção, Genética e Evolução**, v. 8, n. 5, p. 529-533, 2008.

VIEIRA, A. S et al. “Detection of wild animals as carriers of *Leptospira* by PCR in the Pantanal biome, Brazil.” **Acta tropica**, v. 163 p. 87-9, 2016.

WHO, 2023. **Doenças tropicais negligenciadas: OPAS pede fim dos atrasos no tratamento nas Américas**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/28-1-2022-doencas-tropicais-negligenciadas-opas-pede-fim-dos-atrasos-no-tratamento-nas>. Acesso em: 15 out. 2023.

WHO. **Leptospirosis. 2023**. Disponível em: <https://www.who.int/topics/leptospirosis/en/> Acesso: 19 set. 2023.

ZAVITSANOU, A.; BABATSIKOU, F. Leptospirosis: epidemiology and preventive measures. **Health Science Journal**, v. 2, p. 75-82, 2008.

CAPÍTULO 2 - ANÁLISE ESPACIAL, TEMPORAL E ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE LEPTOSPIROSE NO ACRE, 2001-2022

Kívia Roberta Costa da Silva¹, Ana Elisa Pereira da Silva², Francisco Chiaravalloti Neto², Leonardo Augusto Kohara Melchior¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde na Amazônia Ocidental, Universidade Federal do Acre.

²Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

RESUMO

Introdução: Entre 2001 e 2022, o estado do Acre apresentou a maior incidência de leptospirose no Brasil. O risco relativo da doença no Acre foi 3,67 vezes superior ao Amapá, estado com a segunda maior incidência, e 8,46 vezes superior a incidência nacional. **Objetivo:** Identificar aglomerados de alto e baixo risco para a ocorrência da leptospirose no espaço, tempo e espaço-tempo no estado entre 2001 e 2022. **Métodos:** Estudo ecológico realizado a partir de casos notificados obrigatoriamente pelos serviços de saúde do Brasil. Para a análise de aglomerados no espaço, espaço-tempo e variação temporal, utilizou-se o SaTScan. A tendência temporal foi analisada pela regressão linear de Prais-Winsten. A sazonalidade da leptospirose foi estimada pela incidência mensal, e os perfis epidemiológicos foram determinados pelas incidências por sexo e faixa etária. **Resultados:** Observou-se um aglomerado espacial (RR: 2,94) e espaço-temporal (RR: 9,51) de alto risco em Rio Branco, Bujari e Porto Acre, com maior risco entre 2013 e 2015. Identificou-se também outro aglomerado espacial de alto risco em Cruzeiro do Sul (RR: 1,31). Esses municípios e seus vizinhos apresentaram uma tendência temporal crescente nos casos, com porcentagem de incremento anual variando entre 6% e 10%. Por outro lado, os demais municípios do estado mostraram tendência temporal estacionária. A sazonalidade ocorreu principalmente no mês de março. A doença afetou sobretudo homens com idades entre 20 e 59 anos, seguidos por jovens de 10 a 19 anos. No entanto, o risco relativo de leptospirose em mulheres idosas foi 2,1 vezes maior do que em homens idosos (IC 95% = 1,6; 2,9). **Conclusão:** Nossos achados revelam padrões heterogêneos na incidência de leptospirose no espaço, no tempo e no espaço-tempo. Portanto, é necessário agir com maior ou menor intensidade em determinados locais e períodos para prevenção ou controle da enfermidade. A utilização de ferramentas pela vigilância epidemiológica, como o SaTScan, auxilia na identificação de onde e quando concentrar maiores esforços para realizar intervenções.

Palavras-Chaves: Análise Espaço-Temporal; Ecossistema Amazônico; *Leptospira*.

ABSTRACT

Introduction: Between 2001 and 2022, the state of Acre had the highest incidence of leptospirosis in Brazil. The relative risk of the disease in Acre was 3.6 times higher than in Amapá, which had the second-highest state incidence. **Objective:** To identify clusters of high and low risk for leptospirosis occurrence in spatial, temporal, and spatiotemporal dimensions within the state between 2001 and 2022. **Methods:** An ecological study conducted using cases reported by the health services of Brazil. SaTScan was employed for the analysis of spatial, spatiotemporal clusters, and temporal variations. Temporal trends were analyzed using Prais-Winsten linear regression. Leptospirosis seasonality was estimated by monthly incidence, and epidemiological profiles were determined by gender and age group incidences. **Results:** A spatial cluster (RR: 2.94) and a spatiotemporal cluster (RR: 9.51) of high risk were observed in Rio Branco, Bujari, and Porto Acre, with the highest risk between 2013 and 2015. Another spatial cluster of high risk was also identified in Cruzeiro do Sul (RR: 1.31). These municipalities and their neighbors exhibited an increasing temporal trend in cases, with an annual percentage increase ranging from 6% to 10%. Conversely, other municipalities in the state showed a stationary temporal trend. Seasonality was primarily observed in the month of March. The disease predominantly affected men aged 20 to 59, followed by youths aged 10 to 19. However, the relative risk of leptospirosis in elderly women was 2.1 times higher than in elderly men (95% CI = 1.6; 2.9). **Conclusion:** Our findings reveal heterogeneous patterns in the incidence of leptospirosis across space, time, and spatiotemporal dimensions. Therefore, it is necessary to act with varying intensity in specific locations and periods to prevent or control the disease. The use of tools by epidemiological surveillance, such as SaTScan, assists in identifying where and when to focus greater efforts for interventions.

Keywords: Amazonian Ecosystem; Spatio-Temporal Analysis; *Leptospira*.

INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma doença cosmopolita infecciosa febril aguda, causada por bactérias do gênero *Leptospira* (WHO, 2023). É transmitida diretamente ou indiretamente de animais para seres humanos. Normalmente, a contaminação ocorre pela exposição da pele e mucosas a água contaminada por urina de animais infectados, especialmente ratos

(WHO, 2023). A doença está fortemente associada a eventos hidrológicos, sobretudo, em áreas tropicais e subtropicais com alta pluviosidade, bem como, locais de urbanização precária e acúmulo de lixo (SILVA et al., 2022).

Embora a incidência por leptospirose no mundo não seja conhecida com precisão, estima-se que, a doença é uma das principais causas de morbidade por zoonoses no mundo (COSTA, 2015). No Brasil, entre 2001 e 2022, foram registrados 76.269 casos da doença, sendo esta, endêmica em todos os estados (SINAN, 2023). O estado do Acre se destacou no período, pois sua incidência de 29,67/100 mil hab., foi 3,67 vezes superior ao segundo estado com maior incidência, o Amapá (8,08/100 mil hab.), e 8,46 vezes superior ao Brasil (3,51 /100 mil hab.) (SINAN, 2023).

Alguns estudos científicos têm empregado técnicas de varredura para investigar se os casos de determinada doença apresentam uma distribuição aleatória no espaço, no tempo e no espaço-tempo (FERREIRA et al., 2023; TURNIER; EPELBOIN, 2019; MELCHIOR; CHIARAVALLI, 2016). Essas ferramentas têm possibilitado a identificação de aglomerados de casos, que são pontos críticos de transmissão da enfermidade. Com base nesses achados, é possível obter uma compreensão mais aprofundada da doença, o que contribui para a implementação de intervenções mais eficazes na prevenção e controle (WHO, 2023; MEDEIROS, 2022; MARTINS; SPINK, 2020).

Desta forma, dado a incidência de leptospirose no Acre ter se destacado no Brasil nas últimas décadas, este estudo propôs identificar aglomerados de alto e baixo risco para a ocorrência da leptospirose no espaço, tempo e espaço-tempo no estado entre 2001 e 2022, possibilitando assim, uma melhor compreensão dos padrões de transmissão da doença.

MÉTODOS

Este trabalho ecológico utilizou o Acre como área de estudo. Este estado localiza-se ao norte do Brasil, na parte sudoeste da Amazônia Ocidental. Possui uma área de 164.173 km² e população estimada de 830.026 habitantes. O rendimento domiciliar mensal per capita é de R\$ 1.038, 00 e o IDH é 0,71 (IBGE, 2023). A economia do estado baseia-se, principalmente, no setor primário (IBGE, 2023). O Acre é recoberto pela floresta Amazônica e possui apenas 13% do seu território desmatado (IBGE, 2023).

Apresenta clima quente e muito úmido, do tipo Am de Köppen. As temperaturas médias mensais variam entre 24°C e 27°C e a pluviosidade atingem anualmente cerca de 2.100 mm. Possui uma estação chuvosa e uma estação seca bem definida, ocorrendo esta, maiormente nos meses de junho, julho e agosto (IBGE, 2023).

Para o estudo, as unidades espaciais foram os ‘municípios do estado do Acre’, e as temporais, os ‘anos de 2001 a 2022’. Para investigação da sazonalidade, a unidade temporal utilizada foi ‘mês’.

Analizou-se neste estudo, os casos confirmados de leptospirose, autóctones do estado do Acre, entre 2001 e 2022. Estes dados foram registrados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN e disponibilizados eletronicamente pelo DATASUS, Ministério da Saúde, Brasil. Os casos foram extraídos por município, sexo (masculino e feminino) e faixa etária (0 a 9 anos, 10 a 19 anos, 20 a 59 anos, 60 anos ou superior) (SINAN, 2023).

Os dados demográficos de 2001 a 2022 foram obtidos através do ‘Estudo de estimativas populacionais por município, sexo e idade, 2000 a 2022’, disponibilizados, também, pelo DATASUS. Estes dados foram extraídos para o estado do Acre por sexo, faixa etária e por município (SINAN, 2023).

Foram considerados casos confirmados, aqueles que atendiam o critério de confirmação clínico-laboratorial (exame positivo para a doença) ou clínico-epidemiológico (história epidemiológica sugestiva nos 30 dias anteriores ao início dos sintomas, como como exposição a enchentes, esgoto, lixo, atividades ocupacionais de risco e presença em área de alto risco para leptospirose) (SINAN, 2023).

As taxas anuais de incidência de leptospirose foram calculadas pela razão entre o número de casos e a população do município, estratificado por sexo e faixa etária, e multiplicado por 100 mil habitantes. A estratificação busca compreender a influência de variações por sexo e faixa etária na população, entre os municípios. O risco relativo foi calculado pela razão das incidências. Este representa o quanto a doença é mais comum neste local e período em comparação com a linha de base (SATSCAN USER GUIDE, 2022).

Para identificação de aglomerado de alto e baixo risco de leptospirose, no espaço, no tempo e no espaço-tempo no estado do Acre, utilizamos estatísticas puramente

espaciais, puramente temporais, espaço-temporais, sazonais e variações espaciais das tendências temporais usando o software SaTScan, versão 10.1.1 (<http://www.satscan.org/>). Por tratar-se de contagens de casos, optamos pelo modelo discreto de Poisson.

Para realizar as estatísticas de varredura, o SaTScan recebeu as seguintes informações: 1) quantidade de casos, por município e ano de ocorrência, estratificado por sexo e faixa etária; 2) população, por município e ano, estratificado por sexo e faixa etária; 3) coordenadas geográficas em latitude e longitude dos centroides dos municípios.

Para garantir estimativas robustas, o teste de Monte Carlo foi realizado com 999 replicações. Para definir o tamanho máximo do cluster espacial em relação à população, o coeficiente de Gini, disponível na estatística de varredura puramente espacial, foi usado para determinar quais clusters espaciais não sobrepostos deveriam ser relatados. O coeficiente de Gini ótimo (ou seja, o maior valor possível com $P < 0,05$) sugere qual proporção da população deve ser usada na composição do cluster.

O método de regressão linear de Prais-Winsten foi utilizado nas análises de tendência temporal, considerando-se os anos avaliados, 2001 a 2022. As taxas de incidência municipal de leptospirose foram transformadas para a escala logarítmica (base 10). Os resultados foram expressos em incremento percentual anual (IPA).

A tendência temporal foi considerada decrescente quando os valores do intervalo de confiança eram negativos; crescente, quando os valores eram positivos; e estacionária, quando os valores do intervalo de confiança incluíam o valor zero. O intervalo de confiança adotado foi de 95% e o nível de significância de 5%. As análises foram realizadas com o uso do software STATA 14.

Este tipo de estudo, por envolver dados de domínio público e sem identificação dos indivíduos, não necessitou ser submetido à aprovação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

RESULTADOS

A análise espacial detectou dois aglomerados de alto risco para leptospirose no Acre no período entre 2001 e 2022. O primeiro formado pelos municípios de Porto Acre (44,1/100 mil), Rio Branco (43,6/100 mil) e Bujari (32,5/100 mil) e o segundo, somente pelo município de Cruzeiro do Sul (36,6/100 mil). O município de Capixaba não foi

relacionado a nenhum aglomerado (26,1/100 mil). Demais municípios foram detectados como aglomerados de menor risco para a doença (Figura 1).

A análise espaço-temporal apresentou novamente os municípios de Porto Acre, Rio Branco e Bujari como aglomerados de alto risco para a doença entre 2013 e 2015 (Figura 1). Considerando o espaço e tempo simultaneamente, o risco relativo nos municípios citados foi de 9,51 vezes as demais localidades atingindo em 2014, meio do período, incidências de 314,0/100 mil em Porto Acre, 214,7/100 mil em Rio Branco e 189,7/100 mil em Bujari.

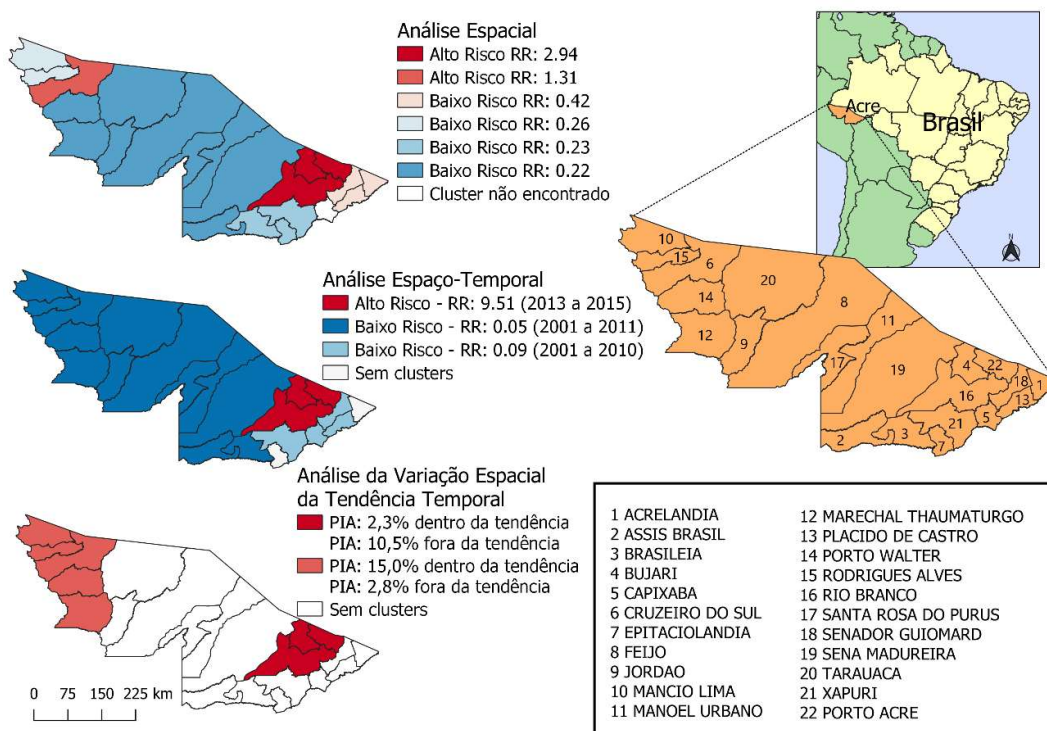


Figura 1 – Aglomerados espaciais, espaço-temporais e variações espaciais das tendências temporais das incidências de leptospirose, municípios do estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022.

A análise espaço-temporal também detectou dois aglomerados de menor risco para a doença, entretanto somente até a primeira década do estudo (2001 - 2011) (Figura 1).

Na segunda década do estudo, de acordo com a análise temporal, o risco relativo para leptospirose no Acre, entre 2013 e 2015, foi 7,12 vezes o restante do período.

A análise da variação espacial da tendência temporal detectou um aumento de 15,0% ao ano para Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves, Porto Walter, Mâncio Lima e

Marechal Thaumaturgo e de 2,3% ao ano para os municípios de Porto Acre, Rio Branco e Bujari dentro da tendência temporal (Figura 1).

Todos os municípios que compõe a microrregião de Cruzeiro do Sul apresentaram tendência temporal crescente da incidência de leptospirose. São eles: Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Marechal Thaumaturgo, Porto Walter e Rodrigues Alves. A porcentagem de incremento anual (PIA) variou entre 6 e 10%. Demais municípios do estado apresentaram tendências temporais estáveis. Ressalta-se que nenhum município apresentou tendência temporal decrescente da incidência da doença (Tabela 1).

Tabela 1 – Tendência temporal da incidência de leptospirose, municípios do estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022.

Municípios	Incidência	Casos	%	PIA	IC 95%	Interpretação
Acrelândia	17,49	51	1,04	0,05	-0,01;0,11	Estável
Assis Brasil	6,37	9	0,18	0,03	-0,01;0,07	Estável
Brasiléia	5,42	27	0,55	0,02	-0,02;0,06	Estável
Bujari	32,51	64	1,30	0,02	-0,06;0,09	Estável
Capixaba	26,17	54	1,10	0,05	-0,03;0,12	Estável
<i>Cruzeiro do Sul</i>	<i>36,62</i>	<i>664</i>	<i>13,53</i>	<i>0,10</i>	<i>0,05;0,15</i>	<i>Crescente</i>
Epitaciolândia	3,13	11	0,22	0,02	-0,02;0,06	Estável
Feijó	12,34	92	1,87	0,06	-0,00;0,11	Estável
Jordão	4,56	7	0,14	0,02	-0,03;0,06	Estável
<i>Mâncio Lima</i>	<i>9,59</i>	<i>34</i>	<i>0,69</i>	<i>0,08</i>	<i>0,05;0,11</i>	<i>Crescente</i>
Manoel Urbano	3,24	6	0,12	0,01	-0,03;0,5	Estável
<i>Mal. Thaumaturgo</i>	<i>4,80</i>	<i>16</i>	<i>0,33</i>	<i>0,06</i>	<i>0,03;0,08</i>	<i>Crescente</i>
Plácido de Castro	10,05	40	0,81	0,03	-0,04;0,09	Estável
<i>Porto Walter</i>	<i>6,52</i>	<i>14</i>	<i>0,29</i>	<i>0,06</i>	<i>0,03;0,10</i>	<i>Crescente</i>
Rio Branco	43,67	3411	69,48	0,04	-0,03;0,10	Estável
<i>Rodrigues Alves</i>	<i>5,93</i>	<i>20</i>	<i>0,41</i>	<i>0,06</i>	<i>0,02;0,09</i>	<i>Crescente</i>
Sta. Rosa dos Purus	4,52	5	0,10	0,02	-0,00;0,05	Estável
Sen. Guiomard	12,00	56	1,14	0,04	-0,02;0,10	Estável
Sena Madureira	5,89	52	1,06	0,02	-0,03;0,07	Estável
Tarauacá	8,96	74	1,51	0,03	-0,01;0,8	Estável
Xapuri	13,11	49	1,00	0,06	-0,01;0,10	Estável

Porto Acre	44,14	153	3,12	0,04	-0,06;0,14	Estável
------------	-------	-----	------	------	------------	---------

Legenda: Incidência = casos/100 mil habitantes; Casos = frequência absoluta de casos no período; % = frequência relativa de casos no período; PIA = porcentagem de incremento anual do número de casos; IC 95% = intervalo de confiança a 95%.

O estudo observou sazonalidade da incidência de leptospirose no Acre, visto que ocorre, sobretudo, no primeiro semestre do ano. Entre 2001 e 2022, a incidência da leptospirose em março (167,2/100 mil hab.) foi 2,18 vezes maior que em fevereiro (76,6/100 mil hab.), segundo mês de maior incidência (IC 95% = 1,98; 2,40) (Figura 2).

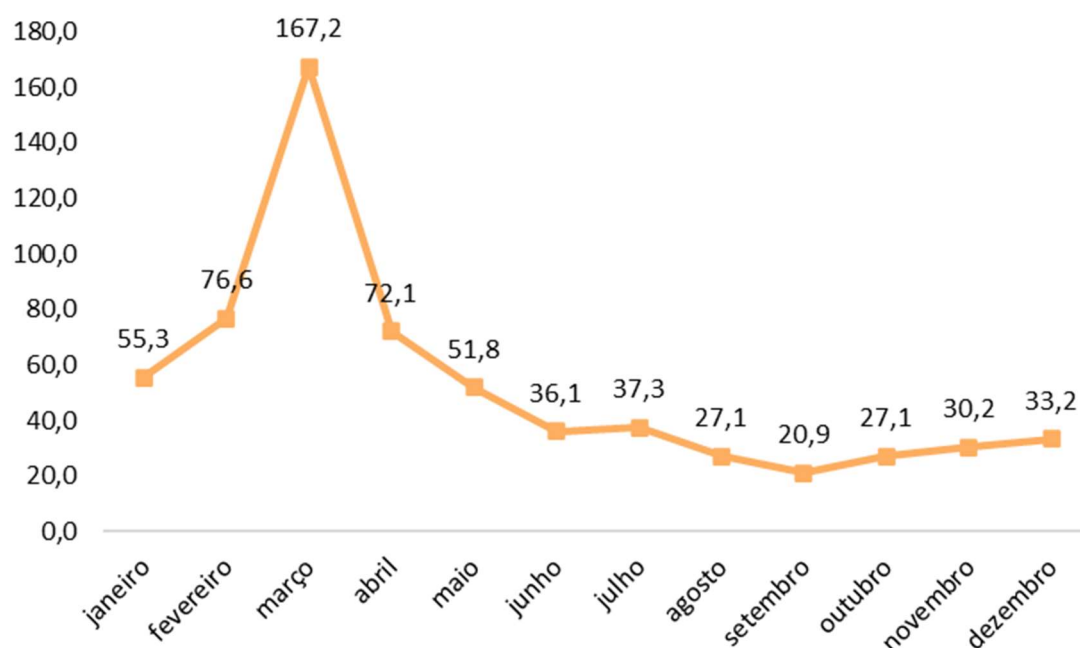


Figura 2 – Série histórica mensal da incidência da leptospirose no estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022 (casos/100 mil hab.).

A incidência de leptospirose no Acre foi maior em indivíduos do sexo masculino na idade produtiva de 20 a 59 anos, seguido por jovens de 10 a 19 anos. Este foi o padrão nas microrregiões do estado, sobretudo, naquelas de maior incidência, Rio Branco e Cruzeiro do Sul (Figura 3). Contudo, destaca-se ainda que ser mulher idosa foi um fator de risco para leptospirose nas microrregiões do estado. Em mulheres idosas, o risco relativo de leptospirose no Acre foi 2,1 maior que em homens idosos (IC 95% = 1,6; 2,9).

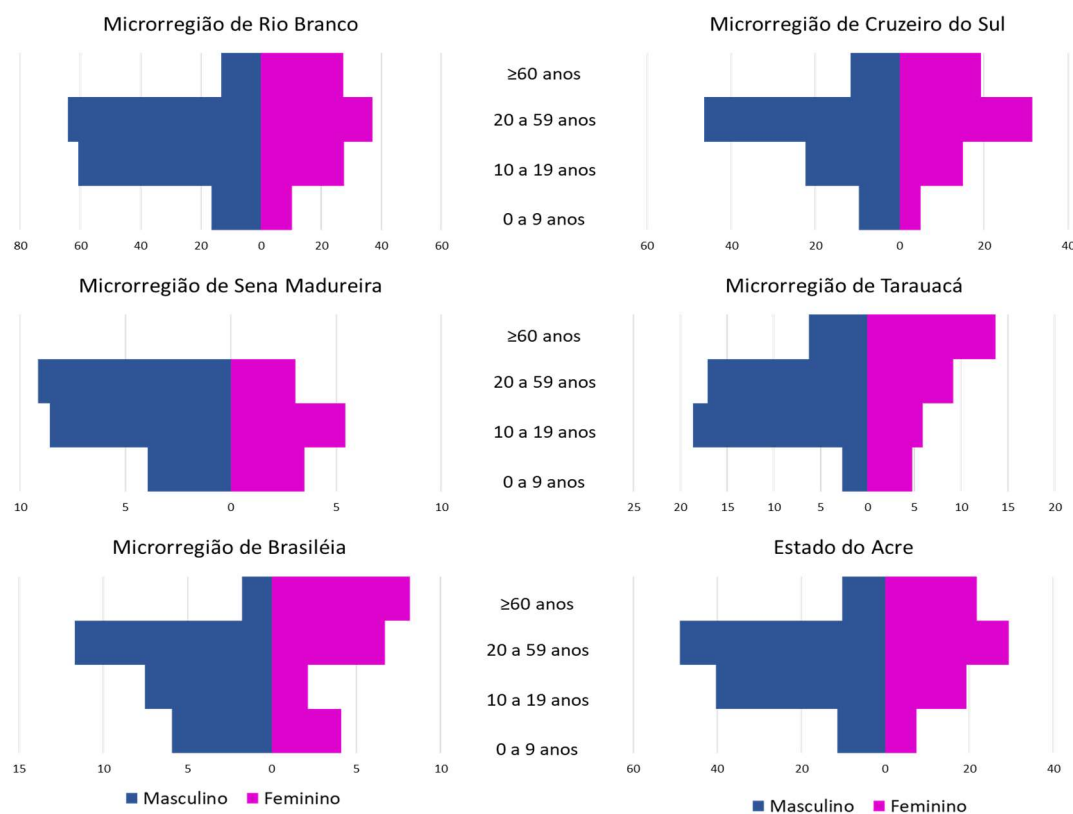


Figura 3 – Perfil epidemiológico por sexo e faixa etária da incidência de leptospirose, microrregiões do estado do Acre, Brasil, 2001 a 2022.

DISCUSSÃO

No Acre, a leptospirose é uma doença endêmica presente em todos os municípios e ocorre em todas as épocas do ano. Entretanto, observou-se dois aglomerados de maior risco para a doença. O primeiro, compostos pelos municípios Rio Branco, Porto Acre e Bujari, e o segundo, o município de Cruzeiro do Sul. Conforme análise espaço-temporal, é importante notar que o primeiro aglomerado ocorreu, sobretudo, nos anos de 2013 a 2015.

Sabe-se que a relação entre leptospirose e inundações já é conhecida há muito tempo. A precipitação e as enchentes, principalmente nas áreas urbanas são fatores de risco e que contribuem para proliferação do agente patogênico da leptospirose no meio ambiente (SILVA et al., 2022; MARTELI et al., 2022; GUIMARÃES et al., 2014).

Em 16 anos dos 22 anos deste estudo (2001 e 2022) o Acre enfrentou enchentes de proporções consideráveis, a maior parte delas classificadas de grau médio, grande ou até extraordinário. Destaca-se a enchente de 2015, quando o rio Acre atingiu marca

histórica ultrapassando mais de 4 metros a cota de transbordamento (DEFESA CIVIL, 2015). Segundo Duarte (2015), 79,1% do crescimento populacional do estado do Acre é considerado de vulnerabilidade social. Em Rio Branco, as margens do Rio Acre foram relatados diversos assentamentos a qual os moradores ficam expostos a uma maior contaminação hidrológica. Por sua vez, Cruzeiro do Sul, segundo maior município do estado, tem parte de seu crescimento populacional às margens do Rio Juruá. Sazonalmente, há grandes precipitações pluviométricas no local o que ocasiona além de agravos humanitários e econômicos, também a proliferação de endemias como a leptospirose (LIMA, 2015).

Entre os anos de 2007 a 2018 foi realizado uma análise espacial dos determinantes socioambientais para leptospirose no município de Itaboraí no Rio de Janeiro (SANTOS et al., 2019), constatou que 71% dos casos de leptospirose concentraram nas áreas de riscos de inundação do Rio Caceribu, desses 34% estavam em localidades precárias sanitárias, correlacionando com os achados nesse estudo que as moradias as margens dos rios no estado do Acre e as condições de moradia tem forte influência na contaminação por leptospirose.

Diversas cidades do estado do Acre, como a capital Rio Branco, Porto Acre e Cruzeiro do Sul, desenvolveram-se as margens de rio, principal meio de locomoção e comércio da época. Com o passar do tempo, houve adensamento populacional e crescimento urbano desordenado. Isto acarretou prejuízos econômicos e sociais dado as enchentes (DUARTE; GIATTI, 2019; GONÇALVES et al., 2016).

Cerca de 73% das enchentes do estado ocorrem nos meses de fevereiro e março, meses de maiores precipitações, coincidindo com maior sazonalidade dos casos da doença, conforme visto neste estudo. Além disto, neste período, o padrão amazônico favorece a sobrevivência de microrganismos, no qual apresenta altos índices pluviométricos e elevadas temperaturas (RONCHAIL et al., 2018; LAU et al., 2010).

Em Belém foi realizado um estudo descritivo-analítico a situação epidemiológica da leptospirose entre o período de 2010 a 2019 por Ferreira et al. (2021), onde maior volume de casos foi registrado nos meses de janeiro a maio, coincidindo com a época de maior precipitação pluviométrica e marés altas no estado, semelhante aos nossos resultados, onde a sazonalidade influenciou diretamente no quantitativo de casos no

estado do Acre, caracterizando um fator predominante na região amazônica para incidência da leptospirose (FERREIRA et al., 2021; DUARTE; GIATTI, 2019).

López et al. (2019), realizaram uma análise espaço-temporal da incidência da leptospirose entre 2009 a 2018 e sua relação com indicadores hidroclimáticos no nordeste da Argentina, onde concluíram que a temperatura sazonal, o nível hidrométrico dos rios Índice Niño (Oceânico), a precipitação originam os focos de leptospirose no país e que apresentam padrão heterogêneo em escala espacial, no presente estudo esses fatores também poderiam estar associados com os casos de contaminação por *Leptospira* sp.

Os cinco municípios pertencentes a microrregião de Cruzeiro do Sul foi elencada com tendência temporal crescente da incidência de leptospirose. Estes municípios apresentavam incidência discreta ou até mesmo nula na primeira década analisada, 2001 a 2011. Na segunda década, o estado sofreu chuvas intensas e inundações pelo Rio Purus e Rio Juruá, levando a milhares de pessoas desalojadas, residências e ruas tomadas por lama e entulho, presença de roedores e inexistência de saneamento básico nas áreas afetadas, favorecendo a eclosão de casos de leptospirose na região (DUARTE; GIATTI, 2019; LARA et al., 2019; SILVA et al., 2013).

A microrregião de Cruzeiro do Sul está associada à aglomeração populacional de baixa renda as margens do rio, às condições inadequadas de saneamento e à alta infestação de roedores infectados fatores que contribuem para a incidência de leptospirose. Estudos de Melchior & Chiaravalloti (2016) denotaram através do estudo ecológico de série temporal analisando casos e mortes por malária no período de 1992 a 2014, que a microrregião de Cruzeiro do Sul foi considerada cluster de alto risco e está diretamente associada ao local de moradia, exposição no trabalho e as condições inadequadas de saúde, os mesmos fatores de risco para a leptospirose na região, semelhante ao estudo.

Os casos de leptospirose ocorrem mais expressivamente nas capitais e nas áreas metropolitanas, devido ao crescimento desordenado, baixa renda, infraestrutura sanitária insuficiente, além das variações climáticas e altos índices pluviométricos o que resulta no escoamento inadequado da água da chuva e falta de recolhimento de lixo o que favorece a infestação dos vetores levando a alta incidência de casos de leptospirose (SILVA et al., 2022; GUIMARÃES et al., 2014; OLIVEIRA, 2013). Estudos de Guimarães et al. (2014), sobre a análise temporal dos casos de leptospirose no Rio de Janeiro, concluíram que a maior incidência de casos da doença ocorreu no perímetro urbano, diretamente associada

com o crescimento populacional desordenado, falta de saneamento básico e as inundações, achados semelhantes a essa pesquisa.

Embora não exista uma predisposição de sexo ou de idade para contrair a infecção, observou-se que entre os casos confirmados, o sexo masculino com faixa etária entre 20 e 59 anos estão entre os mais atingidos. Algumas profissões facilitam o contato com as leptospirosas, como trabalhadores em limpeza e desentupimento de esgotos, garis, catadores de lixo, funcionários da defesa civil, militares, bombeiros, veterinários, tratadores de animais, pescadores, agricultores, dentre outros (WHO, 2023).

Análises espaciais-temporais realizadas entre 2010 a 2012 na Tailândia sobre os fatores de risco da leptospirose demonstraram que a incidência de casos estavam diretamente relacionados com os agricultores de arroz e os pecuaristas que tinham contato com os reservatórios de búfalos nas épocas de chuvas e inundações (SUWANPAKDEE et al., 2015), correlacionando com as principais fontes de economia do estado do Acre é voltada especialmente para agricultura (feijão, arroz, milho) e pecuária (bovina e suína) (IBGE, 2023) em épocas de chuvas pode-se acreditar que essas atividades podem estar diretamente relacionadas com os casos de leptospirose na região.

Jovens de 10 a 19 anos podem contrair leptospirose ao ter contato com água contaminada em atividades recreativas ou laborais, por exemplo, retirando utensílios de áreas alagadas (WHO, 2023). Mulheres idosas apresentaram um risco relativo maior que homens idosos. Sabe-se que as mulheres por desempenharem diversas atividades domésticas, pode estar se contaminando ao trabalhar no domicílio (WHO, 2023). A morbimortalidade no sexo masculino geralmente é maior devido a exposição a situações insalubres de trabalho a infecção e exposição, o que resulta muitas das vezes em negligência para os sintomas iniciais e busca por tratamento tardio (SOUZA et al., 2011).

Na África do Sul, foi realizado um estudo retrospectivo com dados de diagnósticos de leptospirose sobre a sua incidência e distribuição humana na Província do Cabo Ocidental (WCP) entre 2010 e 2019 e comparando com a incidência com base em fatores sazonais e demográficos, Gizamba et al. (2023), concluíram que o maior quantitativo de casos ocorreram em indivíduos do sexo masculino, em idade produtiva 18-44 anos, região afetada por seca severa e por diferentes tipos de inundações dos rios, corroborando com os fatores de risco para leptospirose no estado do Acre relatados no presente estudo.

A falta de saneamento básico é um relevante problema sanitário que afetou 929 mil mulheres no Norte brasileiro em 2019, sendo que 38,2% das mulheres brasileiras não

dispõe de sistema de escoamento sanitário adequado. Entre as mulheres com mais de 80 anos a inadequação alcançou 30,1% de pessoas (TRATA BRASIL, 2022). Esses fatores influenciam diretamente na contaminação de mulheres com certas parasitoses, inclusive a leptospirose e doenças respiratórias. Além das enfermidades decorrentes da falta de saneamento básico afluem com mais intensidade as mulheres mais jovens, o número de óbitos é maior quando se trata da população idosa, com 73,7% de mortes: menos do que os homens (TRATA BRASIL, 2022), corroborando com os dados desse estudo.

Uma revisão sistemática sobre a prevalência da leptospirose nas Américas entre 1930 e 2017, realizada por Browne et al. (2023), onde os países com maior prevalência foram os Estados Unidos da América (41%), a Colômbia (29%) e o Brasil (21%), concluiu que a zoonose possui distribuição heterogênea nas Américas com maior prevalência em alguns países, corroborando com este estudo.

Entre as limitações do estudo, estão a qualidade e confiabilidade de dados secundários, como por exemplo, subnotificação em alguns municípios de baixa incidência ou supernotificação, comum em momentos de epidemias. Além disto, pode haver erros no diagnóstico da doença, no preenchimento da notificação e na análise dos dados.

CONCLUSÃO

O estudo apresentou dois aglomerados de alto risco no espaço, e um no espaço-tempo, com risco relativo especialmente maior entre 2013 e 2015. Ademais, o estudo mostrou tendência temporal crescente da incidência de casos de leptospirose na microrregião de Cruzeiro do Sul e sazonalidade da doença com auge no mês de março. Apesar de homens na idade produtiva serem os mais atingidos pela doença no estado, em idosos, o risco relativo foi significativamente maior para mulheres.

Concluimos pelas observações, que a doença apresentou padrões heterogêneos no espaço, no tempo e no espaço-tempo, bem como, nos perfis de transmissão. Deste modo, afirmamos que não é possível ter uma estratégia única válida para todo o território estadual. É necessário agir com maior ou menor intensidade, em certos locais e períodos, ora para prevenção, ora para o controle da enfermidade

Sendo assim, ressaltamos a importância de a vigilância epidemiológica utilizar ferramentas, tais como o SaTScan, que por meio da estatística de varredura, consegue mostrar onde e quando concentrar maiores esforços para realizar intervenções.

REFERÊNCIAS

- BROWNE E. S.; et al. Prevalence of human leptospirosis in the Americas: a systematic review and meta-analysis. **Rev Panam Salud Publica**;47, e126., 2023.
- COORDENADORIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL. Prefeitura Municipal de Rio Branco, Acre, Brasil. Plano de contingência operacional de enchente 2015.
- DATASUS. SINAN, **Sistema de Informação de Agravos de Notificação**. Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>> Acesso em: 5 set. 2023.
- DUARTE A. F. A vulnerabilidade social como causa fundamental das alagações recorrentes no estado do Acre, Amazônia Ocidental. 2015.
- DUARTE, J. L.; GIATTI, L. L. Incidência da leptospirose em uma capital da Amazônia Ocidental brasileira e sua relação com a variabilidade climática e ambiental, entre os anos de 2008 e 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, n. 1, 2019.
- FERREIRA, J. R. S.; et al. Análise espaço-temporal da leishmaniose visceral no estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 84, p. e253098, 2023.
- GIZAMBA, J. M et al.; “Incidence and distribution of human leptospirosis in the Western Cape Province, South Africa (2010-2019): a retrospective study.” **The Pan African medical journal**, v. 44 121, 2023.
- GONÇALVES, N. V.; et al. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 3947-3955, 2016.
- GUIMARÃES, R. M et al. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9. 2014.
- IBGE. **Censo demográfico. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023)**. Censo Demográfico. 2023. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> > Acesso em: 2 jun. 2023.
- LARA, J. M.; et al. Leptospirose no município de Campinas, São Paulo, Brasil: 2007 a 2014. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190016, 2019.
- LAU, C. L.; et al. Climate change, flooding, urbanization and leptospirosis: fuelling the fire? **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 104, n. 10, p. 631-638, 2010.
- LIMA, R. J. S.; et al. Análise da distribuição espaço-temporal da leptospirose humana em Belém, Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 3, n. 2, p. 33-40, 2012.
- LIMA, A. M. A importância do planejamento na gestão pública do programa de combate às enchentes na cidade de Cruzeiro do Sul - Acre. 2015. 48 f., il. **Monografia (Bacharelado em Administração Pública)** - Universidade de Brasília, Universidade Aberta do Brasil, Cruzeiro do Sul–AC, 2015.

LÓPEZ, M. S.; et al. Spatio-temporal analysis of leptospirosis incidence and its relationship with hydroclimatic indicators in northeastern Argentina, **Science of The Total Environment**, v. 694, 2019.

MARTELI, A. N.; et al. Spatio-temporal analysis of leptospirosis in Brazil and its relationship with flooding. **Geospatial Health**, v. 17, n. 2, 2022.

MARTINS, M. H. M.; SPINK, M. J. P. A leptospirose humana como doença duplamente negligenciada no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 919-928, 2020.

MEDEIROS, W.L. Políticas públicas e doenças no Brasil: abordando a Leptospirose. 2022.

MELCHIOR, L K. CHIARAVALLOTI. F.N. Spatial and spatio-temporal analysis of malaria in the state of Acre, western Amazon, Brazil. **Geospatial Health**, v. 11, n. 3, 2016.

OLIVEIRA, T. V. S. Fatores socioambientais associados a eventos hidrometeorológicos externos na incidência de leptospirose no município do Rio de Janeiro - 1997 a 2009. Rio de Janeiro: **ENSP**; 2013.

RONCHAIL, J.; et al. Interannual rainfall variability in the Amazon basin and sea-surface temperatures in the equatorial Pacific and the tropical Atlantic Oceans. **International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 22, n. 13, p. 1663-1686, 2002.

SANTOS J. P. C.; et al. Análise espacial dos determinantes socioambientais para leptospirose no município de Itaboraí-RJ, através da abordagem ecossistêmica. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 15, n. 32, 2019.

SATSCAN. **Software for the spatial, temporal, and space-time scan statistics**. Disponível em: <<https://www.satscan.org/>> Acesso em: 01 jun. 2023.

SILVA, A. M. Leptospirose no Distrito Federal: Perfil epidemiológico e caracterização dos casos dos prováveis locais de infecção dos casos humanos autóctones confirmados em 2011 e 2012. **Monografia (Conclusão do curso de Medicina Veterinária)** – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013. Disponível em: < <http://bdm.unb.br/handle/10483/4782>>. Acesso em: 09 jan. 2023.

SILVA, A. E. P.; et al. Tendência temporal da leptospirose e sua associação com variáveis climáticas e ambientais em Santa Catarina, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, p. 849-860, 2022.

SOUZA, V. M. M.; et al. Anos potenciais de vida perdidos e custos hospitalares da leptospirose no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 6, p. 1001-1008, 2011.

SUWANPAKDEE, S.; et al. Spatio-temporal patterns of leptospirosis in Thailand: Is flooding a risk factor? **Epidemiology & Infection**, v. 143, n. 10, p. 2106-2115, 2015.

TRATA BRASIL. **O Saneamento e a Vida da Mulher Brasileira**. Ex Ante Consultoria Econômica, 2022. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br>> Acesso em: 01 jun. 2023.

TURNIER, P.; EPELBOIN, L. Mise au point sur la leptospirose. **La Revue de Médecine Interne**, v. 40, n. 5, p. 306-312, 2019.

WHO. **Leptospirosis. 2023.** Disponível em: <<https://www.who.int/topics/leptospirosis/en/>> Acesso: 05 set. 2023.

ANEXO

SINAN
SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO
FICHA DE INVESTIGAÇÃO DE LEPTOSPIROSE

República Federativa do Brasil
Ministério da Saúde

Nº _____

CASO SUSPEITO: Indivíduo com febre, cefaléia e mialgia, que apresente pelo menos um dos seguintes critérios: **Critério 1-** antecedentes epidemiológicos sugestivos nos 30 dias anteriores à data de início dos sintomas(exposição a situações de risco, vínculo epidemiológico com um caso confirmado por critério laboratorial ou residir/trabalhar em áreas de risco); **Critério 2-** pelo menos um dos seguintes sinais ou sintomas: sufusão conjuntival, sinais de insuficiência renal aguda, icterícia e/ou aumento de bilirrubinas e fenômeno hemorrágico.

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual	2 Agravado/doença LEPTOSPIROSE	Código (CID10) A 2 7. 9	3 Data da Notificação
	4 UF	5 Município de Notificação	Código (IBGE)	
	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7 Data dos Primeiros Sintomas	
Notificação Individual	8 Nome do Paciente		9 Data de Nascimento	
	10 (ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mês 4 - Ano	11 Sexo M - Masculino F - Feminino 1 - Ignorado	12 Gestante 1-1ºTrimestre 2-2ºTrimestre 3-3ºTrimestre 4- Idade gestacional Ignorada 5-Não 6- Não se aplica 9-Ianorado	13 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9- Ignorado
	14 Escolaridade 0-Analfabeto 1-1ª a 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2-4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3-5ª a 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 1º grau) 4-Ensino fundamental completo (antigo ginásio ou 1º grau) 5-Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6-Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7-Educação superior incompleta 8-Educação superior completa 9-Ignorado 10- Não se aplica			
	15 Número do Cartão SUS	16 Nome da mãe		
Dados de Residência	17 UF	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito
	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida,...)		Código
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)		24 Geo campo 1
	25 Geo campo 2		26 Ponto de Referência	27 CEP
	28 (DDD) Telefone		29 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado	30 País (se residente fora do Brasil)
	Dados Complementares do Caso			
	Antecedentes Epidemiológicos	31 Data da Investigação	32 Ocupação	
33 Situação de Risco Ocorrida nos 30 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas - Contato/ limpeza de: 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/> Água ou lama de enchente <input type="checkbox"/> Criação de animais <input type="checkbox"/> Caixa d' água <input type="checkbox"/> Fossa, caixa de gordura ou esgoto <input type="checkbox"/> Local com sinais de roedores <input type="checkbox"/> Plantio/ colheita (lavoura) <input type="checkbox"/> Rio, córrego, lagoa ou represa <input type="checkbox"/> Roedores diretamente <input type="checkbox"/> Armazenamento de grãos/ alimentos <input type="checkbox"/> Terreno baldio <input type="checkbox"/> Lixo/ entulho <input type="checkbox"/> Outras _____				
Dados Clínicos	34 Casos Anteriores de Leptospiriose no Local Provável de Infecção nos últimos dois meses <input type="checkbox"/> Casos Humanos <input type="checkbox"/> Casos Animais 1- Sim 2- Não 9- Ignorado			
	35 Data de Atendimento	36 Sinais e Sintomas 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/> Febre <input type="checkbox"/> Mialgia <input type="checkbox"/> Cefaléia <input type="checkbox"/> Prostração <input type="checkbox"/> Congestão conjuntival <input type="checkbox"/> Dor na panturrilha <input type="checkbox"/> Vômito <input type="checkbox"/> Diarréia <input type="checkbox"/> Icterícia <input type="checkbox"/> Insuficiência renal <input type="checkbox"/> Alterações respiratórias <input type="checkbox"/> Alterações cardíacas <input type="checkbox"/> Hemorragia pulmonar <input type="checkbox"/> Outras hemorragias <input type="checkbox"/> Meningismo <input type="checkbox"/> Outros, quais? _____		
Atendimento	37 Ocorreu Hospitalização 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado		38 Data da Internação	39 Data de Alta
	40 UF	41 Município do Hospital	Código (IBGE)	
42 Nome do Hospital		Código		

Leptospirose Sinan NET SVS 02/02/2007

Sorologia IgM - Elisa

43 Data da Coleta - 1ª amostra 44 Resultado 1ª Amostra 45 Data da Coleta - 2ª amostra 46 Resultado 2ª Amostra
 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3- Inconclusivo 4-Não realizado 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3- Inconclusivo 4-Não realizado

Microaglutinação

47 Data da Coleta - Micro 1ª amostra 48 Micro 1ª Amostra 1º sorovar título 49 Micro 1ª Amostra 2º sorovar título

50 Resultado MICRO-aglutinação 1ª Amostra
 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3-Não realizada 9- Ignorado

51 Data da Coleta - Micro 2ª amostra 52 Micro 2ª Amostra 1º sorovar título 53 Micro 2ª Amostra 2º sorovar título

54 Resultado MICRO-aglutinação 2ª Amostra
 1 - Reagente 2 - Não Reagente 3-Não realizada 9- Ignorado

Isolamento

55 Data da Coleta 56 Resultado
 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

Imunohistoquímica

57 Data da Coleta 58 Resultado
 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

RT-PCR

59 Data da Coleta 60 Resultado
 1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado

Dados do Laboratório

61 Classificação Final 62 Critério de Confirmação ou Descarte
 1-Confirmado 2-Descartado 1-Clinico-Laboratorial 2-Clinico- Epidemiológico

Local Provável da Fonte de Infecção (no período de 30 dias)

63 O caso é autóctone do município de residência? 64 UF 65 País
 1-Sim 2-Não 3-Indeterminado

66 Município Código (IBGE) 67 Distrito 68 Bairro

Conclusão

Característica do Local Provável de Infecção

69 Área provável de Infecção 70 Ambiente da Infecção
 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Peri-Urbana 9 - Ignorado 1 - Domiciliar 2 - Trabalho 3 - Lazer 4 - Outro 9 - Ignorado

71 Doença Relacionada ao Trabalho 72 Evolução do Caso
 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado 1 - Cura 2 - Óbito por leptospirose 3 - Óbito por outras causas 9 - Ignorado

73 Data do Óbito 74 Data do Encerramento

Informações complementares e observações

Data e Endereço se esteve em Situação de Risco Ocorrida nos 30 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas

Data	UF	Município	Endereço	Localidade

Observações:

Investigador

Município/Unidade de Saúde Código da Unid. de Saúde

Nome Função Assinatura

Leptospirose Sinan NET SVS 02/02/2007