



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

JUARIZA ALVES DE SOUSA

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL ENTRE A PRECIPITAÇÃO E A
OCORRÊNCIA DE LEPTOSPIROSE EM FORTALEZA-CE DE 2010 A 2015**

FORTALEZA

2017

JUARIZA ALVES DE SOUSA

ANÁLISE DA RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL ENTRE A PRECIPITAÇÃO E A
OCORRÊNCIA DE LEPTOSPIROSE EM FORTALEZA-CE DE 2010 A 2015

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Estudo Socioambiental da Zona Costeira.

Orientadora: Prof^a Dr^a Marta Celina Linhares Sales.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S697a Sousa, Juariza Alves de.
Análise da relação espaço-temporal entre a precipitação e a ocorrência de leptospirose em Fortaleza - CE de 2010 a 2015 / Juariza Alves de Sousa. – 2017.
123 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales.
Coorientação: Profa. Dra. Maria Eliza Zanella.
1. Clima. 2. Saúde. 3. Leptospirose. I. Título.

CDD 910

JUARIZA ALVES DE SOUSA

ANÁLISE DA RELAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL ENTRE A PRECIPITAÇÃO E A
OCORRÊNCIA DE LEPTOSPIROSE EM FORTALEZA-CEARÁ DE 2010 A 2015

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia, do
Departamento de Geografia da Universidade
Federal do Ceará, como requisito para a
obtenção do Título de Mestre em Geografia.
Área de concentração: Estudo Socioambiental
da Zona Costeira

Aprovada em: ____/____/2017

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Marta Celina Linhares Sales (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Profª Drª Maria Elisa Zanella
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Moura
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Aos meus pais, Antônio (*in memoriam*) e Juarina, com todo o meu amor e gratidão, por todo o esforço e batalhas vencidas para que eu pudesse chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Juarina Alves de Sousa, pela força, pelo incentivo, apoio e amor incondicional, que se fizeram presentes em todas as etapas da minha vida até aqui.

Ao meu pai, Antônio Ivanildo de Sousa, que, apesar da pouca escolaridade, foi o meu maior incentivador.

Às mulheres que contribuíram com a formação de quem sou, e por serem sempre um porto seguro nos momentos difíceis, minha avó Joanice Alves, que partiu pouco antes de ver este trabalho apresentado, mas que sempre estará em meu coração, e minha tia Jane Alves de Lima.

À minha irmã, Juelina Inês Alves, por ser sempre um exemplo de dedicação e, principalmente, por aturar as minhas intempéries diárias e continuar a me amar, ainda assim.

Às melhores amigas que o Universo poderia ter posto na minha vida ao longo da graduação, Julia Monteiro Holanda e Iohanna Bezerra Rodrigues, pelo amor, incentivo e apoio diários, e por terem feito da minha etapa produtiva a mais leve e feliz possível.

Ao meu amigo, companheiro e namorado, Pedro Henrique Uchoa, que nunca permitiu que eu me abatesse diante das dificuldades, enxergando sempre o melhor de mim.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Marta Celina Linhares Sales, pela contribuição acadêmica, que vem desde a graduação, e por ser sempre gentil e solícita.

À Prof^a Dr^a Elisa Maria Zanella, pelas pertinentes contribuições acerca do trabalho que ajudaram a enriquecer o mesmo.

Ao Prof^o Dr. Marcelo Moura que foi um importante desbravador das pesquisas de Clima e Saúde no Nordeste, sendo fonte de inspiração para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa que tornou esta pesquisa possível.

À todos os colegas e professores do Programa de Pós-Graduação do departamento de Geografia, que de alguma forma contribuíram para o aprimoramento desta pesquisa.

RESUMO

A leptospirose é uma doença infecciosa aguda de veiculação hídrica, causada por microrganismos pertencentes ao gênero *leptospira*. A distribuição geográfica da leptospirose é fortemente favorecida pelas condições ambientais das regiões de clima tropical, onde a elevada temperatura e os períodos do ano com altos índices pluviométricos favorecem o aparecimento de surtos epidêmicos de caráter sazonal. Tomando como base essa premissa, o objetivo dessa pesquisa consistiu em analisar a ocorrência de leptospirose na cidade de Fortaleza entre os anos de 2010 a 2015, relacionando a quantidade de casos com as características climáticas e urbanas da capital cearense. Partindo da abordagem teórica de Clima e Saúde, foram adquiridos dados de precipitação diária, mensal e anual, número de casos confirmados da doença, anual e mensal, e dados da infraestrutura urbana de Fortaleza, como saneamento básico e manejo de resíduos sólidos, dentro do período analisado. Os dados pluviométricos foram obtidos através de postos da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME); os epidemiológicos foram coletados junto à Célula de Vigilância Epidemiológica e os demais dados urbanos foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Todos os dados foram tabulados e deram origem à mapas, gráficos e tabelas, estabelecendo correlação estatística entre as variáveis e espacializando os casos da doença em conjunto com as informações socioambientais. Verificou-se que a doença apresentou um maior número de casos nos anos de chuva no entorno da média histórica e, de forma homogênea, nos meses que compõem a quadra chuvosa, ocorrendo principalmente em bairros periféricos. Observou-se, ainda, que os casos notificados fora da quadra chuvosa, e/ou em anos com volume pluviométrico a baixo da média, ocorreram em áreas reincidentes e caracterizadas pela precariedade na infraestrutura urbana. Conclui-se, assim, que a leptospirose possui conexão com a dinâmica atmosférica sendo influenciada, também, pelos fatores socioambientais urbanos.

Palavras-Chave: Clima. Saúde. Leptospirose.

ABSTRACT

Leptospirosis is an acute infectious waterborne disease caused by microorganisms belonging to the genus *Leptospira*. The geographic distribution of leptospirosis is strongly favored by the environmental conditions of the tropical climate regions, where the high temperature and the periods of the year with high rainfall rates favor the emergence of seasonal epidemic outbreaks. Based on this premise, the objective of this research was to analyze the occurrence of leptospirosis in the city of Fortaleza between the years 2010 to 2015, relating the number of cases with the climatic and urban characteristics of the capital of Ceará. Based on the theoretical approach of Climate and Health, daily, monthly and annual precipitation data were collected, number of confirmed cases of the disease, annual and monthly, and data of the urban strength infrastructure, such as basic sanitation and solid waste management, within the Period analyzed. The pluviometric data were obtained through stations of the Cearense Meteorological Foundation (FUNCEME); The epidemiological data were collected from the Epidemiological Surveillance Cell and the other urban data were obtained from the Municipality of Fortaleza (PMF), the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and the Research and Economic Strategy Institute of Ceará (IPECE). All data were tabulated and gave rise to maps, graphs and tables, establishing statistical correlation between the variables and spatializing the cases of the disease together with the socioenvironmental information. It was verified that the disease presented a greater number of cases in the rainy years around the historical average and, homogeneously, in the months that compose the rainy season, occurring mainly in peripheral neighborhoods. It was also observed that the cases reported outside the rainy season, and / or in years with below-average rainfall, occurred in recidivist areas characterized by precarious urban infrastructure. It is concluded, therefore, that leptospirosis has a connection with the atmospheric dynamics being influenced, also, by the socio-environmental factors urban.

Keywords: Climate. Health. Leptospirosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo Produtivo da leptospirose.....	38
Figura 2 – Projeção de eventos decorrentes da seca na Região Nordeste.....	40
Figura 3 – Delineamento da pesquisa.....	56
Figura 4 – Interpretação da Correlação de Pearson.....	60
Figura 5 – Precipitação por posto em Fortaleza de 2010 a 2015.....	65
Figura 6 – Casos de leptospirose/mm de chuva por mês de 2010 à 2015.....	110
Figura 7 – Box-Plot da variável quantidade de chuvas.....	114
Figura 8 – Box-Plot da variável quantidade de casos da doença.....	115
Figura 9 – Número de casos de leptospirose <i>versus</i> índice pluviométrico com a reta de regressão de 2010 a 2015.....	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de bairros de Fortaleza na classificação do IDH.....	45
Gráfico 2 – Casos confirmados de leptospirose de 2010 a 2015.....	66
Gráfico 3 – Casos confirmados de leptospirose segundo o mês.....	67
Gráfico 4 – Precipitação e casos de leptospirose em Fortaleza - 2010 a 2015.....	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese sobre a leptospirose.....	35
Quadro 2 – Base de dados secundários.....	53
Quadro 3 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes.....	69
Quadro 4 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes.....	72
Quadro 5 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes.....	75
Quadro 6 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes.....	78
Quadro 7 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes.....	83
Quadro 8 – Medidas preventivas adotadas nos anos de 2010 a 2015.....	86
Quadro 9 – Ocorrência de El Niño, La Niña, situação do Dipolo do Atlântico e classificação anos-padrão de 2010 a 2015.....	94
Quadro 10 - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson para os anos de 2010 a 2015.....	116
Quadro 11 - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson para os anos de 2010 a 2015.....	117

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização de Fortaleza-CE.....	16
Mapa 2 – Localização dos postos pluviométricos.....	52
Mapa 3 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2010.....	68
Mapa 4 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2011.....	71
Mapa 5 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2012.....	74
Mapa 6 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2013.....	77
Mapa 7 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2014.....	80
Mapa 8 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2015.....	82
Mapa 9 – Mapa síntese de ocorrência de leptospirose em Fortaleza 2010-2015.....	85
Mapa 10 – Assentamentos Precários – Áreas de Risco em Fortaleza.....	112
Mapa 11 – Assentamentos Precários – Intervenções Necessárias.....	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACFOR	Autarquia de Regulação, Fiscalização e Controle dos Serviços Públicos de Saneamento Ambiental
ASML	Aterro Sanitário Metropolitano Leste
ASMOC	Aterro Sanitário Metropolitano de Caucaia
ASMS	Aterro Sanitário Metropolitano Sul
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CCM	Complexo Convectivo de Mesoescala
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CPK	Creatinofosfoquinase
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
ECG	Eletrocardiograma
FA	Fosfatase Alcalina
FIFA	Federação Internacional de Futebol
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia
GGT	Gama Glutamil Transpeptidase
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LACEN	Laboratório Central de Saúde Pública
LI	Linha de Instabilidade

MEA	Massa Equatorial Atlântica
NEB	Nordeste Brasileiro
OL	Ondas de Leste
OMS	Organização Mundial de Saúde
PCR	Proteína C Reativa
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PMF	Prefeitura Municipal de Fortaleza
PNMC	Política Nacional de Mudança do Clima
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
SANEAR	Programa de Saneamento de Fortaleza
SCU	Sistema Clima Urbano
SER	Secretaria Executiva Regional
SEUMA	Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TGO	Transaminase Glutâmica Oxalacética
TGP	Transaminase Glutâmica Pirúvica
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 BASE TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Da Geografia Médica à Geografia da Saúde	21
2.2 Leptospirose: aspectos epidemiológicos e as questões socioambientais urbanas. ...	25
<i>2.2.1 Características clínicas e epidemiológicas</i>	27
<i>2.2.2 Leptospirose em ambiente urbano: Aspectos condicionantes</i>	33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
3.1 Abordagem epidemiológica	49
3.2 Abordagem climática	51
3.3 Recursos de análise	52
<i>3.3.1 Tratamento Estatístico</i>	52
<i>3.3.2 Tratamento Cartográfico</i>	54
4. RELAÇÃO CLIMA E LEPTOSPIROSE EM FORTALEZA	56
4.1 Perfil espaço-temporal da doença	56
4.2 Regime e variação da precipitação	79
<i>4.2.1. Caracterização da série temporal</i>	84
4.3. A precipitação pluviométrica e a leptospirose em fortaleza	97
4.4 Correlação	104
5 CONCLUSÃO	111
REFERÊNCIAS	113

1 INTRODUÇÃO

A interferência da sociedade no meio ambiente, e conseqüentemente no clima, se intensificou com a Revolução Industrial sendo hoje uma das problemáticas ambientais que mais preocupam as comunidades científica e governamentais. Esta interferência climática se dá de forma local, regional, e, juntamente com os gases do efeito estufa, de forma também global.

Estudos realizados desde as décadas de 1970 no Brasil têm verificado alterações térmicas, hídricas, pluviométricas e relacionadas à qualidade do ar nos grandes centros urbanos. O clima urbano das cidades, que possui características particulares, exerce influência nos problemas advindos das desigualdades socioespaciais e da vulnerabilidade socioambiental, e propicia nos espaços condições favoráveis à ocorrência de diferentes tipos de patologias (ALEIXO, 2012).

Atualmente, os problemas socioambientais urbanos fazem com que as cidades se tornem o foco das atenções, pois, aliadas ao desenvolvimento desigual e concentrado, foram fundamentais na efetivação de serviços e infraestruturas que contribuíram para o bem-estar e aumento da expectativa de vida da população (PEQUENO; MOLINA, 2009). De maneira dicotômica, a urbanização também foi responsável pelo aumento de patologias e a emergência e reemergência de doenças (GOUVEIA, 1999).

Aliadas às problemáticas urbanas, as alterações no clima interferem de forma direta e indireta na saúde humana, podendo provocar um aumento significativo na incidência de uma grande variedade de doenças, principalmente em ambientes climáticos tropicais, pois, conforme aponta Mendonça (2005) o clima tropical, por suas características inerentes, reúne condições ambientais particulares para o desenvolvimento de uma gama de doenças, estejam elas relacionadas às elevadas temperaturas dos trópicos, seja quanto à variabilidade termo-hidro-pluviométrica.

Salienta-se, assim, que os fatores que favorecem a propagação de doenças ligadas indiretamente aos elementos climáticos, se vinculam, também, às questões de ordem socioambiental, como a falta de saneamento básico, a precariedade das habitações, e a ocupação de áreas de risco sujeitas a inundações, características observadas em países subdesenvolvidos e/ou em desenvolvimento (GENOVEZ, 2009).

As problemáticas socioambientais supracitadas se acentuam nos grandes centros urbanos e metrópoles brasileiras, locais onde o inadequado planejamento urbano e a lógica econômica do capital potencializam esse quadro. A cidade de Fortaleza, assim como as outras capitais brasileiras, se enquadra nesse processo de crescimento e adensamento urbano.

Como resultado do aumento populacional uma série de problemas ficam evidentes, principalmente nas áreas onde vivem as populações de menor renda *per capita*¹. Não dispondo de condições financeiras para ter acesso aos espaços urbanos mais adequados e higiênicos, a parcela mais pobre da população se instala em locais de alto risco ambiental, como em áreas passíveis às inundações, gerando espaços de elevada vulnerabilidade socioambiental e exposição às diversas doenças vinculadas ao meio hídrico. As doenças de veiculação hídrica² podem ter suas áreas geográficas de infecção expandidas e seus efeitos agravados com as alterações climáticas.

Como exemplo de doença vinculada ao meio hídrico a leptospirose é definida pelo Guia de Vigilância Epidemiológica (2009) como sendo uma doença infecciosa aguda que acomete o homem e os animais, causada por microrganismos pertencentes ao gênero *Leptospira*. Além dos condicionantes socioeconômicos a distribuição geográfica da leptospirose é também fortemente favorecida pelas condições ambientais das regiões de clima tropical e subtropical, onde a elevada temperatura e os períodos do ano com altos totais pluviométricos favorecem o aparecimento de surtos epidêmicos de caráter sazonal.

As características climáticas da cidade de Fortaleza, com a ocorrência de um período chuvoso curto e irregular, que se concentra entre fevereiro e maio, e um período seco mais prolongado, são importantes fatores na ocorrência de uma série de problemas, como os de saúde, a exemplo da leptospirose, aos cidadãos que ocupam espaços desiguais da cidade.

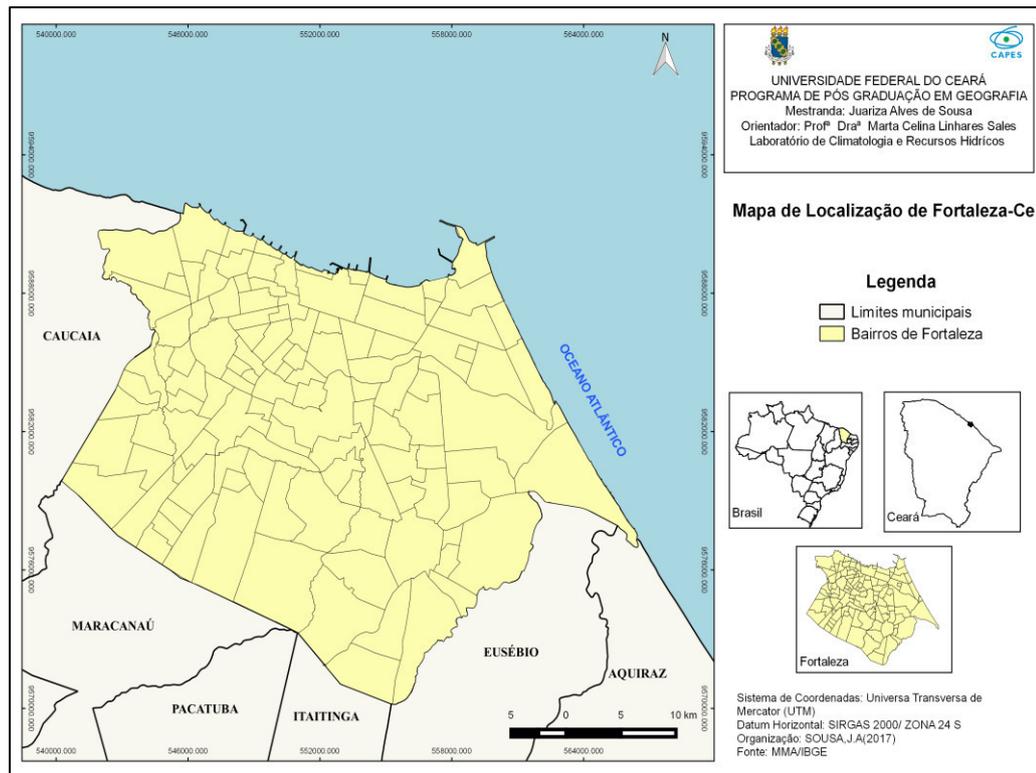
Considerada uma das maiores e mais importantes cidades do país, segundo o Censo Demográfico de 2016 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Fortaleza é a quinta capital com a maior população do Brasil, 2.609.716 habitantes e uma densidade demográfica de 8.286,65 habitantes por km² em 2016, e uma das mais importantes metrópoles do país.

Localizada próxima à linha do Equador, à latitude 3° 43' 02" e longitude 38° 32' 35", Fortaleza faz divisa ao norte com o Oceano Atlântico e ao sul, leste e oeste, com diferentes municípios da Região Metropolitana (MAPA 01), sendo composta por 119 bairros subdivididos em 6 Secretarias Executivas Regionais com características diversas, desde o número de moradores às condições de acesso dos mesmos aos serviços básicos de infraestrutura urbana.

¹ A renda per capita é o valor atribuído a um determinado país, estado ou cidade calculado a partir da divisão do PNB (Produto Nacional Bruto) pela população residente. Trata-se, portanto, do valor proporcional das riquezas de um dado território.

² A definição de doenças de veiculação hídrica está relacionada à presença do agente patogênico na água, onde “o agente patogênico desenvolve parte do seu ciclo vital na água através de reservatórios aquáticos e a água pode ser uma forma de contato do agente com as pessoas” (BARCELLOS *et al.*, 2009, p.9).

Mapa 1 – Localização de Fortaleza-CE



Fonte: IBGE. Organizado pela autora.

Observando as características climáticas, bem como o processo desigual de ocupação do espaço urbano e os desdobramentos do mesmo na saúde da população, tendo a ocorrência da leptospirose como foco, o objetivo geral deste trabalho é analisar a relação entre a precipitação pluviométrica e a ocorrência da leptospirose humana, verificando sua distribuição dos bairros de Fortaleza, no período de 2010 a 2015, traçando, a partir deste, quatro objetivos específicos:

- Comparar as variações espaço-temporais da leptospirose com as variações da pluviosidade no período de 2010 a 2015;
- Espacializar e delimitar a sazonalidade da leptospirose nos bairros que compõem a cidade de Fortaleza;
- Identificar e mapear as áreas vulneráveis à ocorrência da doença;
- Analisar as condições de infraestrutura urbana dos bairros mais suscetíveis à incidência da enfermidade abordada.

O trabalho estruturou-se em quatro partes, nas quais a primeira apresenta a introdução do tema e a hipótese da pesquisa, os objetivos e os procedimentos metodológicos.

Discute-se a formulação histórica dos conceitos de Geografia Médica e Geografia da Saúde, além da conexão existente entre o clima e a epidemiologia.

A segunda parte diz respeito aos aspectos clínicos e ambientais da enfermidade abordada, levantando o histórico de descrição da doença, as características do agente etiológico, dos hospedeiros naturais e acidentais, os sintomas e fases de desenvolvimento da doença, bem como a sua letalidade, tratamento e medidas profiláticas. Nesta etapa analisa-se, ainda, a influência dos fatores ambientais urbanos e climáticos na ocorrência, permanência e área de abrangência da leptospirose.

A terceira parte da pesquisa consistiu na caracterização climática da cidade de Fortaleza, com uma breve descrição dos sistemas atmosféricos atuantes na região. Nesta etapa as características atmosféricas de cada ano da série analisada, de 2010 a 2015, foram descritas, assim como os sistemas globais, locais e regionais que influenciaram o tempo atmosférico na cidade ao longo do período analisado. As problemáticas urbanas também foram expostas nesta etapa.

Ao longo da quarta e última etapa, foi realizada a exposição dos dados epidemiológicos da doença, sua distribuição temporal e espacial na cidade de Fortaleza, e o cruzamento dos dados climáticos, epidemiológicos e ambientais, este último adquirindo grande importância como viés explicativo da ocorrência da leptospirose em períodos fora da quadra chuvosa, trazendo à tona as desigualdades de acesso da população ao saneamento básico na cidade.

2 BASE TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Uma das maiores preocupações da ciência e da sociedade em si, no século XXI, estão atreladas às condições da existência humana e qualidade de vida. O discurso das questões ambientais de proporções globais ganhou consistência e recentemente alarmou a população mundial sobre a possibilidade de um aquecimento global irreversível. A globalização dos recursos naturais se apresenta em conjunto com a globalização dos problemas ambientais (GONÇALVES, 2006).

Ainda que as consequências do processo de globalização sejam distribuídas de forma desigual e difusa nas diversas regiões do mundo, essas questões começam a preocupar os países desenvolvidos, já que a natureza, e as consequências da modificação da mesma, não reconhece fronteiras territoriais, estratificação social ou divisão econômica entre os países do mundo (ALMEIDA *et. al.*, 2015).

As modificações ocorridas no espaço acarretam uma série de implicações, dentre elas a emergência e reemergência de uma série de agravos à saúde humana, temática que tem ganhado espaço entre pesquisadores de diferentes áreas. Nesse contexto, a ciência geográfica se apresenta, por um lado, como a ciência do estudo das relações entre a sociedade e a natureza, e, portanto, se vê fortalecida, desempenhando um papel fundamental nas análises ambientais nas diversas escalas, e por outro, como a ciência do estudo do espaço e, no caso do processo saúde-doença, irá ao encontro direto das necessidades dos estudos epidemiológicos.

A Epidemiologia é um eixo da saúde coletiva que estuda o processo saúde-doença em coletividades humanas, analisando a ocorrência e os fatores determinantes das enfermidades mediante a sua distribuição temporal, espacial e de atributos pessoais, visando identificar o padrão geral de ocorrência e os grupos sob risco (ROUQUAYROL; GOLDBAUM, 2003). Esse ramo da saúde possui íntima associação com a dimensão espacial da ocorrência e incidência de enfermidades, logo, a relação entre a construção do espaço e o processo saúde-doença integra a tríade clássica da epidemiologia descritiva (ROJAS, 1998).

A aproximação entre essas duas ciências é histórica, em especial na vertente da ciência geográfica denominada Geografia da Saúde, anteriormente intitulada como Geografia Médica, considerada, por alguns como um ramo da Epidemiologia, e por outros como um ramo da Geografia (FERREIRA, 1991). De acordo com Dutra (2011, p. 1)

O processo da saúde-doença esteve em pauta nas discussões da Geografia ao longo de seu processo histórico de formação. Para tanto, ao se observar as suas diferentes formas de interpretar a dinâmica geográfica sob a óptica da saúde, os profissionais que buscaram esta forma de analisar e referenciar o contexto geográfico, alavancaram

importantes conceitos desde sua gênese até o momento em que o aprimoramento e o arcabouço tecnológico tornaram-se bases estruturantes na formulação de processos interpretativos das “velhas” “novas doenças” da sociedade globalizada.

No decorrer da história, a Epidemiologia, através dos chamados estudos ecológicos, foi incorporando gradativamente alguns conceitos e técnicas trabalhadas na Geografia, como espaço, território e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para localização e distribuição espacial da ocorrência de doenças, enquanto a Geografia tem se apropriado dos estudos epidemiológicos para estabelecer correlações estatísticas entre os fatores geográficos e a incidência de diferentes doenças em um determinado espaço (FARIA; BORTOLOZZI, 2009; BOUSQUAT; COHN, 2004).

A partir da apropriação metodológica e conceitual realizada pelas duas ciências entre si, as abordagens espaciais foram implementadas nos serviços de saúde, auxiliando na identificação de áreas mais suscetíveis à ocorrência de determinadas enfermidades, e adquirindo maior importância e destaque nas secretarias de saúde de estados e municípios.

Desta forma, mediante o caráter interdisciplinar entre essas duas ciências, a Geografia da Saúde vem ganhando destaque como uma importante ferramenta para a análise da manifestação coletiva das enfermidades, tanto nos grandes centros urbanos quanto nas áreas rurais, conforme será aprofundado a posteriori.

A análise da interação entre os elementos atmosféricos e os fatores geográficos de ocorrência, permanência e distribuição de uma enfermidade no ambiente urbano aponta para a necessidade da abordagem climática e epidemiológica, além de outros eixos da Geografia como a Geografia Urbana, por exemplo, caracterizando esta pesquisa como um estudo interdisciplinar.

Em busca de uma base teórica que pudesse auxiliar na compreensão das ligações existentes entre os fenômenos climáticos e a sociedade inserida em um determinado espaço, adotou-se a abordagem sistema proposta por Ludwin Von Bertalanffy em 1973, que tem como premissa a conexão dinâmica entre os diferentes elementos de um sistema. O pensamento sistêmico aplicado nos estudos geográficos, tem como objetivo interpretar a complexidade da organização de um sistema espacial, segundo as interações que se processam entre os atributos formadores que lhes confere caráter dinâmico e fluído. De acordo com Bertalanffy (1973, p. 53)

[...] é necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferentes estudados isoladamente e quando tratado no todo.

Assim, conforme a abordagem sistêmica, a interpretação integrada da natureza exige visões mais abrangentes que vão para além da ótica reducionista, onde o todo deve ser considerado como sendo algo mais que a simples soma das partes, e sim “um conjunto de elementos interdependentes, cada qual com uma ou mais funções específicas, funcionando de forma interconectada” (MAGALHÃES, 2011, p. 24). A fragmentação do objeto de análise implica num obscurecimento das relações de interdependência entre as partes de um todo que constituem a realidade principal.

O eixo climático deste estudo se apoia nos apontamentos feitos pela abordagem teórica de Clima e Saúde proposta por Mendonça (2000, 2004, 2005), pelos quais o autor discorre que a interação entre a sociedade e o clima se dão, historicamente, de forma benéfica, com o aproveitamento humano de condições favoráveis à consolidação de uma civilização, quanto maléfica, a partir da ocorrência de secas e inundações (MENDONÇA, 2000).

A presente pesquisa apoiou-se, ainda, nos estudos de Magalhães, Zanella e Sales (2009), que analisaram ocorrência de chuvas e a incidência de leptospirose em Fortaleza – CE; Magalhães (2011), que analisou a manifestação da dengue na Região Metropolitana de Fortaleza, relacionando a quantidade de casos e a incidência da doença com a infestação predial de seu principal vetor com as características climáticas da região; Cajazeiras (2012), que identificou e caracterizou, espaço-temporalmente, a relação entre as características climáticas e doenças respiratórias em Maracanaú – CE, entre 2000 e 2010; Aleixo (2012), que teve como objetivo analisar a dinâmica climática e os diferentes tipos de tempo como condicionantes da incidência das doenças relacionadas à água e ao ar na cidade de Ribeirão Preto.

A abordagem epidemiológica foi realizada segundo o roteiro de investigação epidemiológica da leptospirose do Guia de Vigilância em Saúde (2015) do Ministério da Saúde, que propõe um levantamento do número de casos confirmados da doença seguidos da análise dos dados estatísticos, além dos relevantes estudos de Genovez (2009), que expõe as questões socioambientais como fatores importantes na ocorrência e disseminação da leptospirose, Storck *et. al.* (2009), que conceituam e embasam a epidemiologia e Daher (2005), que fez apontamentos acerca das características clínicas e espaciais da leptospirose no Ceará.

Além da abordagem climática e epidemiológica que formam a estrutura basilar desta pesquisa, foram utilizados, ainda, autores que tratam da organização urbana e da elaboração de estudos de vulnerabilidade em área urbanas, com ênfase na cidade analisada, como Zanella *et. al.* (2009), Pequeno (2009), Rosa e Costa (2009), Costa (2007) e Silva (2007), para uma compreensão mais completa do meio urbano estudado.

Desta forma, diante dos apontamentos feitos, fez-se necessário traçar, nos subcapítulos seguintes, os conceitos que envolvem a vertente da Geografia da Saúde, voltada à relação entre o ambiente e a saúde, assim como a sua relação com a climatologia e a epidemiologia. Priorizou-se destacar a importância da reflexão dos estudos urbanos sob a ótica do clima e da saúde das populações citadinas, tendo a cidade como palco dos fenômenos climáticos em associação com a enfermidade abordada. Destaca-se, ainda, a funcionalidade do geoprocessamento e da estatística, como ferramentas de destaque na construção desta pesquisa.

2.1 Da Geografia Médica à Geografia da Saúde

A associação entre a saúde humana e o meio ambiente, bem como a descrição da paisagem, dos lugares e da sociedade, é observada desde a antiguidade clássica por estudiosos como Heródoto, na civilização egípcia em 500 a. C., e Hipócrates, filósofo grego em 480 a.C. Diversos autores definem a obra de Hipócrates “*Dos ares, dos mares e dos lugares*”, como o estudo pioneiro da Geografia da Saúde, conhecida outrora por Geografia Médica, uma vez que trata da relação entre o meio ambiente e a saúde humana (LACAZ; BORUZZI; SIQUEIRA, 1972; BARCELOS; MACHADO, 1998; SOUZA, 2007). De acordo com Souza (2007, p. 37)

Deve-se, a Hipócrates, a primeira tentativa de eliminar as causas sobrenaturais sobre as doenças, atribuindo, assim, uma causa natural. A saúde resultaria de equilíbrios de elementos da natureza, que, na época, era contemplada por meio da combinação de quatro elementos – a terra, água, o fogo e o ar – delineando suas propriedades: seco, úmido, quente e frio.

Hipócrates deu grande impulso à Medicina em todos os seus aspectos, inclusive fazendo uma relação com os fatores geográficos, pois enfatiza, já naquela época, a preocupação humana com a relação entre os fatores ambientais e o surgimento das doenças, a importância da qualidade de vida em consonância com a natureza, a idade dos corpos e a sua adequação às estações do ano, a variação dos ventos e a situação das localidades habitadas, bem como os efeitos destes agentes naturais no corpo humano (MARGOTTA, 1998).

Lacaz, Boruzzi e Siqueira (1972) afirmam que a Geografia Médica nasceu com a obra de Hipócrates, por conseguinte, com a própria história da medicina. Hipócrates discorre sobre a necessidade de se ter conhecimento dos elementos naturais, como os ventos e o clima das regiões, para compreender a medicina.

Quem quiser investigar corretamente a medicina deve fazer o seguinte: primeiramente deve levar em consideração as estações do ano e o que cada uma delas pode produzir. Pois estas não se parecem nada entre si, mas diferem muito delas mesmas, inclusive

quanto as suas mudanças. Em seguida, os ventos quentes e frios, sobretudo os que são comuns a todos os homens. Depois, os de cada região, os que são autóctones. É preciso estar atento à posição dela (a cidade), a como está assentada, e aos ventos e às nascentes do sol; pois não podem ter a mesma propriedade a que está voltada para o bóreas e a que se volta para o notos, nem a que se volta para o sol que se ergue e a que se volta para o sol se pondo (HIPÓCRATES *apud* LACAZ; BARUZZI; SIQUEIRA, p. 94, 1972).

Observa-se que os estudos de Hipócrates imprimiam significativa importância à dimensão espacial, ou seja, ao local de ocorrência de certas moléstias, e eram embasados, sobretudo, numa perspectiva empirista por meio da qual demonstrava a relação do organismo humano com o meio natural e os decorrentes processos de saúde-doença (UJVARI, 2003).

Na Antiguidade acreditava-se que as doenças poderiam ser causadas por elementos naturais ou sobrenaturais, como forma de castigos divinos ou demonstrações da existência de deuses. Nesse período, a compreensão das doenças se dava através da filosofia religiosa. Assim, o pensamento hipocrático contribuiu para a descoberta de novos horizontes no processo saúde-doença, buscando introduzir a explicação racional ao adoecimento das pessoas (MENDES; LEWGOY; SILVEIRA, 2008).

Contudo, os primeiros estudos realizados no bojo da Geografia Médica foram efetivados antes mesmo da constituição da própria Geografia como disciplina acadêmica. O termo Geografia Médica foi mencionado pela primeira vez em 1792, nos estudos do autor alemão Ludwig Finke, que segmentava a geografia médica em três partes: a geografia das doenças, a da nutrição e a da atenção médica (DUTRA, 2011).

A relevância da obra de Finke (1792) se destaca pela sua abrangência, conteúdo e, sobretudo, pela influência que exerceu nos autores do Século XIX. No entanto, segundo Dutra (2011), o primeiro estudo a levar a denominação *Geografia Médica* em seu título foi o de J. Bourdin (1843), e por isso alguns autores o citam como o primeiro trabalho de Geografia Médica e não o de Finke, que é anterior.

Outro estudo clássico é o de John Snow, considerado o fundador da epidemiologia moderna, que analisou o surto de cólera em Londres no período de 1848 a 1849. Durante a epidemia de cólera que assolava Londres, Snow localizou através da distribuição espacial dos casos, e recorrendo à cartografia e à estatística descritiva, os óbitos por cólera nas diferentes áreas servidas pelas companhias abastecedoras de água, evidenciando a presença de um foco infeccioso em uma área populosa da cidade de Londres (SNOW, 1999; CERDA; VALDIVIA, 2007).

A partir do desenvolvimento da microbiologia, ou seja, do descobrimento das bactérias e parasitas por Pasteur (1842-1895) e Koch (1843-1910), ocorreu uma reformulação

na compreensão do processo saúde-doença. Com o advento da chamada “Teoria Bacteriana”, os saberes médicos foram se restringindo ao corpo humano e à biologia humana, tornando irrelevante para o ensino e pesquisa na Medicina o conhecimento sobre o ambiente (ANDRADE, 2000; LEMOS; LIMA, 2002). Contudo, esse período teve significativa relevância pois, conforme aponta Magalhães (2011, p. 29)

[...] haja vista que a comprovação dos micro-organismos envolvidos na gênese das doenças revolucionou as concepções e o enfretamento dos processos infecciosos, contribuiu de forma preponderante para a construção dos saberes sobre as doenças infecciosas, promovendo estudos, investigações e experimentações que elucidaram aspectos etiológicos, clínicos e laboratoriais dessas doenças.

Passados vários anos de hegemonia da Teoria Bacteriana, somente no final do século XX é que novamente as questões geográficas foram consideradas na interpretação dos processos de adoecimento. Assim, o estudo da Geografia Médica/Saúde passou por profundas transformações durante o período de sistematização do conhecimento Geográfico e o estabelecimento da Geografia Clássica. Em geral, permeou as abordagens do processo saúde-doença e suas causas, todavia, havia ainda a necessidade de apreender o processo homem-natureza e saúde-doença como uma situação de análise integrada.

A Geografia Médica volta a ganhar fôlego na década de 1930, quando se estabeleceu a chamada Tríade Ecológica, composta pelo homem, o agente infeccioso e o ambiente, proporcionando nova aproximação da Geografia com a Epidemiologia, com o intuito de estabelecer redes de causalidade das diversas doenças. Na década de 30 foram publicados importantes trabalhos que deram força aos estudos epidemiológicos e da Geografia Médica (DUTRA, 2011).

O médico patologista, Pavlovsky desenvolveu a chamada “*Teoria dos Focos Naturais das Doenças Transmissíveis*”, que trouxe, novamente, para o conhecimento médico a vertente ecológica das doenças, definindo importantes conceitos como o de circulação do agente no meio natural e o da formação do complexo agente-ambiente (SILVA, 1997; FERREIRA, 2000). O autor define que a existência de um foco natural de doença ocorre quando

[...] há um clima, vegetação, solo específicos e micro-clima favorável nos lugares onde vivem vetores, doadores e recipientes de infecção. Em outras palavras, um foco natural de doenças é relacionado a uma paisagem geográfica específica, tais como a taiga com uma certa composição botânica, um quente deserto de areia, uma estepe, etc., isto é, uma biogeocoenosis (PAVLOVSKY, 1966, p. 19).

Praticamente na mesma época, na França, o geógrafo Maximilian (Max) Sorre desenvolve um conceito similar, o de “*complexo patógeno*” em seu artigo “*Complexes*

Pathogènes et Géographie Médicale”, publicado em 1933, que contribuiu para a recuperação do interesse da relação entre geografia e saúde. Definindo complexo patogênico, Sorre demonstra a complexidade existente nos estudos de associação entre ambiente, o homem e os micro-organismos (FERREIRA, 2000).

De acordo com Bousquat e Cohn (2004), Max Sorre buscou demonstrar a importância da ação humana na formação e na dinâmica do “complexo patogênico” que, para ele, se constitui a partir dos agentes causais, seus vetores, o meio ambiente e o próprio ser humano. Com isto, ampliou o poder analítico e explicativo da geografia, incentivando o aprofundamento dos estudos de Geografia Médica na França (MENDONÇA, 2001).

No Brasil, o trabalho de Afrânio Peixoto, na obra “Clima e Saúde no Brasil” (1938) foi um dos pioneiros em estabelecer correlações entre algumas doenças e as condições climáticas do país. Introduzindo os estudos de Geografia Médica, tem-se uma explanação detalhada da manifestação de inúmeras doenças e suas correlações com o meio natural, desmistificando e criticando as doenças climáticas ou tropicais (SOUZA; SANT'ANNA NETO, 2008).

A partir dos anos 80 a investigação sobre a saúde em Geografia desenvolveu-se em torno da problemática da localização e uso dos serviços de saúde. Recentemente, a partir da segunda metade dos anos noventa, a investigação dirige-se aos fenômenos relativos às iniquidades em saúde (a multiplicidade causal dos padrões de doença e mortes evitáveis; acesso e utilização dos serviços de saúde) e à relação entre a saúde e a promoção do desenvolvimento. Assim, para Santana (2014, p. 7)

A Geografia da Saúde é uma área científica que integra diversos temas da Geografia (Climatologia Regional e Local, Urbanização, Demografia, Planejamento, entre outros), constituindo-se numa área do saber de compreensão global, preocupada com os problemas atuais e em diferentes escalas, útil tanto para os futuros professores como para os que irão integrar equipes pluridisciplinares nas áreas de Ambiente, Planejamento e Ordenamento do Território.

Dessa forma, a mudança do conceito de Geografia Médica para Geografia da Saúde deu-se pelo fato dos estudos relacionado à saúde humana, aos fatores geográficos e dos serviços de saúde, centrado nas condições de saúde das populações, abrangerem mais do que apenas a consequência clínica à exposição de um determinado indivíduo aos micro-organismos presentes no ambiente antropizado ou não. Conforme elucida Santana (2014, p. 13) “a Geografia Médica passou a ser designada Geografia da Saúde, por melhor expressar quer a riqueza metodológica e de objetivos quer porque, de facto, se debruça mais sobre questões de saúde do que sobre questões meramente médica”.

Atualmente, a Geografia da Saúde se ocupa, principalmente, com o modo como as modificações do espaço, a partir da globalização e crescimento dos grandes centros urbanos, podem afetar a saúde humana, tendo as mudanças climáticas globais, regionais e locais como importante objeto de uma gama de estudos relacionados ao clima e à saúde das populações.

2.2 Leptospirose: aspectos epidemiológicos e as questões socioambientais urbanas.

A leptospirose é uma doença infecciosa, febril, aguda e potencialmente grave, oriunda de animais, podendo ser transmitida aos seres humanos. Presente em muitas regiões do planeta, a leptospirose incide com maior frequência nas regiões tropicais e subtropicais, onde as condições ambientais e climáticas são propícias para que ocorra a sua manutenção e transmissão. Recentemente, a leptospirose foi reconhecida como uma doença emergente devido à sua crescente incidência tanto em países em desenvolvimento, quanto em países desenvolvidos (FERREIRA; ÁVILA, 2001).

Frequentemente confundida com dengue ou malária nas regiões onde estas doenças são endêmicas³, pois tem sintomas muito similares, a redução da mortalidade por leptospirose requer o diagnóstico precoce dos pacientes acometidos pela doença. Em Bangladesh, durante uma epidemia de dengue em 2001, observou-se, após os exames e testes sorológicos dos pacientes em dois hospitais de referência na cidade de Dhaka, que 18% de pacientes que obtiveram resposta negativa para dengue reagiram positivamente para leptospirose, o que demonstra a notificação secundária da doença pela associação feita a outras enfermidades febris com sintomas similares (LAROCQUE *et. al.*, 2005).

No Brasil, a leptospirose é de notificação compulsória desde 1993, e possui grande impacto social e econômico por apresentar elevada incidência em determinadas áreas, altas taxas de internações e elevado custo hospitalar, uma vez que os casos mais graves são passíveis de internação, perdas de dias de trabalho, com uma média de 7,5 dias de hospitalização, bem como por sua letalidade, que pode chegar a até 40% dos casos mais graves (BRASIL, 2015).

Segundo o Ministério da Saúde, no período de 2010 a 2014 foram confirmados 20.810 casos de leptospirose no país, representando uma média anual de 4.162 casos confirmados. O número de óbitos foi de 1.694, representando uma média de 339 óbitos por ano. O maior número de casos da doença foi observado nas regiões Sudeste, com 7.457, e Sul, com 6.030 casos confirmados, seguidos pelas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, que

³ Segundo Soares (1993), uma doença endêmica é aquela habitualmente comum entre pessoas de uma região, cuja incidência se prende à ocorrência de determinados fatores locais.

apresentaram, respectivamente, 3.929, 3.141 e 253 casos entre 2010 e 2014 (BRASIL, 2015). Aleixo (2012, p. 88) explica que as regiões sul e sudeste se destacam em números de casos pois

Apesar de se tratar de regiões com ampla disponibilidade dos serviços de saneamento ambiental, com maior concentração de hospitais e centros de saúde que oferecem serviços de saúde de alta complexidade, isso ocorre pela grande quantidade de municípios nessas regiões e intenso processo de densidade demográfica e produção do espaço de forma inadequada, potencializando inundações urbanas.

No Ceará, segundo a Secretaria da Saúde do Estado, casos da doença são reportados de forma compulsória desde 1995, sendo esse o ano com o maior número de casos confirmados. Entre os anos de 2010 e 2014 foram confirmados 283 casos da doença no Estado, 134 destes advindos do município de Fortaleza, com ênfase no ano de 2011 com 57 casos registrado, seguido por dois municípios que integram a Região Metropolitana, Caucaia, com 10 casos, e Maracanaú, com 5 casos, nos mesmo período.

A persistência da doença é abordada em diferentes pesquisas, principalmente relativas à sorologia, ou seja, através do estudo laboratorial de amostras sanguíneas. No Ceará, o primeiro trabalho relativo à leptospirose foi publicado 1963, que consistiu na investigação sorológica efetuada em pacientes da região do Cariri, porém, foi a partir da década de 80 que a investigação dos casos de leptospirose ganhou ênfase através de estudos realizados com pacientes do, até então denominado, Hospital São José de Doenças Transmissíveis Agudas⁴ (MORAIS, 1993; CASTRO *et. al.*, 1963).

Um importante estudo realizado no período de 1985 a 1998, em dois hospitais de referência, o Hospital São José de Doenças Infecciosas e o Hospital Universitário Walter Cantídio, com pacientes com a forma grave da leptospirose, apontou que 80% destes eram oriundos da capital cearense, caracterizando a enfermidade como uma endemia urbana (DAHER *et. al.*; 2001).

No Ceará, em específico na metrópole cearense, o aprofundamento dos estudos de associação entre a doença e os fatores geográficos pode apontar áreas que necessitam de maior atenção do poder público, tanto em relação ao saneamento básico, quanto ao risco de proliferação de animais reservatórios da doença, como medida preventiva para a consequente diminuição de casos.

⁴ Segundo a Secretaria da Saúde do Estado do Ceará, o Hospital São José de Doenças Infecciosas foi criado pela Lei N.º 9.387 de 31 de julho de 1970, com a denominação de Hospital São José de Doenças Transmissíveis Agudas, funcionando desde então como referência em doenças infecciosas no Estado do Ceará.

Atualmente novas doenças febris passaram a fazer parte do cotidiano dos habitantes da capital cearense, e da população brasileira como um todo, com início no ano de 2014 e surtos epidêmicos em diferentes localidades do país em 2015, adentrando o ano de 2016.

As denominadas ZIKV⁵ e febre Chikungunya, ambos transmitidos pelo *aedes aegypti*, mesmo mosquito transmissor da dengue, apresentam sintomas similares aos da leptospirose, podendo gerar novos problemas na identificação e notificação da doença sendo necessário “para a equipe de saúde, um treinamento específico e maior vigilância de sinais e sintomas indicativos de evolução atípica ou grave da infecção” (LUZ; SANTOS; VIEIRA, p. 787, 2015).

Cabe salientar que, a partir do surgimento de epidemias de novas doenças com sintomas similares aos do agravo aqui observado, as medidas clínicas na identificação da leptospirose e o mapeamento e observação das áreas de risco à ocorrência da doença, bem como as medidas preventivas adotadas nessas áreas, se tornaram ainda mais imprescindíveis no trato com o agravo, principalmente nos grandes centros urbanos.

2.2.1 Características clínicas e epidemiológicas

A leptospirose é uma zoonose⁶ causada por uma bactéria helicoidal (espiroqueta) aeróbica do gênero *Leptospira*, pertencentes à ordem *Spirochaetales*, da família *Leptospiraceae*. Na divisão taxonômica o sorovar é a unidade básica para classificação destas bactérias, onde foram identificados mais de 200 sorovares, sendo a espécie *Leptospira interrogans* a que afeta o homem nos vários continentes, nas áreas rurais e urbanas, e em climas temperados e tropicais (FERREIRA; ÁVILA, 2001; BRENNER *et. al.*, 1999).

De acordo com Ferreira e Ávila (2001), estas bactérias possuem uma ou ambas extremidades em forma de gancho, são delgadas, móveis, propelidas por flagelos contidos no envelope externo que é composto por proteínas, lipídeos e lipopolissacarídeos, concentrando grande parte dos seus antígenos.

A leptospirose foi descrita pela primeira vez no Cairo, em 1880, por Larrey, e a posteriori, por Landouzy, em 1883. Todavia, foi Adolf Weil quem a descreveu enfaticamente, analisando quatro casos clínicos em trabalho publicado em 1886 na Alemanha. Após ser

⁵ Epidemiologistas confirmam a hipótese de que o ZIKV tenha entrado no Brasil anteriormente, e permanecido "invisível" ao sistema de saúde pois provavelmente foi confundido com outras doenças febris, como a própria leptospirose (VALLE; PIMENTA; AGUIAR, 2016).

⁶ A Organização Mundial da Saúde (OMS) define a zoonoses como doenças ou infecções naturalmente transmissíveis entre animais vertebrados e seres humanos.

reconhecida por Adolf Weil, a leptospirose ficou conhecida como doença de Weil, recebendo outras designações populares com o passar dos anos, como febre dos pântanos, febre dos arrozais, febre outonal, doença dos porquinhos e, atualmente nas grandes áreas urbanas, doença do rato (CORTÊS; CALDAS, 1986; BRASIL, 2015).

A leptospirose pode acometer desde anfíbios a répteis e mamíferos, tendo como reservatórios animais silvestres e domésticos, sendo, porém, os roedores os mais relevantes difusores das bactérias no ambiente urbano. Segundo Ribeiro (2003), o homem é o hospedeiro acidental e terminal dentro da cadeia de transmissão que, dependendo do clima e localização geográfica em que a doença é registrada, vem a ter contato com a bactéria por exposição recreativa ou ocupacional, como se registra em países de clima temperado, ou de exposição endêmica, em países de clima tropical e subtropical. Ainda sobre os reservatórios da doença, o Guia de Vigilância em Saúde esclarece que

Os principais são os roedores das espécies *Rattus norvegicus* (ratazana ou rato de esgoto), *Rattus rattus* (rato de telhado ou rato preto) e *Mus musculus* (camundongo ou catita). Esses animais não desenvolvem a doença quando infectados e albergam a leptospirose nos rins, eliminando-a viva no meio ambiente e contaminando água, solo e alimentos. O *R. norvegicus* é o principal portador do sorovar *Icterohaemorrhagiae*, um dos mais patogênicos para o homem. Outros reservatórios são caninos, suínos, bovinos, equinos, ovinos e caprinos (BRASIL, 2015, p. 651).

Desta forma, os roedores, dentre outros reservatórios animais da bactéria, não apresentam os sintomas da doença e podem eliminar a *leptospira* através da urina durante meses, anos ou por toda a vida, dependendo da espécie animal e o sorovar envolvido. A transmissão da doença pode ocorrer de duas formas: diretamente, através da mordedura, contato com a urina, sangue, órgãos e tecidos provenientes de animais infectados; e indiretamente, a forma mais comum, através do contato com água, lama, solo e alimentos contaminados com *leptospiras*. A transmissão inter-humana é rara, mas pode ocorrer pelo contato com urina, sangue, secreções e tecidos de pessoas infectadas (BRASIL, 2015; FERREIRA *et. al.*, 2001; MAROTTO *et. al.* 1997).

O fato do contato com água e lama contaminadas ser a forma mais comum de exposição do homem com as bactérias responsáveis pela ocorrência da leptospirose, demonstra a importância do vínculo hídrico e ambiental na transmissão e disseminação da doença. “A penetração do microrganismo ocorre através da pele com presença de lesões, pele íntegra imersa por longos períodos em água contaminada ou através de mucosas” (BRASIL, 2015, p. 651).

O período de incubação da leptospirose varia de 1 a 30 dias, sendo mais frequente entre 5 e 14 dias, com manifestações clínicas variáveis, desde formas que não apresentam os

sintomas clínicos da doença, até quadros clínicos graves associados a manifestações graves. As apresentações clínicas da leptospirose foram divididas dentro das fases evolutivas da doença: a fase precoce, também chamada de fase leptospirêmica, e a fase tardia, denominada fase imune (BRASIL, 2015).

A fase precoce da doença é caracterizada pelo início súbito de febre, dor de cabeça, dor muscular, náuseas e vômitos, podendo ocorrer, ainda, diarreia, dor nas articulações, congestão sanguínea ou hemorragia conjuntival, fotofobia, dor ocular e tosse. Erupções cutâneas ocorrem em 10% a 20% dos pacientes e apresentam manchas vermelhas na pele distribuídas no tronco ou região pré-tibial (GONÇALVES *et. al.*; 1983).

O aumento anormal do volume do fígado, do baço e alterações nos nódulos linfáticos podem ocorrer, mas ocorrem menos comumente, sendo identificados em menos de 20% dos casos. Essa fase tende a ser autolimitada, ou seja, possui um período limitado de permanência, podendo regredir em três a sete dias sem deixar sequelas (BRASIL, 2015). Apesar do quadro relativamente leve da fase precoce ela é

[...] frequentemente diagnosticada como “síndrome gripal”, “virose” ou outras doenças que ocorrem na mesma época, como dengue ou influenza. Embora a fase precoce da doença corresponda a maior parte das formas clínicas (90%), a menor parte dos casos é identificada e, conseqüentemente, notificada nesta fase da doença, devido as dificuldades inerentes ao diagnóstico clínico e a confirmação laboratorial (BRASIL, 2015, p. 652).

É importante notar a existência de alguns sinais e sintomas que podem ajudar a diferenciar a fase precoce da leptospirose de outras causas de doenças febris agudas. Sufusão conjuntival, que é uma expressão de hemorragia nos olhos, é um achado característico da leptospirose, sendo observada em cerca de 30% dos pacientes. Esse sinal aparece no final da fase precoce e caracteriza-se pela congestão sanguínea ocular e edema da conjuntiva ao longo das fissuras das pálpebras (BRASIL, 2015).

Com o agravamento da doença, os pacientes também podem desenvolver pequenos pontos vermelhos na pele causados por uma pequena hemorragia de vasos sanguíneos, denominados petéquias, além de hemorragias conjuntivais. “Geralmente, a leptospirose é associada a intensa dor muscular, principalmente em região lombar e nas panturrilhas, todavia, nenhum desses sinais clínicos da fase precoce são suficientemente sensíveis ou específicos para diferenciá-la de outras causas de febre aguda” (BRASIL, 2015, p. 653).

A fase aguda da doença pode durar de 3 a 7 dias, onde aproximadamente 15% dos pacientes apresenta as manifestações clínicas graves que se iniciam após a primeira semana da doença, mas podem aparecer mais cedo, especialmente em pacientes com a apresentação de um

quadro fulminante. A leptospirose grave se apresenta como a síndrome de Weil, potencialmente fatal, caracterizada por icterícia, quando ocorre o surgimento da coloração amarelada dos tecidos e das secreções orgânicas, insuficiência renal e hemorragia, mais comumente pulmonar (SILVA; CAMARGO, 2001)

A icterícia é considerada um importante sinal na detecção da doença, caracterizada pela presença de uma tonalidade alaranjada muito intensa na pele, nas membranas mucosas ou nos olhos. Geralmente, a icterícia aparece entre o terceiro e o sétimo dia da doença e sua presença costuma auxiliar no diagnóstico da leptospirose, sendo um sinal de pior prognóstico devido a sua associação com essa síndrome (BRASIL, 2015). No entanto,

[...] é importante observar que manifestações graves da leptospirose, como hemorragia pulmonar e insuficiência renal, podem ocorrer em pacientes anictéricos. Portanto, os médicos não devem se basear apenas na presença de icterícia para identificar pacientes com leptospirose ou com risco de complicações graves da doença. Enquanto a letalidade geral nos casos de leptospirose notificados no Brasil é de 10%, nos pacientes que desenvolvem hemorragia pulmonar é maior que 50% (BRASIL, 2015, p. 653).

Por essas dificuldades no diagnóstico imediato da doença, o Guia de Vigilância em Saúde destaca a importância de se obter, dos casos suspeitos, um histórico sobre a exposição epidemiológica de risco que possa auxiliar no diagnóstico clínico da leptospirose, sendo este um critério para a identificação da doença.

O relato da ocorrência de exposição direta ou indireta a corpos hídricas, como água e lama de enchentes e inundações⁷, urina de animais infectados ou outros materiais passíveis de contaminação, exposição a fossas, esgoto, lixo e entulho, atividades que envolvam risco ocupacional, como coleta de lixo e de material para reciclagem, limpeza de córregos, além de pacientes provindos de área consideradas de risco da doença, como bairros próximos aos rios urbanos ou que contam com déficit de saneamento básico, podem alertar o clínico para a suspeita de leptospirose (BRASIL, 2015).

O método laboratorial específico de diagnóstico da doença depende da fase evolutiva em que se encontra o paciente. O Ministério da Saúde considera como método de confirmação de casos suspeitos na fase precoce a análise de exame sanguíneo, pois 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 ou, ainda, pela técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR). A cultura somente se finaliza

⁷ Segundo Barbieri (2014, p. 72) “inundações e enchentes são eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d’água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração (...) podem ser intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo homem.”

(positiva ou negativa) após algumas semanas, o que garante apenas um diagnóstico retrospectivo (ALMEIDA *et. al.*, 1994; SAKATA *et. al.*, 1992).

Na fase tardia, as *leptospiras* podem ser encontradas na urina, cultivadas ou inoculadas. Pelas dificuldades inerentes à realização dos exames de culturas, os critérios aceitos para a confirmação diagnóstica são flexíveis. Assim, os métodos sorológicos são comumente selecionados para o diagnóstico da leptospirose. Os mais utilizados no país são o teste ELISA-IgM e a microaglutinação. Ainda de acordo com o Ministério da Saúde, esses exames devem ser realizados pelos Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN), existentes nos diferentes Estados do país e pertencentes à Rede Nacional de Laboratórios de Saúde Pública.

Exames complementares de maior complexidade ou não disponibilizados nos Lacens, podem ser solicitados através dos mesmos ao Laboratório de Referência Nacional para Leptospirose, como por exemplo os exames de imuno-histoquímica, técnicas baseadas em PCR⁸ e tipos de isolados clínicos (BRASIL, 2015; FERREIRA *et. al.*, 2001).

Existem, ainda, exames inespecíficos iniciais que poderão dar segmento ao diagnóstico final do paciente, como o hemograma e exames de bioquímica que medem alterações na ureia, creatinina, bilirrubina total e frações, transaminase glutâmico-oxalacética (TGO) e transaminase glutâmico-pirúvica (TGP), gama glutamil transferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), creatinoquinase (CPK), Na⁺ e K⁺. “Se necessário, também devem ser solicitados radiografia de tórax, eletrocardiograma (ECG) e gasometria arterial. Na fase inicial da doença, as alterações laboratoriais podem ser inespecíficas” (BRASIL, 2015, p. 355).

O tratamento da leptospirose consiste no uso de diferentes antibióticos, de acordo com a fase evolutiva da doença. A droga comumente escolhida para o tratamento da doença é a penicilina. Nos casos em que ela seja contraindicada, como em pacientes gestantes, lactantes ou em caso de insuficiência renal, a opção terapêutica é a ampicilina, a diox ciclina ou a tetraciclina (SILVA; CAMARGO, 2001). Desta forma, a “antibioticoterapia está indicada em qualquer período da doença, mas sua eficácia parece ser maior na primeira semana do início dos sintomas” (BRASIL, 2015, p. 659).

No quadro síntese a baixo, organizado com dados disponibilizados pelo Guia de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, é possível perceber os principais antibióticos

⁸ A PCR (Polymerase Chain Reaction) é uma técnica que promove, por meio de etapas de variação de temperatura, a duplicação de cadeias de DNA *in vitro*. Constitui-se em um valioso instrumento diagnóstico, notadamente no caso de doenças infecciosas graves, devido à sua capacidade em detectar agentes infecciosos com maior sensibilidade e especificidade, sem necessidade de se encontrarem parasitas viáveis na amostra biológica (COSTA, 2010; BRAZ, 2006).

utilizados em cada fase e tipo de paciente que apresenta a doença, além da apresentação dos sintomas, causas e modo de transmissão da doença (quadro 1).

Quadro 1 - Síntese sobre a leptospirose

CAUSAS	MODO DE TRANSMISSÃO	SINTOMAS	TRATAMENTO
Contato com roedores infectados com a bactéria do gênero <i>leptospira</i> como <i>Rattus norvegicus</i> (ratazana ou rato de esgoto), <i>Rattus rattus</i> (rato de telhado ou rato preto) e <i>Mus musculus</i> (camundongo ou catita).	Exposição direta ou indireta à urina de animais infectados.	A doença se manifesta com início súbito de febre, dor de cabeça, dor muscular, náuseas e vômitos. Podem ocorrer diarreia, dor nas articulações, hemorragia conjuntival, fotofobia, dor ocular e tosse.	Fase precoce Amoxicilina › Adultos: por 5 a 7 dias; › Crianças: por 5 a 7 dias; • Doxiciclina: por 5 a 7 dias.
		A manifestação da leptospirose grave é a síndrome de Weil, caracterizada por icterícia, insuficiência renal e hemorragias, mais comumente pulmonar.	Fase tardia • Adultos › Penicilina G Cristalina; › Ampicilina; › Ceftriaxona; › Cefotaxima.
		Outras manifestações frequentes na forma grave da doença: inflamação do músculo cardíaco, agravadas por distúrbios eletrolíticos; pancreatite; anemia e distúrbios neurológicos como confusão, delírio, alucinações e sinais de irritação meníngea.	Fase tardia • Crianças › Penicilina cristalina; › Ampicilina; › Ceftriaxona; › Cefotaxima.

Fonte: Guia de Vigilância em Saúde. Organização: Autora.

A prevenção da leptospirose se apresenta como a mais importante medida de mitigação da doença, uma vez que a redução do contato direto e indireto com as excreções de roedores, pelas diferentes formas, é uma estratégia efetiva no controle da ocorrência da leptospirose.

Assim, as medidas de prevenção e controle devem ser direcionadas aos reservatórios, na vacinação de animais e controle de roedores, na melhoria das condições de proteção dos trabalhadores expostos, na efetiva mitigação dos problemas higiênicos e sanitários

da população, e no real investimento em medidas corretivas sobre o meio ambiente, diminuindo sua capacidade de suporte para a instalação e proliferação de roedores (BRASIL, 2015).

Vacinas contendo *leptospiras* inativas mostraram-se eficazes quando usadas em animais, e há relatos de sucesso também em humanos no Japão, Itália, França, Rússia e China, porém, no Brasil ainda não são utilizadas (SANCHEZ *et. al.* 2002). A dioxina tem sido apontada na literatura por apresentar um importante papel na prevenção pré e pós-exposição de indivíduos sob risco em determinado período, isto é, seu uso é definido em pessoas expostas à infecção e utilizada em doses semanais de 200mg enquanto houver risco de contaminação (MONTEIRO *et. al.*, 2005).

2.2.2 Leptospirose em ambiente urbano: Aspectos condicionantes

A leptospirose apresenta ampla distribuição em virtude da variedade de reservatórios animais, incluindo roedores domésticos e silvestres, cães, bovinos e carneiros, e da capacidade de sobrevivência da bactéria no ambiente, porém, a predominância de diferentes sorovares varia de acordo com a região geográfica (OIE, 2005). Descrita em muitos países, inclusive na Índia e em alguns países do Sudeste da Ásia, Europa Continental, Inglaterra e China, a leptospirose se apresenta em todos os cinco continentes, contudo, a sua incidência é significativamente maior em países tropicais de clima quente e úmido (JAURÉGUIBERRY *et. al.*, 2005; LEVETT, 2001; SEHGAL, 1998).

Atualmente, a doença é relacionada às áreas urbanas, em especial aquelas cujo crescimento desordenado está aliado às áreas de segregação socioeconômica e déficit no saneamento básico, características de países em desenvolvimento e subdesenvolvidos⁹, problemáticas estas que viabilizam o contato com as águas provenientes das inundações urbanas e com o lixo dispersado por vias e terrenos baldios, que propiciam um ambiente ideal para transmissão da leptospirose (GENOVEZ, 2009).

Todavia, antigamente, a “leptospirose era considerada uma patologia de ocorrência esporádica e rural” (KOURY; SILVA, 2006, p. 5), tendo a sua área de ocorrência expandida a partir do crescimento populacional das grandes cidades, com o surgimento de espaços de elevada vulnerabilidade¹⁰ socioambiental.

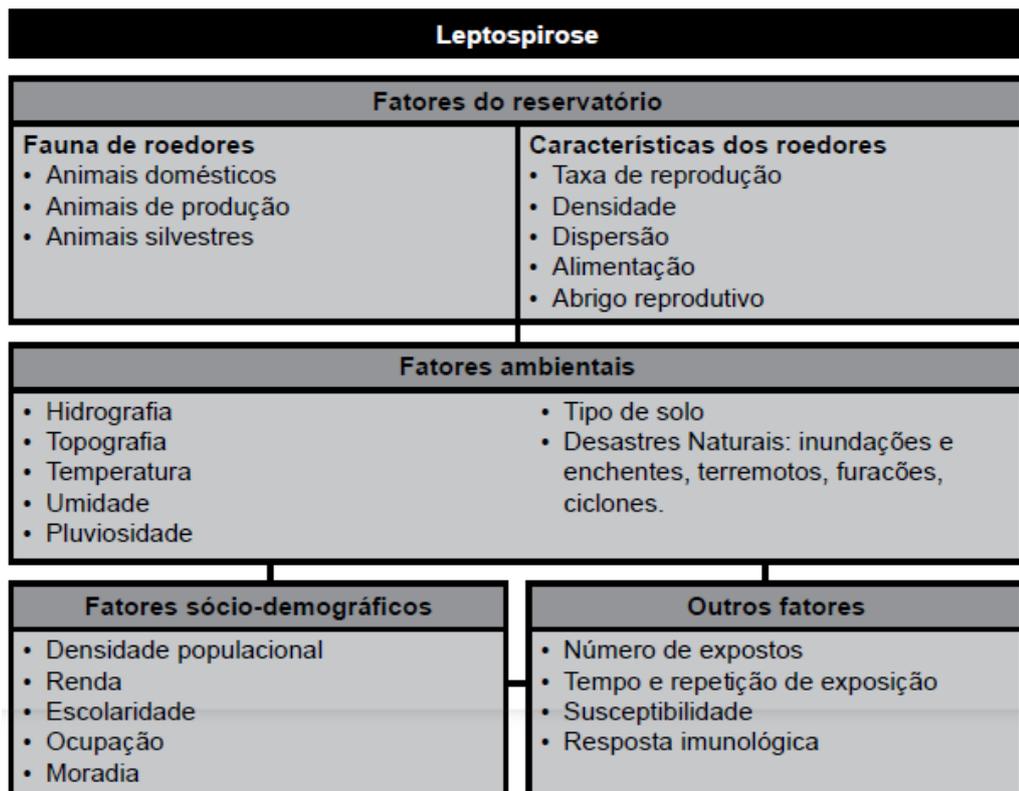
⁹ De acordo com Oliveira (2002, p. 41-43), “nos países em desenvolvimento, as necessidades básicas de grande número de pessoas – alimento, roupas, habitação, emprego – não estão sendo atendidas [...] países subdesenvolvidos apresentam estruturas econômicas inadequadas e elevada concentração de renda, bem como baixos níveis de condições de vida”.

¹⁰ Segundo VEYRET (2007), vulnerabilidade é a magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos. Ela pode ser de ordem socioeconômica, humana e ambiental.

A concentração de população nos centros urbanos por si só não determina uma situação de risco, mas sim o processo acelerado de urbanização destes centros e as disparidades referentes ao sistema econômico. A desigualdade social presente nestas grandes cidades forçam os habitantes mais desfavorecidos a ocuparem áreas irregulares, sujeitando-se a enchentes nos períodos chuvosos, e problemas de saneamento, elevando o risco de adoecimento.

No Brasil a doença é endêmica, de caráter sazonal, com picos de incidência nos meses em que ocorre a elevação de índices pluviométricos (BRASIL, 2015). Em análise descritiva realizada no Brasil, nos anos de 2001 a 2009, constatou-se que o local provável de infecção dos casos confirmados foi a área urbana, responsável por 72% dos casos confirmados no estudo, sendo 65% deles em ambiente domiciliar (ARSKY *et. al.*, 2012). Oliveira, Guimarães e Medeiros (2009) propuseram um modelo produtivo da leptospirose que incorpora múltiplos fatores causais dessa enfermidade que, comumente, envolvem a população vulnerável à doença, dentre eles o clima (figura 2).

Figura 1 - Modelo Produtivo da Leptospirose



Fonte: Oliveira, Guimarães e Medeiros (2009).

A variabilidade climática¹¹ é um fator que interfere de forma direta na saúde humana, podendo provocar um aumento significativo na incidência de uma grande variedade de doenças, como a leptospirose, principalmente em ambientes climáticos tropicais, pois, conforme aponta Mendonça (2005, p. 106) “o clima tropical, por suas características particulares, reúne excelentes condições para o desenvolvimento de um considerável número de doenças, tanto ligadas ao excesso de calor quanto à queda abrupta do mesmo e à variabilidade termo-hidro-pluviométrica”.

O clima atua, basicamente, de duas formas distintas: continuamente, influenciando os fenômenos biológicos, e em episódios espaçados, através dos eventos climáticos extremos. No primeiro caso, em relação à saúde humana, temos os fatores tais como temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica e até o ciclo hidrológico afetando a capacidade de reprodução e sobrevivência de agentes patogênicos no meio ambiente e, principalmente, dos chamados vetores de agentes infecciosos, tais as bactérias responsáveis pela leptospirose (CONFALONIERI, 2003).

O clima urbano é uma combinação complexa entre a dinâmica atmosférica e a produção do espaço urbano, sendo uma construção social geradora de novas configurações espaciais que influi e é influenciado diretamente por processos naturais que atuam nas escalas climáticas regionais e globais (SANT’ANNA NETO, 2011). Assim, a variabilidade climática, bem como as alterações do clima em escala global, afeta diretamente o clima regional e local, interagindo com o ambiente urbano e as suas diferentes faces, gerando um meio favorável à ocorrência e permanência da leptospirose.

Alguns cenários das consequências regionais de alterações climáticas globais são destacados por Marengo (2007) para o Brasil, como eventos El Niño-Oscilação Sul (Enso) mais intensos, com secas no Norte e Nordeste e enchentes no Sul e Sudeste, e a crescente diminuição de chuvas no Nordeste. O Índice de Mudança Climática (CCI) corrobora com as observações de Marengo (2007), apontando para a Região Nordeste, juntamente com a Região Norte, como as que tendem a ter seu clima mais alterado (BRASIL, 2008; BAETTIG; WILD; IMBODEN, 2007).

Em 2005 foi concretizado um estudo financiado pelo Programa de Mudança Global do Clima, desenvolvido pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), com o principal objetivo

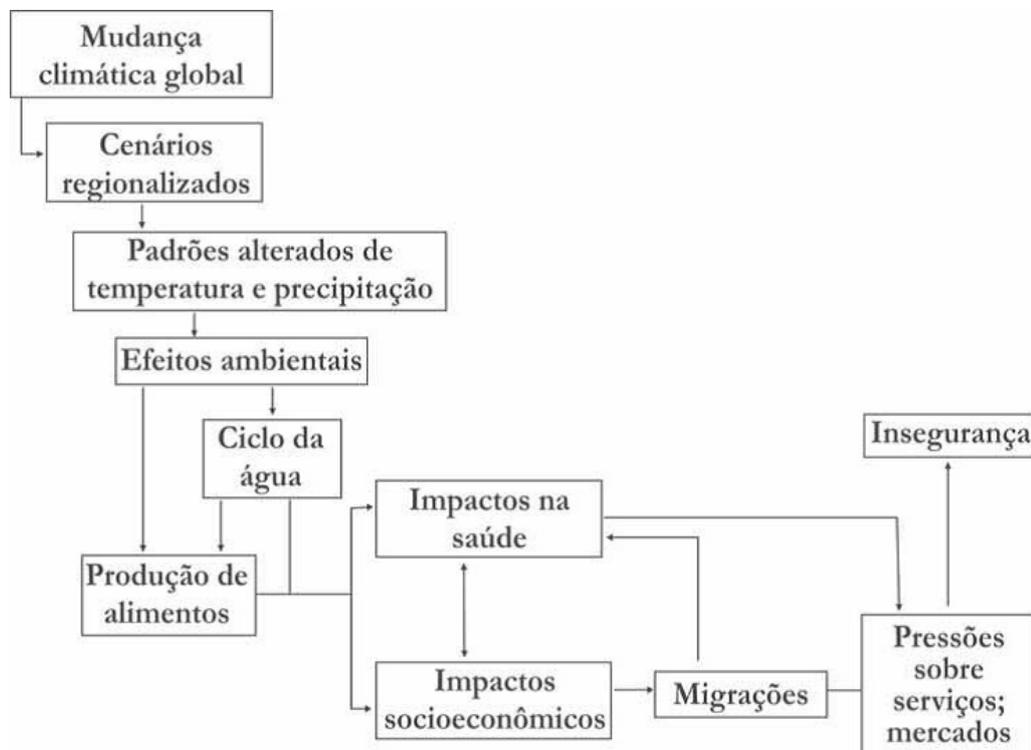
¹¹ Confalonieri (2003, p. 194), define variabilidade climática como “uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global [...] não deve ser confundida com a mudança climática global, que é consequente ao aumento global de temperatura provocado por emissões antropogênicas de gases causadores do efeito estufa.”

de construir um indicador de vulnerabilidade da população brasileira frente aos impactos do clima na saúde. O trabalho adotou como modelo apresentado por Confaloniere (2005), na sua obra “*Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil*”. O estudo analisou a vulnerabilidade no período de 1996 a 2001, construindo um índice que se baseou em três componentes: o componente socioeconômico, epidemiológico e climático.

O estudo apontou os Estados da Região Nordeste como os mais vulneráveis aos impactos do clima na saúde. Isto se dá pelo predomínio de um clima semiárido, sujeito a secas periódicas, além da presença de uma população apresentando baixos indicadores socioeconômicos. Desta forma, esta área seca e com elevada densidade populacional humana, é apontada como uma prioridade para ações visando a avaliação da vulnerabilidade aos impactos do clima para o setor de saúde (CONFALONIERI *et al.*, 2005; 2007).

O diagrama a seguir (figura 3), organizado por Confalonieri (2008), mostra uma projeção de possível encadeamento de eventos para a Região Nordeste, baseado em um futuro cenário climático desfavorável, com redução das chuvas sazonais, acompanhada de aumentos de temperatura e a elevação da ocorrência de chuvas concentradas em um curto período de tempo.

Figura 2 - Projeção de eventos decorrentes da seca na Região Nordeste



Fonte: Confalonieri (2008).

Em condições favoráveis, a leptospirose é a mais comum infecção bacteriana, sendo identificada pela Organização Mundial de Saúde - OMS, como uma doença tropical negligenciada. Diferentes estudos como o de Aleixo (2012), Magalhães e Zanella (2009), Paula, (2002), Daher *et. al.* (2001), Moraes (1993), Veras *et. al.* (1987) e Cortês e Caldas (1986), demonstram íntima associação entre o período chuvoso e o aumento na incidência de casos de leptospirose.

As condições climáticas consideradas ótimas para a sobrevivência da *leptospira* dependem de ambientes úmidos, e a temperatura do solo na profundidade de 50 cm apresentando 22°C ou mais, ou seja, a bactéria depende do calor e da umidade do ambiente para sobreviver. Desta forma, em locais de clima quente e chuvas concentradas a sobrevivência da *leptospira* pode durar longos períodos. (BRASIL, 2015; WHO, 2003).

O impacto da incidência da leptospirose devido às alterações climáticas, poderá ser observado pelo consequente aumento da incidência da doença em regiões que são afetadas pelos efeitos do aquecimento global, principalmente naquelas regiões onde o aumento das chuvas será maior ou naquelas cidades localizadas a baixo do nível do mar, pela característica inerente da associação desta enfermidade com as condições pluviométricas (BRASIL, 2008).

No período de 1988 a 1996 foram registradas a ocorrência de três grandes surtos após chuvas torrenciais no país, no Rio de Janeiro, nos anos de 1988 e 1996 e em Salvador em 1999 (BARCELLOS, 2003; CONFALONIERI, 2003; COSTA; COSTA, 2001), assim, fica claro que a chuva desempenha a função disseminadora da *leptospira* no ambiente, o que amplia consideravelmente as dimensões da contaminação.

Em regiões onde há um maior período de seca e chuvas concentradas em um curto período de tempo, como o Nordeste do Brasil, pode haver a subnotificação da doença, bem como a negligência por parte dos serviços de saúde na efetivação de medidas preventivas, principalmente relativas ao saneamento e disposição de lixo urbano, e na execução de exames laboratoriais ao longo dos anos secos (BRASIL, 2008; KUPEK; FAVERSANI, 2000).

Um estudo de Kupek e Faversoni (2000), analisando a incidência dos casos de leptospirose em Florianópolis nos anos de 1991 a 1996, com os dados acerca de casos notificados, de exames laboratoriais e mortes ocorridas naquele período, revelou que houve coincidência entre três picos de incidência de leptospirose e os picos de precipitação atmosférica verificados nos anos de 1991, 1994 e 1996, o que confirma a correlação entre a doença e a pluviometria. Contudo, o número de requisições de exames ao Laboratório Central foi reduzido em 1992 e 1993, anos em que não houve grandes eventos pluviométricos.

Em 1993, ano que apresentou baixo volume de chuva, o número de exames realizados foi menor, porém, o número de resultados positivos foi semelhante à dos anos chuvosos, com taxa de letalidade maior. Os dados sugerem que, nas épocas chuvosas, já são esperados os casos de leptospirose, portanto há maior número de diagnósticos preliminares corretos e de solicitações de exames. No entanto, nos anos em que o volume pluviométrico é baixo, o diagnóstico é feito tardiamente e cresce o número de óbitos.

O estudo de Kupek e Favarsani (2000) alerta sobre a importância de se manter as medidas de notificação da doença mesmo em anos secos ou de chuvas médias, pois os fatores de ordem urbana e socioambientais também influenciam a ocorrência da leptospirose. O mesmo pode ocorrer em diferentes períodos do ano, em locais em que os longos períodos secos podem arremeter à negligência das medidas profiláticas de controle da doença e sua consequente subnotificação.

Dessa forma, a leptospirose apresenta ligação direta com as condições climáticas, estando estreitamente relacionada à pluviosidade e sujeita às mudanças climáticas globais, principalmente pelo fato de ser uma enfermidade de veiculação hídrica, todavia, as problemáticas e características urbanas e socioambientais também são fatores que apresentam correlação com a incidência da doença, não podendo ser ignorados dos estudos de associação entre o clima e a leptospirose.

Assim, de acordo com a literatura, a facilidade de expansão das águas e a ocorrência de inundações durante e após os episódios pluviais, influenciam na incidência de leptospirose em grande parte do Brasil, não sendo o clima, porém, o único fator de determinação da doença, sendo necessário observar os fatores socioambientais urbanos, pois, conforme afirma Mendonça (2005, p. 102) “o clima é somente mais um fator a ser considerado no processo saúde-doença da população. Ele pode assumir importância capital num determinado processo, ou ser apenas fator coadjuvante de um outro.”

Os problemas socioambientais urbanos fazem com que as cidades se tornem o foco das atenções nos dias atuais, pois, aliadas ao desenvolvimento socioeconômico, foram essenciais na elevação dos serviços e infraestruturas para o bem-estar da população e aumento da expectativa de vida. De maneira dicotômica, o crescimento urbano também foi responsável pelo aumento de casos de patologias e a emergência e reemergência¹² de doenças. Segundo Gouveia (1999, p. 50)

¹² Segundo o Centres for Disease Control and Prevention (1994), doenças emergentes e reemergentes são aquelas cuja incidência em humanos vem aumentando nas últimas duas décadas ou ameaça aumentar num futuro próximo.

Dentro de alguns poucos anos, mais da metade da população mundial vai estar vivendo em cidades. Uma urbanização sem precedentes em nossa história, que com seus desdobramentos físicos, sociais e econômicos, está tendo um impacto importante na saúde da população. Hoje, com os grandes tormentos da poluição, da violência e da pobreza, as cidades deixaram de assegurar uma boa qualidade de vida e tornaram-se ambientes insalubres.

Dos 2.087 casos de leptospirose confirmados no Estado do Ceará, entre 1995 e 2014, cerca de 70% ocorreram na metrópole cearense, sendo a quinta cidade mais populosa do país (SESA, 2015; IBGE, 2015). Essas grandes metrópoles, em geral, são polos regionais de desenvolvimento geradores de espaços desiguais e concentradores populacionais, que podem representar importantes fatores de permanência de enfermidades que acometem parcela significativa da população urbana.

O uso do solo nas grandes cidades brasileiras não é homogêneo. As alterações na paisagem refletem as formas de ocupação socioeconômicas, que, por sua vez, determinam as condições ambientais, como moradia, adensamento populacional e saneamento ambiental, aliado à complexidade dos problemas sociais e políticos, que afetam a qualidade ambiental e de vida destes centros urbanos. Dessa forma, as cidades apresentam, hoje, características geradoras de fatores de risco para a ocorrência de uma série de agravos à saúde (ALCOFORADO; ANDRADE, 2007; GOUVEIA, 1999).

Fortaleza, por exemplo, é resultado da ação de distintos agentes que exerceram influência na modelagem do espaço urbano ao longo de décadas, em períodos históricos distintos, de acordo com as suas necessidades e seu poder. Desta forma, conforme elucidado Araújo (2015, p. 38)

A capital cearense ganhou forma a partir das práticas sociais dos migrantes nas ocupações irregulares; da elite na criação de novos bairros; do poder público ao dotar a cidade de infraestrutura, serviços e equipamentos urbanos; do setor privado investindo na indústria, comércio, serviços e na abertura de loteamento, construção de edificações e dos movimentos sociais nas reivindicações de suas demandas, ante outros agentes. O processo de formação da cidade está diretamente ligado aos agentes sociais que nela estão inseridos.

É possível afirmar que a expansão urbana de Fortaleza está imbricada às condições contraditórias de desigualdades espaciais urbanas, que perpassam por diferentes gerações de agentes que vivenciam e produzem esse espaço, gerando diferentes cenários urbanos, dentre eles áreas de risco compostas por populações vulneráveis à diferentes fatores, como os relacionados à saúde por exemplo (ROSA; COSTA, 2009; ARAÚJO, 2015).

Segundo dados do Índice de Bem-Estar Urbano (IBEU)¹³, dentro da cidade de Fortaleza é possível observar os contrastes existentes entre os bairros, onde os melhores indicadores são observados nos bairros de maior prestígio social e os piores índices condizem com os bairros periféricos, compostos pela parcela da população de média e baixa renda.

Destacando a categoria “Condições Ambientais Urbanas”, que utiliza como indicadores a arborização, o esgoto a céu aberto e lixo acumulado no entorno do domicílio, Pereira e Nogueira (2013, p. 9-10) elucidam que

As áreas de ponderação com indicadores considerados excelentes foram: Fátima (0,959), Joaquim Távora (0,958), Meireles (0,946) e Aldeota (0,916) em Fortaleza. Diante dos números, nota-se a continuação da sobreposição entre as áreas com melhores indicadores e os bairros de maior prestígio social na capital. Já ao analisar as áreas com indicadores considerados bons, percebe-se uma predominância no setor oeste da cidade, entre elas, áreas que apresentaram IBEU considerado médio, como: Antônio Bezerra (0,866), Barra do Ceará (0,843) e Carlito Pamplona (0,842). Os resultados decorrem, sobretudo, da baixa presença de esgotos a céu aberto e lixo acumulado no entorno dessas áreas residenciais. Já entre as áreas de ponderação que apresentaram os piores indicadores, destacaram-se as correspondentes aos bairros: Ancuri (0,479) e Canidezinho (0,489) com indicadores considerados péssimos; Planalto Ayrton Senna (0,510), Vicente Pinzon (0,518), Siqueira, (0,520) e Bonsucesso (0,569) com indicadores considerados ruins. Nestes casos, as condições ambientais seguem a tendência de resultado negativo já verificada no IBEU local.

A análise das condições habitacionais, que leva em consideração os aglomerados subnormais, a densidade domiciliar, densidade morador/banheiro e material das paredes e espécies de domicílio, demonstra melhores resultados na maioria dos bairros de Fortaleza. Todavia, o setor litorâneo apresenta áreas problemáticas, como os bairros Vicente Pinzon e Cristo Redentor. Segundo Pereira e Nogueira (2013, p. 11)

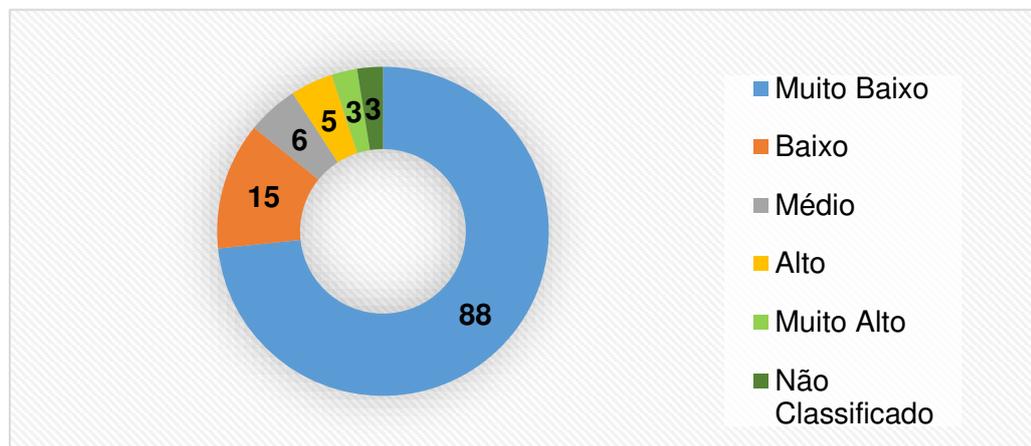
O litoral leste, o caso mais evidente é do espaço localizado no entorno da área portuária do Mucuripe, como Vicente Pinzon (0,476), localização historicamente habitada por trabalhadores da zona portuária e outras categorias sócioocupacionais também de baixa renda. O contexto ora descrito demonstra a diferenciação socioespacial na metrópole, haja vista, a área anteriormente mencionada estar rodeada de bairros com os melhores índices em destaque (...) já no litoral oeste, Cristo Redentor (0,447) destaca-se negativamente. Esta área de ponderação localiza-se no Grande Pirambu, uma das primeiras favelas de Fortaleza, com surgimento na década de 1950.

¹³ Índice de Bem-estar Urbano (IBEU) tem como propósito “avaliar a dimensão urbana do bem-estar usufruído pelos cidadãos brasileiros promovido pelo mercado, via o consumo mercantil, e pelos serviços sociais prestados pelo Estado. Por meio do índice é possível analisar indicadores de mobilidade urbana; condições ambientais urbanas; condições habitacionais urbanas; atendimento de serviços coletivos urbanos; infraestrutura urbana para os 15 grandes aglomerados urbanos que o INCT Observatório das Metrópoles identificou em outros estudos como as metrópoles brasileiras, por exercerem funções de direção, comando e coordenação dos fluxos econômicos” (RIBEIRO; RIBEIRO, 2013, p. 7).

Fica evidente, a partir da observação desses dois indicadores, as contradições urbanas existentes entre os bairros da capital, além de demonstrar a persistência de problemas, como os habitacionais, em antigas aglomerações populacionais. Percebe-se, assim, a existência de “duas cidades” dentro de uma, corroborando com Almeida (2006), que afirma que Fortaleza é dividida em duas cidades distintas, tanto do ponto de vista do acesso à infraestrutura quando à renda *per capita*.

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)¹⁴, que leva em consideração a renda, educação e longevidade por bairro, é possível observar, de acordo com a base de dados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2010, a desigualdade no número de bairros com IDH considerado alto ou muito alto em detrimento da grande maioria de bairros com índice muito baixo ou baixo, conforme demonstra o gráfico abaixo.

Gráfico 1 – Número de bairros de Fortaleza na classificação do IDH



Fonte: IBGE (2010). Organizado pela autora.

Essa divisão da cidade, sobretudo no que concerne à renda *per capita*, estritamente relacionada com fatores habitacionais e de infraestrutura, torna explícita a elevada desigualdade social existente em Fortaleza, como também, conforme foi demonstrado, nas diferenças dos espaços, do aproveitamento dos mesmos e na formação dos bairros que a compõem.

De acordo com um estudo realizado em Ribeirão Preto por Aleixo (2012), a leptospirose associa-se mais intimamente à falta de infraestrutura urbana e a existência de vulnerabilidade socioambiental, do que com a quantidade ou intensidade das chuvas. Aleixo (2012) observou que os casos de leptospirose ocorrem, em sua maioria, em áreas de risco

¹⁴ A classificação do IDH varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1 melhor o grau de desenvolvimento humano. A classificação dos componentes do índice (renda, longevidade e educação) também se dá por essa forma (IBGE, 2010).

próximas a córregos e rios urbanos com pouco saneamento e sujeitos a inundação, principalmente, por causa da canalização e ocupação desordenada de suas margens.

Fortaleza conta com uma complexa rede hídrica de águas superficiais e subterrâneas, que influenciam diretamente no contraste socioespacial de ocupação do meio urbano, tendo a expansão urbana ocorrido sobre um abundante lençol freático, que, por vezes, se eleva à superfície, brotando em incontáveis córregos e lagoas que se destacam e pontilham o seu território (BENTO, 2011).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico apresentado pela PMF em 2014, o município de Fortaleza pode ser dividido em 4 bacias principais, a saber: Bacia da Vertente Marítima, situada na parte norte do município abrangendo 26 bairros do município; a Bacia do Rio Siqueira/Maranguapinho, localizada na parte Oeste do município, composta por 51 bairros da capital; a Bacia do Rio Cocó, da qual fazem parte, total ou parcialmente, 65 bairros de Fortaleza; e a Bacia do Coaçu/Miriú que está situada na parte Sudeste do município e abrange 18 bairros de Fortaleza (PMF, 2014).

Observando a grande diversidade hídrica e o adensamento populacional da capital cearense, salienta-se a importância da implementação de infraestruturas urbanas que conciliem esses dois fatores, pois, de acordo com Caiaffa *et al.* (2008), a condição de acesso à infraestrutura básica é um importante indicador de saúde urbana¹⁵, que auxilia a manutenção da saúde do cidadão como, por exemplo, o saneamento básico que abrange desde o esgotamento sanitário, drenagem, manejo de resíduos sólidos e das águas pluviais urbanas, e mostra díspares entre os diferentes bairros da capital cearense.

Numerosos estudos associam a proliferação de roedores e, conseqüentemente, o incremento da incidência de leptospirose, principalmente, à falta ou precarização do saneamento básico, estabelecendo ligação direta deste com a qualidade de vida das populações urbanas, emergindo, assim, como um dos pontos mais vulneráveis do ambiente urbano (SOARES *et al.*, 2002; HELLER, 1997; SAKATA *et al.*, 1992). Segundo Souza (2002, p. 43) o saneamento

Interfere diretamente no espaço da cidade e na dinâmica dos territórios urbanos, particularmente nas áreas dos bairros pobres, cuja situação é das mais graves. Neste processo, salientam-se as contradições e os conflitos de ações, competências de

¹⁵ Segundo Caiaffa *et al.* (2008), a saúde urbana é um ramo da saúde pública que estuda os fatores de riscos das cidades, seus efeitos sobre a saúde e as relações sociais urbanas, tendo como principais pilares “o adensamento de populações; o papel do ambiente físico e social como modelador da saúde das pessoas; a necessidade de aferir os fenômenos tendo como objeto as desigualdades injustas e evitáveis do ambiente físico, social e em saúde e a governança ou governabilidade, como propostas para as soluções para as iniquidades” (CAIAFFA *et al.*, 2008, p. 1789).

planejamento, normatização e execução dos serviços de saneamento, quanto à definição das responsabilidades dos estados e municípios no processo da gestão.

Ainda conforme Souza (2002), o saneamento básico abrange políticas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, sistemas de drenagem, coleta e tratamento dos resíduos sólidos. “Reflete e condiciona diretamente a qualidade de vida determinada historicamente através de políticas públicas mantendo uma interface com as políticas de saúde, meio ambiente e desenvolvimento urbano” (SOUZA, 2002, p. 44).

No século passado, desde a década de 1950, os investimentos em saneamento básico no Brasil ocorreram de forma pontual em alguns períodos específicos, com destaque para as décadas de 1970 e 1980, quando existia um “predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade” (SOARES *et. al.*, 2002, p. 1715), associando a saúde e qualidade de vida dos cidadãos com o efetivo saneamento do meio ambiente urbano.

Na década de 1990, Fortaleza teve, por meio de programas estatais, as condições de provimento dos serviços de saneamento básico ampliadas, com a expansão da rede de infraestrutura de abastecimento de água e captação de esgoto, além do aumento na coleta seletiva de lixo, através do Programa de Infraestrutura Básica de Saneamento de Fortaleza (SANEAR), que ocorreu em dois períodos, SANEAR I, iniciado em 1993, e SANEAR II, iniciado em 2006 (BENTO, 2011).

Contudo, apesar dos avanços relativos aos projetos de saneamento e manejo de resíduos sólidos implementados nas últimas décadas em Fortaleza, bairros que apresentam elevada densidade populacional, compostos em sua maioria pela população de média e baixa renda *per capita*, ainda são pouco contemplados pelo sistema de esgotamento sanitário e a disposição de lixo em terrenos baldios ainda é latente.

De acordo com o Diagnóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário de 2014, realizado em convênio de cooperação técnica entre a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), e a Agência Reguladora de Fortaleza (ACFOR), bairros como Jangurussu, que já abrigou um dos maiores lixões da cidade, e Barroso, possuem, respectivamente, 34,78% e 15,35% da sua área total com cobertura do sistema de esgotamento sanitário, enquanto bairros como Aldeota e Meireles possuem 100,0% das suas áreas com esgotamento sanitário.

Ainda segundo o referido diagnóstico, o Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Fortaleza apresentava em 2014 um índice de cobertura de aproximadamente 61%, considerado pela PMF como compatível com o contexto das capitais do Norte e Nordeste.

Todavia, a qualidade da cobertura do Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade se distribui entre dois sistemas com situações distintas.

Por um lado, se encontra o denominado Sistema Integrado de esgotamento sanitário, cuja disposição final é no mar, mediante emissário submarino, e cuja cobertura atual é de 49%, aproximadamente. Por outro lado, se encontram os denominados Sistemas Independentes de esgotamento sanitário, cuja cobertura atual é de 12% aproximadamente. Trata-se de SES's isolados, em número aproximado de 97 (noventa e sete), das mais variadas dimensões que cobrem desde pequenos condomínios até bairros planejados na integra (PMF, 2014, p. 266).

A disposição final deste último Sistema de Esgotamento citado é, na maioria dos casos, inapropriada, lançando os esgotos tratados em pequenos corpos d'água de escoamento intermitente sem nenhuma capacidade diluição. Por outro, o nível de remoção de matéria orgânica destes sistemas muitas vezes apresenta desconformidades com a legislação ambiental vigente.

Atualmente, as principais normas que regulam o setor de saneamento estão representadas pela Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e pela Lei 9.433/1997, referente à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Contudo, o acesso aos serviços de saneamento em caráter igualitário, com qualidade e acesso para toda população brasileira está longe de ocorrer no país, seja este em escala nacional, regional ou mesmo local. Segundo Confalonieri (2002, p. 54)

Não se pode idealizar uma sociedade 'saneada', pois, mesmo que eliminados alguns problemas de saúde pública, outros surgirão, dessa maneira, imaginar a sociedade livre do risco de emergência ressurgência dos processos infecciosos é praticar a irrealidade.

No que diz respeito ao eixo social da ocorrência da leptospirose, temos o problema econômico da parcela da população mais exposta ao risco de contrair a doença. Não dispondo de condições financeiras para ter acesso aos espaços urbanos mais adequados e higiênicos, a parcela mais pobre da população se instala em locais de alto risco ambiental, como em áreas passíveis às inundações, gerando espaços de elevada vulnerabilidade socioambiental e exposição às diversas doenças vinculadas ao meio hídrico, sendo a leptospirose a principal dentre elas (BRASIL, 2002). Segundo Gouveia (2002, p. 53-54)

Populações inteiras, em geral as mais pobres, que residem na periferia dos grandes centros urbanos e em outras áreas menos privilegiadas das cidades, vivem em condições inadequadas de moradia, sem acesso aos serviços básicos, e ainda expostas a diversos contaminantes ambientais típicos do desenvolvimento, como a poluição por produtos químicos e a poluição atmosférica. Estes são conhecidos como os que enfrentam o "pior

dos dois mundos": os problemas ambientais associados ao desenvolvimento econômico e os, ainda não resolvidos, problemas sanitários típicos do subdesenvolvimento.

No Brasil, a leptospirose é uma doença associada, geralmente, à população de baixa renda, concentrada nas margens dos rios urbanos ou na periferia das cidades onde predominam precárias ou inexistentes condições sanitárias. A precariedade ou a ausência de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta e disposição final de lixo e deficiente controle de vetores, estabelecem as condições ideais de áreas com alto risco de transmissão de leptospirose.

A precariedade de serviços básicos nos ambientes periféricos urbanos e a elevada infestação de ratos proveniente da má disposição do lixo, torna a leptospirose um grave problema de saúde pública, com uma gama de determinantes inseridos num mesmo espaço geográfico, que condicionam a maior ou menor intensidade da doença. A chuva desempenha a função disseminadora da *leptospira* no ambiente, o que ampliando as dimensões espaciais da contaminação (TALARICO, 2013).

Desse modo a doença ocorre com maior frequência nas grandes cidades e em regiões metropolitanas, onde as condições socioambientais precárias, em conjunto com as características climáticas, ocasionam enchentes associadas a aglomeração populacional de baixa renda, que, somadas às já citadas condições inadequadas de saneamento e alta infestação de roedores infectados, são as principais causas da infecção humana pela bactéria responsável pela doença nas cidades brasileiras.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os estudos e análises acerca dos possíveis impactos da mudança climática na saúde coletiva é uma preocupação relativamente recente da ciência. Estes estudos trouxeram um aspecto novo, tanto para as pesquisas de Geografia da Saúde, em especial à Climatologia, quando para a pesquisa nas disciplinas da saúde pública, especialmente para a epidemiologia, que tem, como seu objeto, o estudo dos determinantes e da distribuição dos agravos à saúde nas populações humanas.

Os esforços das ciências médicas e da Geografia em si, têm se concentrado no desenvolvimento de novas abordagens metodológicas para a avaliação dos impactos do clima na saúde humana. Desta forma, para a concretização de uma pesquisa pautada na perspectiva de Clima e Saúde é imprescindível a utilização de métodos pautados nas ciências que a embasam.

Dessa forma, para a efetivação da pesquisa foram realizados procedimentos metodológicos ao longo de quatro etapas bem definidas. A primeira etapa da pesquisa consistiu na realização de levantamento bibliográfico e cartográfico a respeito do tema abordado e da área de estudo, com o objetivo de se obter um aporte teórico sobre a temática desenvolvida e sobre os procedimentos a serem executados dentro do recorte espacial, considerado a cidade de Fortaleza.

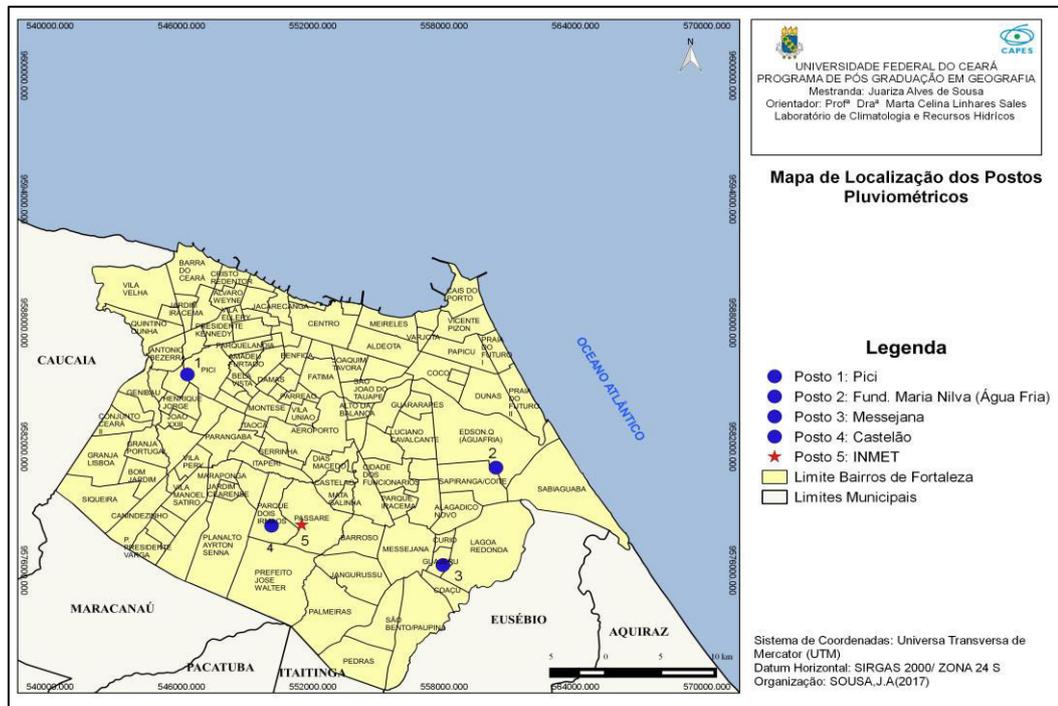
No decorrer da primeira etapa, foi efetuado um levantamento de trabalhos relacionados à leptospirose, características clínicas, áreas de ocorrência nas escalas global, nacional e estadual, e aspectos ambientais condicionantes, com o intuito de melhor compreender a enfermidade analisada. Concomitante à busca de bibliografias relacionadas à enfermidade, também foram levantados estudos que correlacionassem os aspectos climáticos e epidemiológicos, sendo encontrados estudos diversos sobre a leptospirose e sua associação com o regime pluviométrico.

Os artigos, teses, dissertações e livros selecionados e encontrados na forma online foram tabulados através do *software EndNote* versão X6.0.1, que serviu de auxílio tanto na pesquisa de bibliografias em diferentes plataformas, quanto na criação de um banco de referências, contribuindo para o melhor acesso e organização dos trabalhos escolhidos. As palavras chaves utilizadas como marcadores para a pesquisa foram “clima e saúde”, “leptospirose”, “leptospirose e clima”, “chuva e leptospirose”.

A segunda etapa da pesquisa tratou do levantamento de dados quantitativos de chuvas diárias concentradas na cidade junto a FUNCEME e ao INMET, com a média histórica

definida de 6 anos, no período de 2010 a 2015. Foram coletados os totais pluviométricos diários em 4 postos da FUNCEME, Posto Pici, Posto Água Fria, Posto Messejana e Posto Castelão, e no posto do INMET localizado em Fortaleza, totalizando 5 postos de coletas de dados diários e mensais (Mapa 2).

Mapa 2 – Localização dos postos pluviométricos



Fonte: FUNCEME, 2016; INMET, 2016. Autora: SOUSA, 2016.

Os dados epidemiológicos utilizados no presente estudo foram adquiridos em diferentes instituições, alguns dispostos na forma online, como os dados gerais da leptospirose no Estado do Ceará junto à Secretaria de Saúde do Estado (SESA), e outros coletados diretamente com os setores de vigilância municipais. Os dados de casos confirmados e incidência da doença na cidade ao longo do período analisado, coletados junto à Coordenadoria de Vigilância à Saúde – Célula de Vigilância Epidemiológica e no Centro de Controle de Zoonoses.

Além dos dados epidemiológicos e climáticos, também foram coletados dados socioambientais, no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), onde foram obtidos dados referentes aos aglomerados subnormais¹⁶ e características socioeconômica da população; na Prefeitura

¹⁶ Aglomerados subnormais são os diversos tipos de assentamentos irregulares existentes no País, como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, rессacas, mocambos, palafitas, entre outros (IBGE, 2010).

Municipal de Fortaleza e Observatório das Metrôpoles, foram coletadas informações acerca da situação de saneamento básico, coleta de lixo e bem-estar urbano, todos disponibilizados nas plataformas online dos diferentes órgãos.

O quadro a seguir dispõe da base de dados secundários da pesquisa, as fontes de obtenção e a finalidade das informações obtidas nos diferentes órgãos e instituições citadas.

Quadro 2 - Base de dados secundários.

BASES DE DADOS	
FINALIDADE	FONTE
Total pluviométricos diários, mensais e anuais.	<ul style="list-style-type: none"> • FUNCEME • INMET
Casos de Leptospirose mensais e anuais.	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenadoria de Vigilância à Saúde – Célula de Vigilância Epidemiológica; • Centro de Controle de Zoonoses
Totais populacionais por bairro, saneamento básico, renda, aglomerados subnormais.	<ul style="list-style-type: none"> • IBGE; • Observatório das Metrôpoles; • IPECE; • Prefeitura Municipal de Fortaleza

Autora: Sousa (2016).

Após a coleta e seleção dos dados, foi dado início à terceira etapa da pesquisa, que consistiu na tabulação dos dados no *software Microsoft Excel*, onde foram construídos, ainda, gráficos justapostos que compuseram a análise descritiva dos dados, a fim de relacionar as precipitações com os casos confirmados da doença em Fortaleza.

Ao longo da quarta e última etapa da pesquisa, o banco de dados referente à precipitação e aos casos confirmados de leptospirose, foi convertido para a utilização no *software* livre *R*¹⁷ versão 3.4.0, ambiente no qual foram realizados os cálculos estatísticos de correlação entre as variáveis pluviométricas e climatológicas. Os métodos estatísticos utilizados foi a Correlação de Pearson, definida como sendo uma medida de associação linear entre variáveis, e a regressão linear, uma técnica que busca estimar o valor esperado para uma variável (dependente), a partir da variação de outras variáveis (explicativas) (FILHO; JÚNIOR, 2009; FÁVERO *et al.*, 2014).

¹⁷ R is a free software environment for statistical computing and graphics. It compiles and runs on a wide variety of UNIX platforms, Windows and MacOS.

O tratamento estatístico dos dados deu origem, ainda, a gráficos específicos denominados Box-Plot, vulgarmente conhecidos como caixas de bigodes, que teve como objetivo analisar de forma gráfica o comportamento das duas variáveis, bem como sua variabilidade. Tais gráficos são baseados na mediana, quartil e valores extremos. A linha no centro da caixa indica a mediana, ou segundo quartil (Q2), as extremidades do retângulo indicam, respectivamente, o primeiro quartil (Q1) e o terceiro quartil (Q3), enquanto as linhas que estendem a caixa representam os valores mais altos e mais baixos, e os pontos acima ou abaixo destas linhas representam os valores discrepantes (*outliers*). A flutuação da linha mediana entre os quatis indica a simetria, negativa ou positiva, entre os dados, demonstrando a sua distribuição no período observado (BRINGHENTI, 2004).

Ainda na quarta etapa, foram gerados mapas de espacialização da doença em cada ano analisado com a utilização do *software Quantum Gis* versão 2.10, identificando as áreas de maior ocorrência da doença dentro da cidade de Fortaleza, bem como as suas características estruturais, buscando representar as diferentes variáveis no espaço urbano.

3.1 Abordagem epidemiológica

No que concerne ao caminho epidemiológico do presente estudo, a primeira etapa consistiu na aquisição de dados de casos confirmados da enfermidade analisada e da sua incidência, predispostos em diferentes escalas temporais, mensais e anuais, e espaciais, abrangendo os bairros da cidade de Fortaleza, conforme indica o Guia de Vigilância em Saúde (2015). O Guia propõe, ainda, o ordenamento e organização dos dados secundários em tabelas e, em seguida, despostos em gráficos para a melhor visualização da ocorrência da doença. Este levantamento de dados epidemiológicos é descrito por Magalhães (2011, p. 32) como sendo:

[...] um estudo que visa à recuperação de séries históricas, permitindo, dentre outras análises, a elaboração de tendências e o grau de confiabilidade e eficiência do sistema de notificação, com base nos dados existentes nos registros dos serviços de saúde ou de outras instituições.

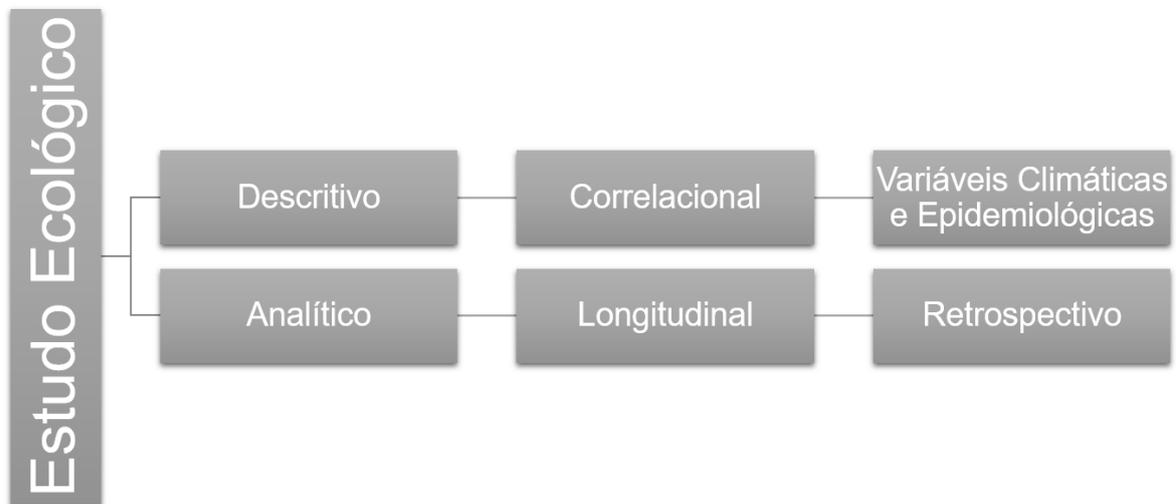
Em epidemiologia, o presente estudo é classificado como um estudo ecológico, pois a unidade de análise é uma população que pertence a uma área geográfica definida, no caso, a cidade de Fortaleza e a população que nela habita, e analítico, já que se ocupa em examinar a existência de associação entre uma exposição ambiental e uma doença ou condição relacionada à saúde (PERREIRA, 2005; ROUQUAYROL, 2003).

Os estudos ecológicos têm como principais características a utilização de dados secundários da população em geral com o objetivo de comparar a frequência da doença entre grupos; refere-se à população como um todo, e não a indivíduos; avaliam como o contexto social e ambiental podem afetar a saúde de grupos populacionais, empregando, frequentemente, bases de dados referentes a grandes populações (MEDRONHO *et. al.*, 2002; FELTCHER; FELTCHER; WAGNER, 1996).

Com base no delineamento elaborado por Hochman *et. al.* (2005), a presente pesquisa se caracteriza como um estudo ecológico, definida como descritiva correlacional, pois se ocupa em descrever uma doença a partir da sua distribuição no tempo, no espaço, abrangendo um grupo populacional definido e utilizando dados da população em geral.

Metodologicamente, esta pesquisa é de cunho analítico, pois busca testar hipóteses, em que a principal consiste na possível relação entre a pluviometria e a ocorrência dos casos de leptospirose em Fortaleza, de corte longitudinal retrospectivo, analisando uma sequência temporal passada, no caso o período de 2010 a 2015 (HOCHMAN *et. al.*, 2005).

Figura 3 - Delineamento da pesquisa



Fonte: Hochman *et. al.* (2005). Elaboração: Sousa (2016).

Os dados epidemiológicos foram tabulados a partir das informações fornecidas pela Célula de Vigilância Epidemiológica, de acordo com os casos confirmados da doença nos anos de 2010 a 2015 subdivididos entre sexo, faixa etária, meses de notificação (anual e por bairro), critério de confirmação (clínico-laboratorial e clínico-epidemiológico), evolução do quadro clínico, regional e bairros provenientes dos pacientes com a confirmação da doença.

3.2 Abordagem climática

A priori, os dados de precipitação de cada posto pluviométrico foram predispostos a partir dos totais mensais de chuvas registradas em cada ano do período analisado. Em seguida, os totais de chuvas mensais registrados por cada posto foram utilizados para inferir as médias de chuvas de cada mês da série histórica.

Segundo Zanella (2006), as médias pluviométricas são as expressões habituais do comportamento atmosférico, sendo estas insuficientes para expressar a realidade climática, contudo, possuem significativa importância para a identificação do padrão climático e de anomalias que expressam a regularidade do ritmo climático.

Existem vários métodos para o cálculo da precipitação média, mas o principal e mais simples é o método da média aritmética. O método da média aritmética é o método que consiste no cálculo da média dos registros dos valores totais de precipitação mensais divididos pelos números de meses analisados, este método é influenciado pelos valores extremos e apresenta-se satisfatório quando a distribuição da amostra é uniforme (BERTONI; TUCCI, 2002).

Após o tratamento e a caracterização das variáveis pluviiais iniciou-se a etapa de classificação dos anos-padrão. Foi tomado como referência para a classificação o parâmetro sugerido por Sant'Anna Neto (1990); Moura e Zanella (2012), os quais estabelecem o uso do coeficiente de variação como critério de escolha dos anos-padrão.

Foram estabelecidas 5 classes de tendência de precipitação para classificar cada ano da série, a saber: chuvoso, como sendo aquele ano com pluviosidade elevada, com índices superiores a 25% da média normal; tendente a chuvoso, aquele com chuvas próximas à média normal, com desvio entre +12,5% a 25%; habitual, que é aquele ano com pluviosidade próximo da normal climatológica, onde os desvios tem variação de -12,5% a +12,5%; ano tendente a seco, com pluviosidade um pouco abaixo da média normal, com desvio entre -25% a -12,5%; e o ano seco, com chuvas reduzidas, com índices inferiores a -25% da média normal, conforme classifica Sant'Anna Neto (1990).

Foram calculadas as médias anuais de precipitação para cada posto pluviométrico utilizado, utilizando dados da série de 28 anos para cada posto, excluindo os anos com falhas, e, a partir disso, com base na metodologia de Sant'anna Neto (1990), os anos da série histórica em análise foram classificados em anos chuvosos, tendente a chuvosos, habituais ou normais, tendente a secos e secos.

Contudo, pelo fato da série temporal analisada no presente estudo ser curta, com um período de 6 anos, a metodologia dos anos-padrão foi utilizada apenas para classificar esses anos, analisando, ainda, as observações da FUNCEME e INMET acerca das características de cada ano para, assim, melhor compreender os dados utilizados.

3.3 Recursos de análise

A presente pesquisa contou com dois importantes recursos de análise dos dados secundários coletados, o tratamento estatístico, pelo qual foi possível realizar análise descritiva de cada variável observada, bem como a correlação entre as mesmas, e o tratamento cartográfico, onde foi possível empregar a dimensão espacial da ocorrência de casos de leptospirose na cidade de Fortaleza. Ambos os recursos, com a utilização de *softwares* específicos, geraram produtos como quadros, gráficos, caixas de dispersão das variáveis, e mapas de espacialização.

3.3.1 Tratamento Estatístico

O método de agregação de variáveis foi eleito para concretizar a relação entre as variáveis epidemiológica e climática da pesquisa, que consiste na análise de diferentes fatores em conjunto. As variáveis agregadas abarcam as três dimensões de análise que serão utilizadas nesse estudo: a dimensão local, a partir da identificação da distribuição da leptospirose nos diferentes bairros da cidade de Fortaleza, a dimensão temporal, utilizando a escala anual na compreensão do comportamento da doença no período de 2010 a 2015, e a dimensão tempo-espacial, o qual constitui o principal viés da pesquisa apoiada na análise da variação temporal da leptospirose nos diferentes bairros da cidade (FERREIRA, 2005).

O presente estudo apropriou-se de dados climáticos e epidemiológicos, sendo os dados climáticos a variável independente (explicativa), analisada ao longo da pesquisa, e a epidemiológica utilizada como variável dependente (resposta), conforme Larson e Faber (2010). Ressalta-se que as problemáticas de infraestrutura urbana também podem intervir na relação entre a ocorrência da leptospirose e a pluviosidade, tendo, portanto, sua devida importância neste estudo (FIGUEIREDO *et. al.*, 2001; PAULA, 2005).

Os pares de valores das variáveis analisadas poderão ser colocados num diagrama cartesiano chamado de diagrama de dispersão, ou através de um coeficiente de correlação,

sendo este último escolhido para a presente pesquisa por se tratar do modo mais preciso de se calcular o grau de correlação linear entre duas variáveis (LARSON; FABER, 2010).

O coeficiente escolhido foi o Coeficiente de Pearson¹⁸ que pode variar entre -1 , que indica uma correlação negativa perfeita, e $+1$, uma correlação positiva perfeita. Valores negativos do coeficiente de correlação indicam uma correlação do tipo inversa, isto é, quando x aumenta y diminui. Valores positivos do coeficiente de correlação ocorrem quando x e y variam no mesmo sentido, isto é, quando x aumenta y aumenta ou quando x diminui y também diminui. É necessário, ainda, observar a significância entre as variáveis, conforme Magalhães (2001, p. 39)

Leva-se em conta também, o nível de significância da correlação. O nível de significância, diz se o resultado é significante, portanto, se tem significância estatística. Ele indica a probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é efetivamente verdadeira. A hipótese nula é a hipótese que traduz a ausência do efeito que se quer verificar e a hipótese alternativa é a hipótese que o investigador quer verificar.

A significância de um resultado é denominada *p* valor (*p-value*), sendo definido por Ferreira e Patino (2015), como a sendo a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste maior ou igual ao encontrado. São aceitos como estatisticamente significativos os níveis $P = 0,05$ e $P = 0,01$, ou seja, 5% e 1% respectivamente. Na prática, considera-se satisfatório o limite de 5% de probabilidade de erro, sendo este adotado como referência no presente estudo, não sendo significativas as diferenças que tiverem uma probabilidade acima desse limite (FERREIRA; PATINO, 2015).

Após o estabelecimento da correlação entre as variáveis, a mesma foi interpretada a partir do modelo proposto por Bisquerra, Sarriera e Martínez (2009) (quadro 1) que, segundo os autores, “ajuda a ter uma ideia intuitiva da relação entre duas variáveis” (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2009; p. 147).

¹⁸ De acordo com Bisquerra, Sarriera e Martínez (2009), o coeficiente de Pearson é expresso segundo

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}}$$

a equação:

Figura 4 – Interpretação da Correlação de Pearson

Coeficiente	Interpretação
$r = 1$	correlação perfeita
$0,80 < r < 1$	muito alta
$0,60 < r < 0,80$	alta
$0,40 < r < 0,60$	moderada
$0,20 < r < 0,40$	baixa
$0 < r < 0,20$	muito baixa
$r = 0$	nula

Fonte: Bisquerra, Sarriera e Martínez (2009).

Realizou-se, ainda, a elaboração e aplicação de modelos de regressão, para se ter um estudo mais completo com os meses de cada ano. Para estimar o valor da variável dependente a partir da variação de uma variável independente, a regressão linear simples foi eleita e utilizada por abarcar apenas uma variável explicativa, no caso a variável pluviometria.

Ressalta-se que outras variáveis podem influenciar na ocorrência da leptospirose em Fortaleza, todavia, devido a inerente associação da doença com a pluviometria, explicitada ao longo da literatura, encaminhou-se a pesquisa a buscar inferir o grau de correlação entre as variáveis de chuva mensal e casos da doença, também mensais, afim de confirmar, ou não, a hipótese levantada na maioria dos estudos utilizados como base no desenvolvimento deste.

3.3.2 Tratamento Cartográfico

A partir da obtenção, tabulação e organização dos dados, pôde ser realizada a espacialização dos mesmos por meio da Cartografia Temática, com a sobreposição de informações, aliadas à estatística, que permitiram uma melhor visualização e análise dos dados epidemiológicos. A aplicação de técnicas espaciais e estatísticas na pesquisa em saúde possibilita a aplicação de novos métodos para o manejo de sua informação espacial, tornando-se uma poderosa ferramenta na conexão entre a saúde e o meio ambiente (HINO *et. al.*, 2006; BARCELOS; BASTOS, 1996).

A cartografia temática tem sido utilizada ao longo da história da epidemiologia, integrando a Geografia, a partir do seu principal instrumento de representação espacial, aos estudos de Saúde Coletiva, produzindo mapas com a finalidade de especializar a ocorrência de doenças e identificar possíveis áreas de risco à saúde, relacionadas à determinadas enfermidades. Os mapas são produtos do geoprocessamento e refletem de forma sintética a

complexidade das variáveis envolvidas, permitindo analisar de forma mais detalhada as condições de saúde da população, podendo, ainda, relacionar os dados de mortalidade e morbidade de uma doença com suas possíveis causas, especializando a sua área de ocorrência (BARCELOS; BASTOS, 1996; SILVEIRA; JAYME, 2014).

Este importante recurso é, cada vez mais, incluído nas investigações epidemiológicas, principalmente nos estudos ecológicos, possibilitando a verificação de fatores ambientais determinantes de agravos à saúde, “contribuindo na identificação da interdependência de processos espaciais, que se refletem na sua configuração social, ambiental e epidemiológica” (MAGALHÃES, 2011; p. 64). Ainda segundo Barcelos e Bastos (1996, p. 393)

Conicionados pela própria entrada de dados, os mapas apresentam didaticamente elementos visíveis do espaço, isto é, sua base física codificada através de sinais e convenções que facilitam sua interpretação. Os mapas temáticos podem ainda representar elementos não visíveis do espaço como classificação de solos, nível de renda, densidade demográfica, e outras variáveis.

Os mapas temáticos produzidos durante esta pesquisa atrelam informações epidemiológicas e geográficas, como a distribuição da doença em diferentes bairros e os fatores físicos que podem influenciar nessa espacialização, como a localização das bacias urbanas, além das características de saneamento e a condição socioeconômica das populações afetadas. Assim, os mapas trazem, de forma sintética, diferentes informações associadas entre si, o que permite a melhor visualização e análise dos fatores em questão.

Desta forma, os mapas criados nesta etapa buscaram espacializar e relacionar diferentes variáveis geográficas com a epidemiológica, como condição de saneamento, hidrografia e aglomerados subnormais nos bairros que registraram a enfermidade dentro ou fora da quadra chuvosa, dando principal atenção àqueles que registraram mais de 1 caso nos anos da série estudada.

A base cartográfica utilizada para a efetivação dos mapas desta pesquisa, foi o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

4. RELAÇÃO CLIMA E LEPTOSPIROSE EM FORTALEZA

Os primeiros meses do ano são sempre observados com atenção na capital cearense e no Estado como um todo, tanto pela preocupação latente com os transtornos urbanos gerados pelas chuvas, quanto pelas consequências da associação destas com as problemáticas socioambientais urbanas, como, por exemplo, a proliferação de agravos relacionados ao meio hídrico.

Como forma profilática, ao longo do período chuvoso, e até anterior a ele, multiplicam-se boletins informativos e campanhas estaduais e municipais em aviso às causas, sintomas e as formas ambientais da prevenção de doenças como a leptospirose, dengue e, recentemente, passando a fazer parte dessas campanhas informativas, a ZIKV e a febre Chincugunya.

Em Fortaleza é notória a preocupação com as consequências do período chuvoso aliado aos problemas estruturais e sociais urbanos. Enquanto no sertão cearense a chuva é observada sob outra ótica, na cidade o período chuvoso pode significar hospitais cheios, vias alagadas e rios urbanos ocupando o que, anteriormente, fazia parte da área de várzea e hoje são ocupadas pela população citadina.

Devido a íntima associação da leptospirose com o ambiente, os meses chuvosos necessitam de maior atenção, principalmente em áreas consideradas de risco, contudo, conforme observado nos dados expostos no capítulo anterior, os casos da enfermidade persistem após a quadra chuvosa, sendo necessário analisar, através dos dados, o grau de associação entre a doença, a pluviometria e os fatores ambientais.

4.1 Perfil espaço-temporal da doença

De acordo com dados da Célula de Vigilância Epidemiológica do município de Fortaleza, foram confirmados 161 casos de leptospirose na capital cearense, no período de 2010 a 2015, com 129 curas, 8 casos ignorados¹⁹, 19 óbitos em decorrência do agravo e 5 óbitos causados por complicações médicas aliadas à doença, o que representa aproximadamente 15% de óbitos do total de casos confirmados.

O método clínico-laboratorial, que consiste na efetivação e análise de testes laboratoriais utilizando sorologia, conforme citados no capítulo 3, foi o mais utilizado na

¹⁹ Os casos ignorados/brancos são casos considerados sem acompanhamento clínico final e, assim, sem desfecho registrado.

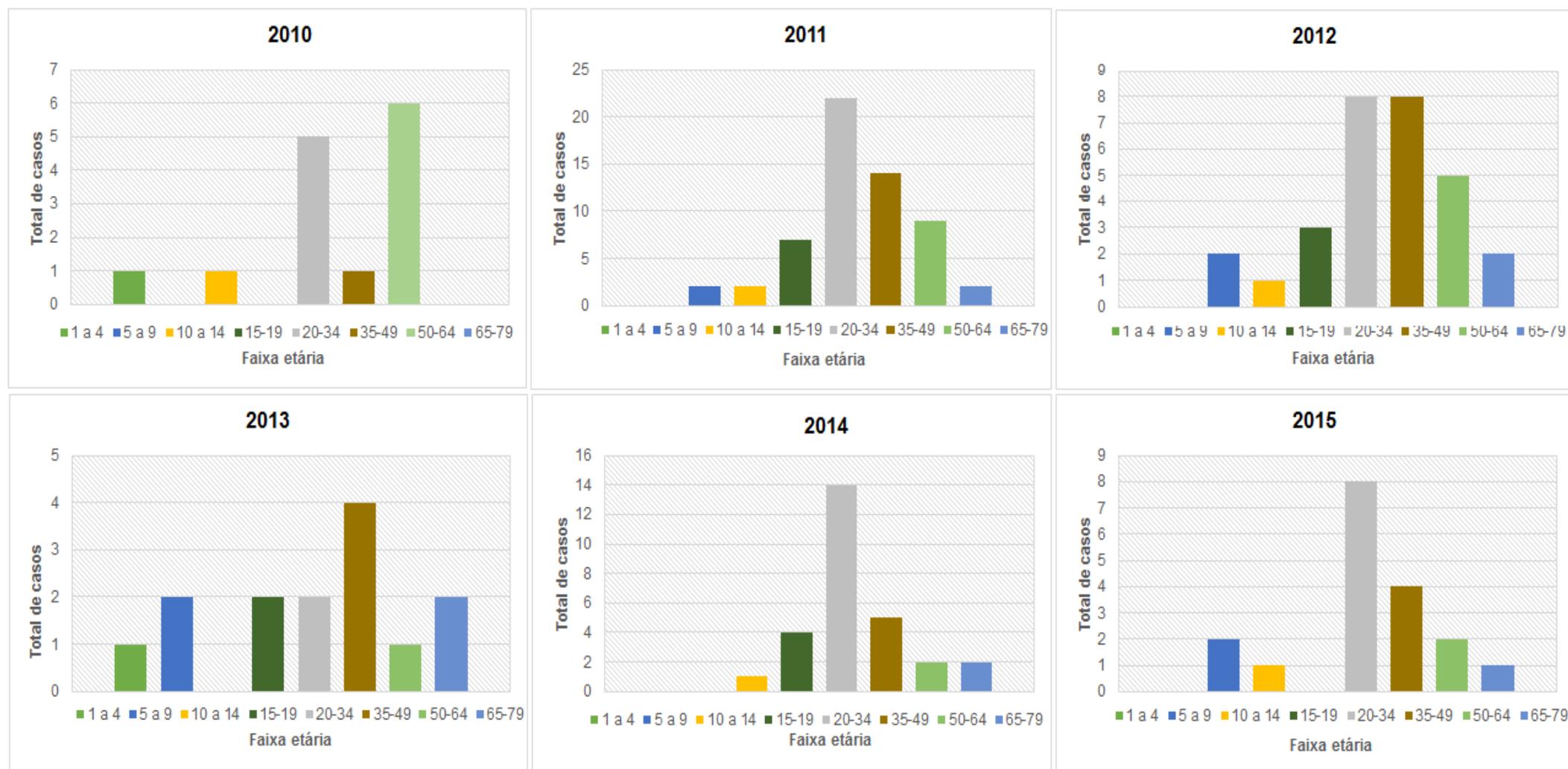
confirmação dos casos da enfermidade ao longo do período observado, diagnosticando 137 pacientes, enquanto o método clínico-epidemiológico²⁰ diagnosticou 24 pacientes. Devido a maior precisão na confirmação da doença, o método clínico-laboratorial é, preferencialmente, escolhido para o diagnóstico preciso, já o método clínico-epidemiológico é utilizado apenas quando não há a possibilidade de obtenção de amostras e/ou de realização dos exames sorológicos.

A grande maioria dos pacientes acometidos pela leptospirose no período analisado são do sexo masculino em idade adulta produtiva, enquanto o número de mulheres que contraíram a doença se apresentou potencialmente inferior em relação aos homens, com exceção do ano de 2013, em que o número de pacientes do sexo feminino foi de 5, se aproximando do total de 9 pacientes masculinos notificados no mesmo ano.

A faixa etária de ocorrência da doença no período de 2010 a 2015 está representada no conjunto de gráficos dispostos na figura a baixo.

²⁰ Segundo o Ministério da Saúde (2009), o método clínico-epidemiológico é efetivado em todo caso suspeito que apresente febre e alterações nas funções hepáticas, renal ou vascular, associado a antecedentes epidemiológicos, como exposição a enchentes, alagamentos, lama ou coleções hídricas, 'e que não tenha sido possível a coleta de material para exames laboratoriais específicos, ou estes tenham resultado não reagente com amostra única coletada antes do 7º dia de doença.

Figura 5 – Casos confirmados de Leptospirose segundo faixa etária de 2010 a 2015

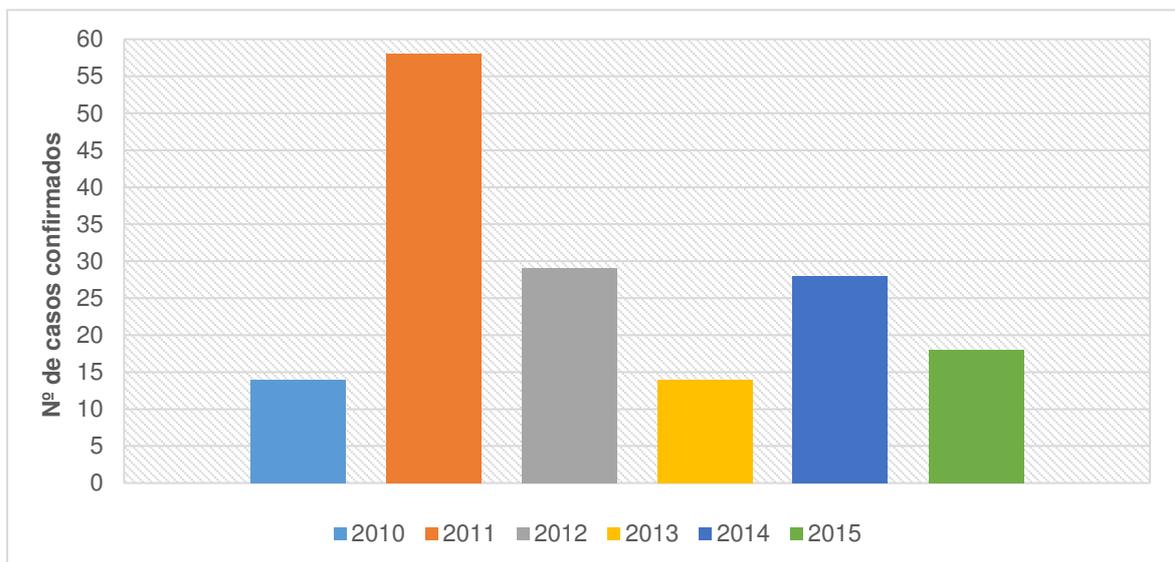


Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

O ano em que a leptospirose apresentou o maior número de casos foi o ano de 2011 com 58 casos, seguido pelo ano de 2012, com 29 casos, 2014, com 28 casos, 2015, com 18 casos e os anos de 2010 e 2013, ambos com 14 casos confirmados na capital cearense. Conforme aprofundado adiante, o ano de 2011 apresentou o maior total de chuvas dentre os demais anos da série, sendo a maioria dos casos do agravo notificados no primeiro semestre dos anos analisados, especificamente, entre os meses de fevereiro e junho, com notificação significativa observada, ainda, nos meses de julho e agosto, enquanto as notificações nos últimos meses dos anos decaem exponencialmente.

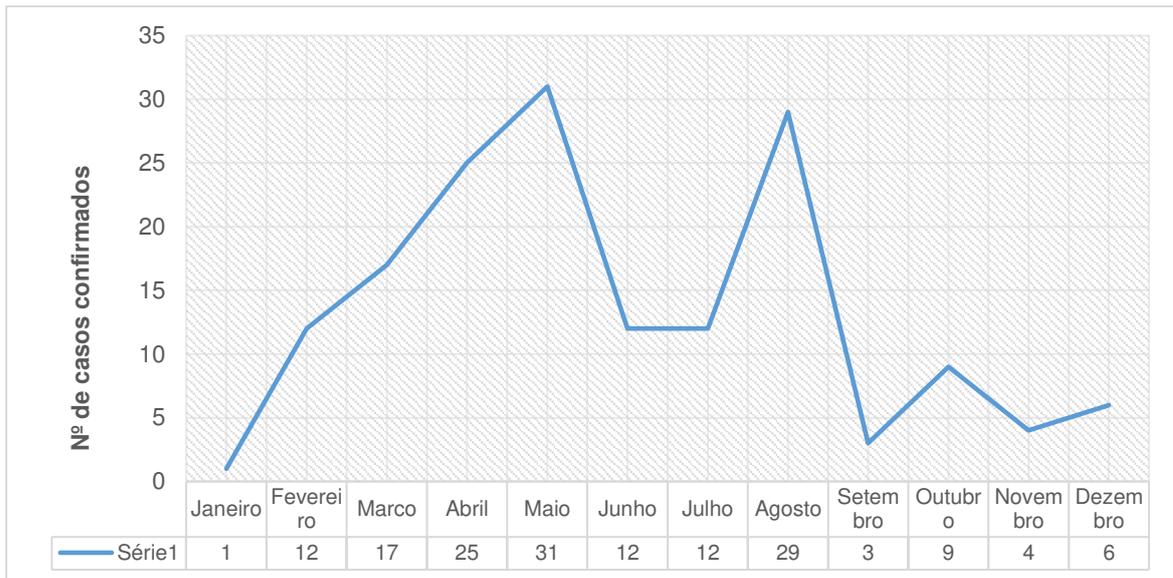
Os gráficos a baixo demonstram a variação na ocorrência da enfermidade nos anos e meses analisados, evidenciando a sazonalidade da doença ao longo do período.

Gráfico 2 – Casos confirmados de leptospirose de 2010 a 2015



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

Gráfico 3 – Casos confirmados de leptospirose segundo o mês



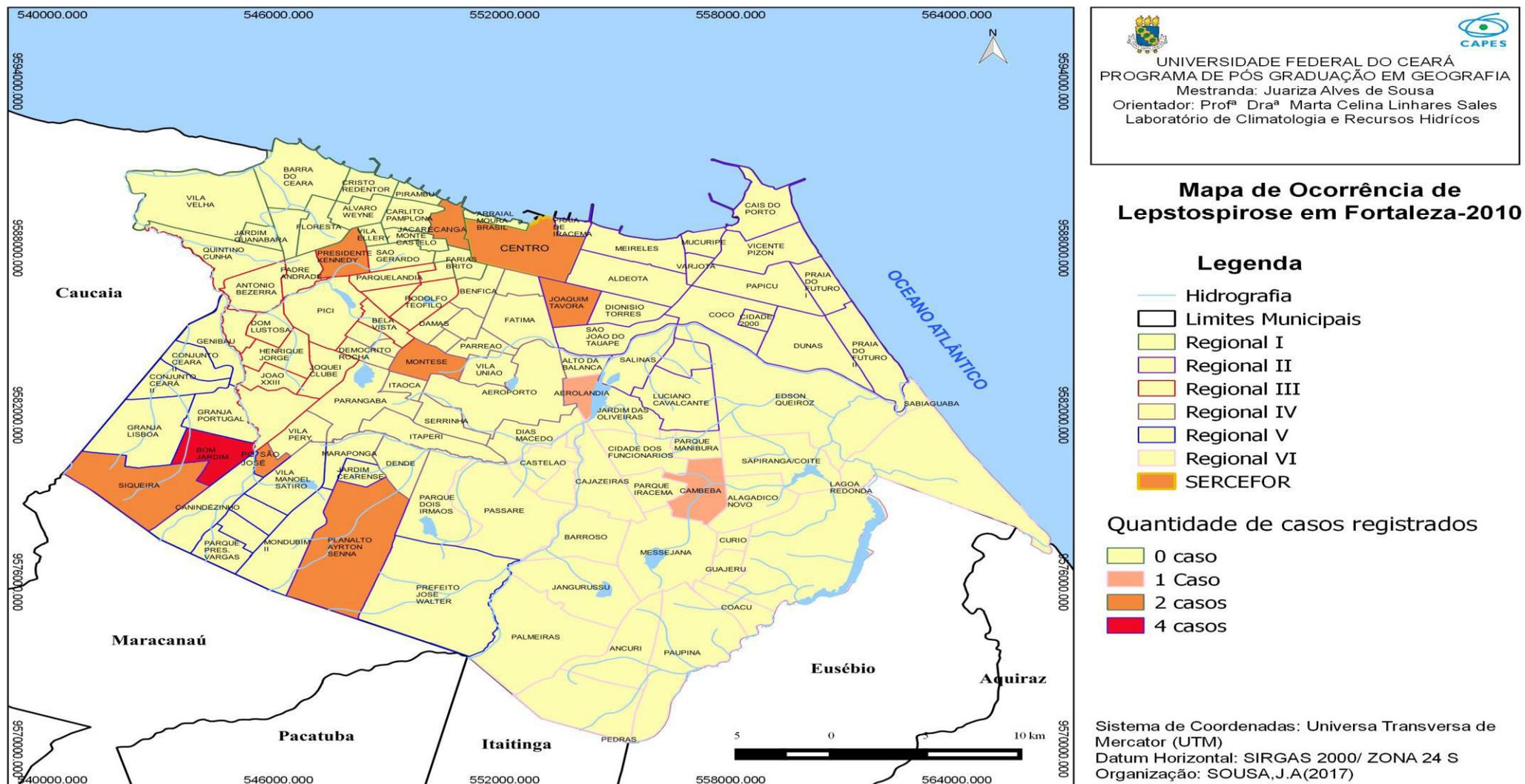
Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

Em relação à distribuição espacial da leptospirose em Fortaleza, é possível observar a distribuição irregular dos casos entre as regionais e bairros da cidade. Ao longo dos anos de 2010 a 2015 a Regional V, composta por bairros como Modubim, Bom Jardim e Siqueira, se destacou com 40 casos totais da doença, seguida das regionais III e VI, com 28 e 25 casos totais respectivamente, e com menores totais de casos as regionais II, IV e I, com 18, 13 e 14 casos registrados no período.

Analisando a distribuição da enfermidade entre as regionais da capital cearense, é possível notar que a ocorrência da mesma se dá em todas as regionais, porém, com variações numéricas entre os totais de casos. Em relação aos bairros que compõem as regionais, observa-se a recorrência da doença em alguns bairros durante o período, como Granja Portugal e Messejana, enquanto outros não registraram nenhum caso nos mesmos anos, como, por exemplo, os bairros Aldeota e Meireles.

Durante o ano de 2010 o total de 11 bairros registraram a ocorrência de casos de leptospirose, principalmente nos meses de março e abril, com 5 casos notificados entre os dois meses citados. O Bom Jardim foi o bairro que notificou um maior número de casos da doença, 4 casos, seguido pelos bairros Aerolandia, Cambeba, Centro, Jacarecanga, Joaquim Tavora, Montese, Planalto Airton Sena, Parque São José, Presidente Kennedy e Siqueira, todos com 1 caso registrado no ano (mapa 3).

Mapa 3 – Ocorrência de Leptospirese em Fortaleza – 2010



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

A ocorrência de casos do agravo no segundo semestre do ano se deu, com menor expressividade, nos bairros Aerolândia, Parque São José, Bom Jardim e Joaquim Távora, com uma notificação cada entre agosto e dezembro. O registro de casos fora da quadra chuvosa e em bairros diferentes dos notificados no primeiro semestre do ano pode ser explicado por fatores ambientais, tais como localização, situação de saneamento desses bairros, disposição de lixo, áreas de risco e deficiência na efetivação de medidas profiláticas de combate à doença, conforme explicitado nas seções anteriores.

Os bairros Bom Jardim e Parque São José fazem parte das sub-bacias do Siqueira, com 40,5 % e 90,2 %, respectivamente, da população desses bairros inclusas na Bacia do Siqueira/Maranguapinho. Já os bairros Aerolândia e Joaquim Távora encontram-se na Bacia do Cocó, com 100% e 38,9%, respectivamente, das populações inclusas nessa bacia.

Segundo diagnóstico publicado pela Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) em 2014, os seguintes bairros apresentam, ainda, disparidades em relação ao esgotamento sanitário, nos quais Aerolândia possui 84% da área do bairro com cobertura; Bom Jardim apresenta 1,88% de área com cobertura; Parque São José com críticos 0,0% de área com esgotamento sanitário; e Joaquim Távora com 100% de área com cobertura.

Esses bairros apresentam, ainda, problemas estruturais, que ocorrem ao longo de todo o ano, e outros que são agravados no período chuvoso, conforme relatório divulgado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) em 2014, dispostos no quadro a baixo.

Quadro 3 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes

BAIRROS	Problemas no SES, ETes e Destino de Eflu.
AEROLANDIA	Redes assentadas em áreas baixas, às margens do canal do Lagamar, que transbordam eventualmente com as águas pluviais ou quando ocorrem paralisações nas estações elevatórias da Reversora do Cocó e da rua Sousa Pinto.
BOM JARDIM	Divisor de fluxo obstruído gerando sobrecarga em um dos sistemas decanto/filtro no período chuvoso; Ausência de manutenção das unidades.
CAMBEBA	Destino dos afluentes das ETs sem registros; Grande número de terrenos baldios.
CENTRO	As redes coletoras apresentam problemas de obstrução frequentes devido à presença de gordura e lixo.
JACARECANGA	Trechos de redes sem acesso para os veículos de manutenção, transbordando com frequência, em uma extensão de aproximadamente 850 m, diâmetros de 200 e 300 mm.
JOAQUIM TAVORA	O Transbordamento dos Poços de Visita se dá em virtude de lançamento de águas pluviais nas redes e saturação das mesmas por falta de drenagem.
MONTESE	Poços de Visita com infiltração.

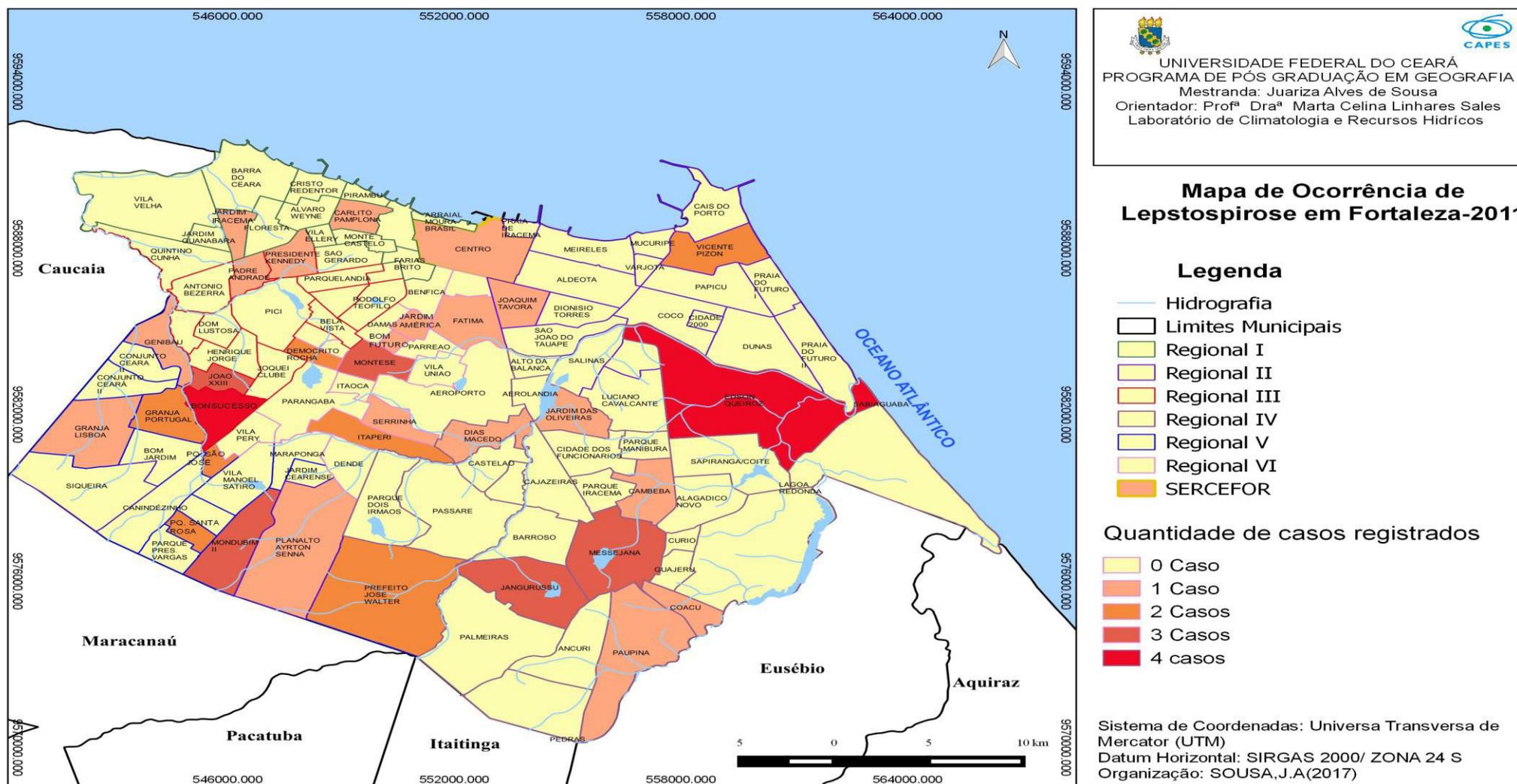
PARQUE SAO JOSE	Sem esgotamento sanitário.
-----------------	----------------------------

Fonte: CAGECE, 2014. Elaborado pela Autora.

No que concerne ao IDH desses bairros, a grande maioria possui IDH considerado baixo, como Centro (0,56) e Cambeba (0,52), ou muito baixo, como Aerolândia (0,31), Bom Jardim (0,19), Jacarecanga (0,45), Montese (0,47) e Parque São José (0,28), com exceção do bairro Joaquim Távora (0,66) com IDH considerado médio, evidenciando a problemática de infraestrutura urbana, como a falta de drenagem e o transbordamento dos poços de visita, como possível causa da ocorrência de leptospirose no bairro.

O ano de 2011 foi o ano mais crítico da série em relação à ocorrência da doença em Fortaleza, notificados principalmente entre os meses de fevereiro e agosto, com um pico de 17 casos apenas no mês de maio. Ao todo 35 bairros registraram o agravo, com destaque para os bairros Bom Sucesso e Edson Queiroz, ambos com 4 casos notificados, seguidos pelos bairros Jangurussu, João XXIII, Messejana, Modubim e Montese, com 3 casos, Demócrito Rocha, Granja Lisboa, Granja Portugal, Parque Santa Rosa, Parque São José, José Walter e Vicente Pinzon, com 2 casos, e os demais bairros com 1 caso registrado no ano (mapa 4).

Mapa 4 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2011



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

O segundo mês de maior registro da leptospirose na capital cearense foi agosto, com 15 casos registrados em 13 bairros que fazem parte das bacias do Cocó, Bacia Coaçu/Miriú e Bacia Siqueira/Maranguapinho, como Bom Futuro, Cambeba, Demócrito Rocha, Itaperi, Jardim América, Jardim Iracema, Jardim João XXIII, Lagoa Redonda, Messejana, Montese, José Walter, Serrinha e Presidente Kennedy, com destaque para os bairros Montese e Messejana onde foram registrados 2 casos em cada.

Dentre esses bairros também é possível observar as disparidades existentes em relação ao esgotamento sanitário, como, por exemplo, o bairro Itaperi, com 22.563 mil habitantes segundo o censo de 2010, em que apenas 2,29% da área possui cobertura de esgoto, e bairros menores e menos populosos, como Jardim América, com 12.262 mil habitantes, que possui 100% da área com cobertura do esgotamento sanitário. O populoso bairro de Messejana, com 41.689 mil habitantes, possui apenas 12,8% de cobertura de esgoto (PMF, 2014; IBGE, 2010).

Em relação ao IDH, todos os bairros em que foram registrados casos de leptospirose fora da quadra chuvosa apresentam IDH muito baixo, além de, também, apresentarem problemáticas no tocante à infraestrutura urbana, conforme aponta o relatório da CAGECE (2014), expostas no quadro 4 abaixo.

Quadro 4 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes

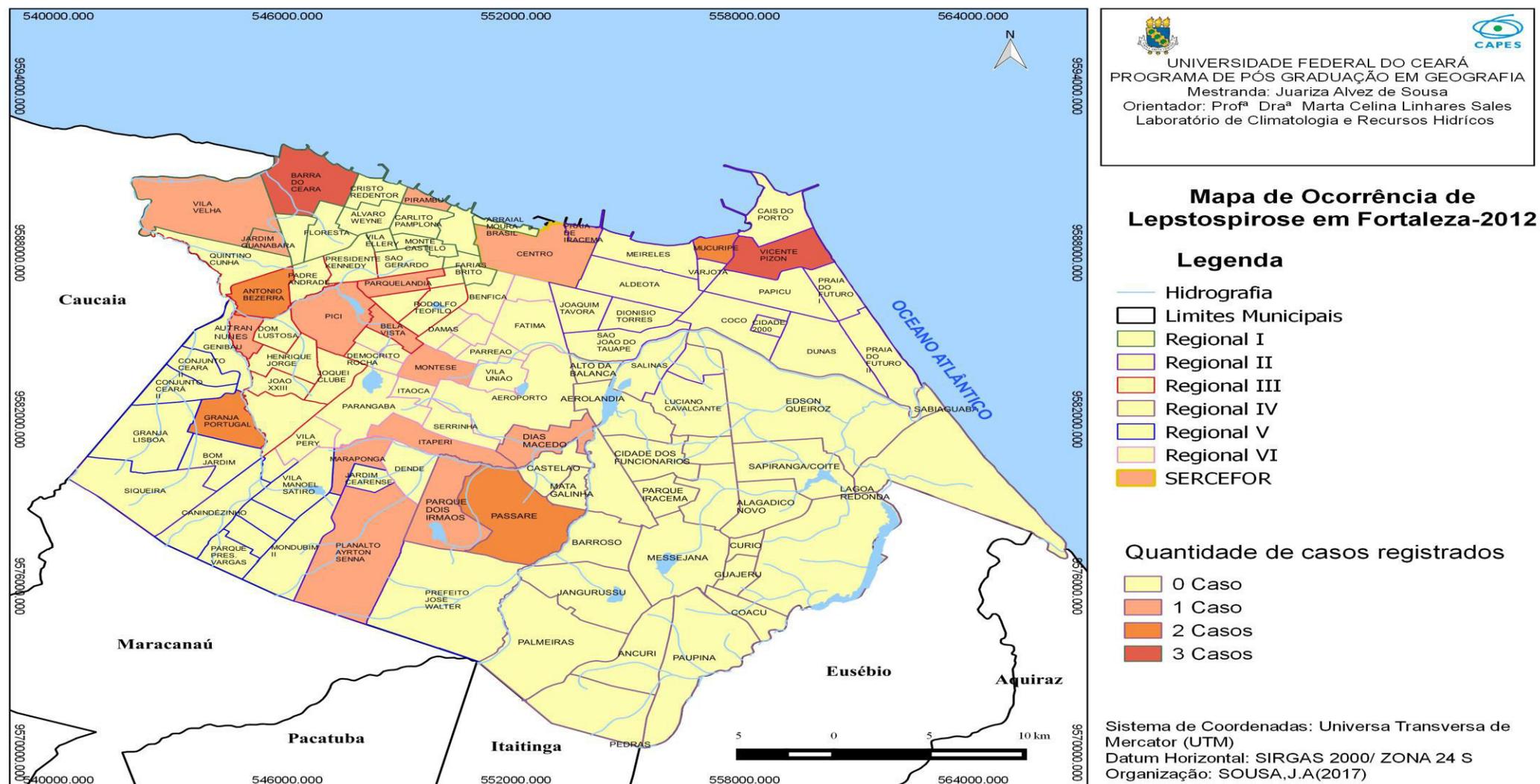
BAIRROS	Problemas no SES, ETes e Destino de Eflu.
BELA VISTA	Redes condominiais problemáticas; Destino dos afluentes das ETs sem registros .
BOM FUTURO	Redes condominiais problemáticas; Destino dos afluentes das ETs sem registros
BOM SUCESSO	Sem registros.
CARLITO PAMPLONA	As redes coletoras apresentam problemas de obstrução e sobrecarga frequentes devido à presença de lixo.
JANGURUSSU	Estação trabalha com nível acima do normal e recebe grande quantidade de lixo proveniente da rede coletora; Lagoa construída em cima de lixo possuindo lixo nos taludes e com sérios problemas de vazamentos (lixo, ratos, formigas, etc).
EDSON QUEIROZ	Obra de implantação do sistema de esgotamento sanitário se encontra em licitação.
ITAPERI	Ausência de tratamento preliminar; Vazamento na tubulação; Destino dos afluentes das ETs sem registros.
JD. DAS OLIVEIRAS	Obra de implantação do sistema de esgotamento sanitário se encontra em licitação.
LAGOA REDONDA	Destino dos afluentes das ETs em riacho; Redes condominiais problemáticas; Gradeamento de tratamento preliminar em péssimas condições; Leitões de secagem do lodo da ET em péssimas condições.
MESSEJANA	Destino dos afluentes das ETs em córregos.

MONDUBIM	Leitos de secagem do lodo da ET em péssimas condições; Destino dos afluentes das ETs em galeria de águas pluviais
PARQUE SANTA ROSA	Destino dos afluentes das ETs sem registros; Coletor do esgotamento sanitário destruído.
SERRINHA	Destino dos afluentes das ETs sem registros.
VICENTE PINZON	Rede de esgotamento sanitário problemática abaixo de construções.

Fonte: CAGECE, 2014. Elaborado pela Autora.

Em 2012 o número de bairros que registraram a ocorrência da enfermidade foi de 21, notificados em sua maioria entre os meses de fevereiro e julho, com 6 casos registrados ao longo do mês de abril, sendo este o mês com maior número de casos do ano. Os bairros Barra do Ceará e Vicente Pinzon foram os que registraram o maior número de casos no mês, 3 casos, enquanto Antônio Bezerra, Granja Portugal, Mucuripe e Passaré registraram 2 casos cada, e os demais bairros notificaram 1 caso do agravo (mapa 5)

Mapa 5 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2012



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

Nos meses fora da quadra chuvosa houveram 14 casos confirmados da leptospirose em Fortaleza, contra 15 dentro da quadra chuvosa. Bairros como Antônio Bezerra, Barra do Ceará, Granja Portugal, Mucuripe, Passaré e Vicente Pinzon registraram casos dentro e fora do período chuvoso, com destaque para a Barra do Ceará e Vicente Pinzon, com 3 casos confirmados cada. Outros bairros como Autran Nunes, Centro, Itaperi, Parque Dois Irmãos e Pirambu tiveram casos da doença apenas no segundo semestre do ano.

Analisando a localização nas bacias urbanas e esgotamento sanitário desses bairros, temos o Autran Nunes em que 100% da população faz parte das sub-bacias do Siqueira e possui 99,7% de área com cobertura de esgoto; o bairro Centro em que 98,94% da população encontra-se na Vertente Marítima com 100% de cobertura de esgotamento sanitário; Parque Dois Irmãos em que 100% da população encontra-se na Bacia do Cocó e possui apenas 7,34% de área com cobertura de esgoto; e Pirambu em que 100% da população do bairro faz parte da Vertente Marítima e possui 100% de cobertura da rede de esgotamento sanitário.

Dentre os bairros que apresentaram casos de leptospirose dentro e fora da quadra chuvosa e os que registraram a doença apenas no segundo semestre do ano em 2012, temos as seguintes problemáticas de infraestrutura no esgotamento, destino e tratamento de esgoto (Quadro 5).

Quadro 5 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes

BAIRROS	Problemas no SES, ETes e Destino de Eflu.
BARRA DO CEARA	Presença de areia e lixo no sistema de esgotamento causa sobrecarga e transbordamento no período chuvoso.
DIAS MACEDO	Redes condominiais problemáticas.
GRANJA PORTUGAL	Recurso para o projeto do sistema de esgotamento sanitário se encontra assegurado.
MARAPONGA	Sem esgotamento sanitário.
MUCURIBE	Redes coletoras trabalhando afogadas e transbordando eventualmente.
PASSARE	Destino dos afluentes das ETs na Lagoa do Passaré; Rede condominial problemática.
PIRAMBU	Presença de areia e lixo no sistema de esgotamento causa sobrecarga e transbordamento no período chuvoso.

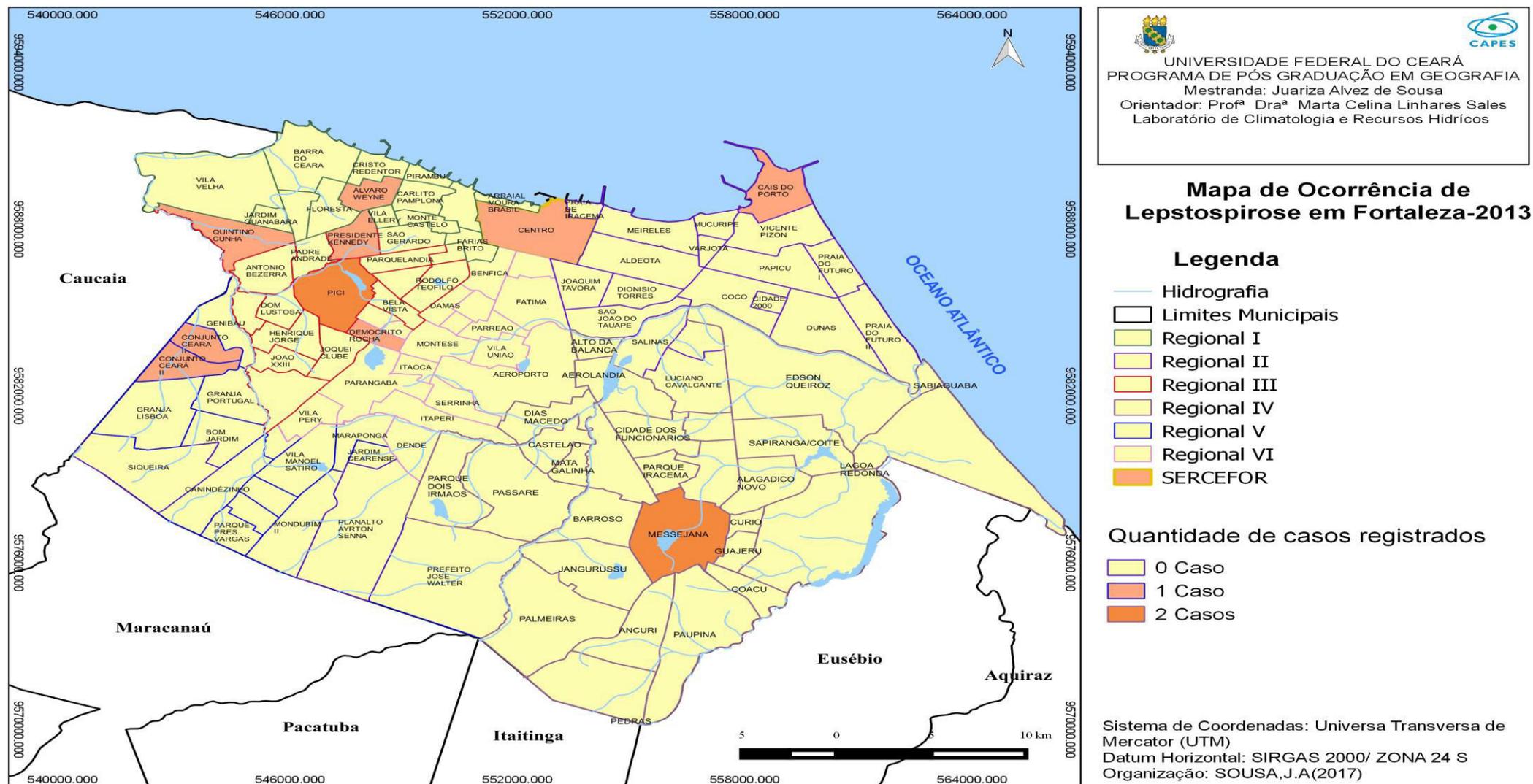
Fonte: CAGECE, 2014. Elaborado pela Autora.

No que diz respeito ao IDH desses bairros, apenas o bairro Mucuripe (0,79) possui IDH considerado alto, indicando o problema de transbordamento das redes coletoras como principal problema de infraestrutura como possível influenciador da ocorrência de leptospirose

no bairro, enquanto Maraponga (0,39), Barra do Ceará (0,22), Dias Macedo (0,27), Granja Portugal (0,19), Passaré (0,22) e Pirambu (0,23), apresentam IDH considerado muito baixo.

Ao longo de 2013 houve a redução do número de bairros que registraram pacientes com a doença, sendo o ano com o menor número de casos totais notificados em relação aos demais anos da série. Um total de 10 bairros da capital cearense notificaram o agravo, principalmente entre os meses de fevereiro a junho. Os bairros Messejana e Pici apresentaram dois casos cada no ano analisado, seguidos dos bairros Alvaro Wayne, Bom Sucesso, Cais do Porto, Conj. Ceará I e II, Demócrito Rocha, Presidente Kennedy e Quintino Cunha, com 1 caso cada (mapa 6).

Mapa 6 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2013



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

Os bairros Bonsucesso, Cais do Porto, Messejana, Pici e Presidente Kennedy apresentaram casos do agravo ao longo da quadra chuvosa, com destaque para os bairros Messejana e Pici, com 2 casos cada entre fevereiro e abril. Fora do período chuvoso, ocorreram casos da doença nos meses de junho, julho, setembro e outubro, nos bairros Álvaro Weyne, Conjunto Ceará I, Conjunto Ceará II, Demócrito Rocha e Quintino Cunha, com 1 caso cada.

Analisando a localização e situação de saneamento e esgotamento sanitários dos bairros que apresentaram casos de leptospirose fora do período chuvoso em 2013, é possível observar semelhanças tanto na localidade, quanto no acesso aos serviços básicos de saneamento. Os bairros fazem parte das sub-bacias do Siqueira, e apresentam 100% de cobertura do esgotamento sanitário, com exceção do Quintino Cunha com 92% de área com cobertura.

Todavia, observando alguns destes bairros individualmente, nota-se os problemas estruturais inerentes à localidade e relacionados à rede de esgotamento sanitário, estações de tratamento e destino dos efluentes (quadro 6), além do IDH muito baixo que se apresenta em todos os bairros.

Quadro 6 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes

BAIRROS	Problemas no SES, ETEs e Destino de Eflu.
BONSUCESSO	Destino de efluentes da ETE não informado.
CJ. CEARA I	Destino de efluentes das ETEs no Rio Siqueira; O Transbordamento de Poços de Visita se dá em virtude de lançamento de águas pluviais nas redes, por falta de Drenagem; Taludes das lagoas danificados; Tubulações danificadas implicando em estagnação de esgoto na área da estação; Presença de material inadequado nas lagoas facultativas formando zonas estagnadas; Acúmulo de esgoto na área interna da Estação; Saída do efluente do tratamento com bastante espuma.
CJ. CEARA II	
PICI	Destino de efluentes da ETE no açude Santo Anastácio.
PRES. KENNEDY	Problemas de drenagem que geram sobrecarga na rede.
QUINTINO CUNHA	Transbordamento de Poços de Visita por problemas de declividade.

Fonte: CAGECE, 2014. Elaborado pela Autora.

Em 2014 o número de casos de leptospirose em Fortaleza dobrou em relação ao ano anterior, notificados com maior expressividade entre os meses de fevereiro e agosto, com um pico de casos em abril e agosto, com um total de 6 casos em cada mês. Ao todo 23 bairros notificaram casos do agravo, com destaque para o bairro José Walter, que apresentou 3 casos

ao longo do ano, Modubim, Passaré e São João do Tauape, com 2 casos cada. Os demais bairros apresentaram 1 caso da doença, demonstrando a menor concentração de casos em poucos bairros da cidade (mapa 7).

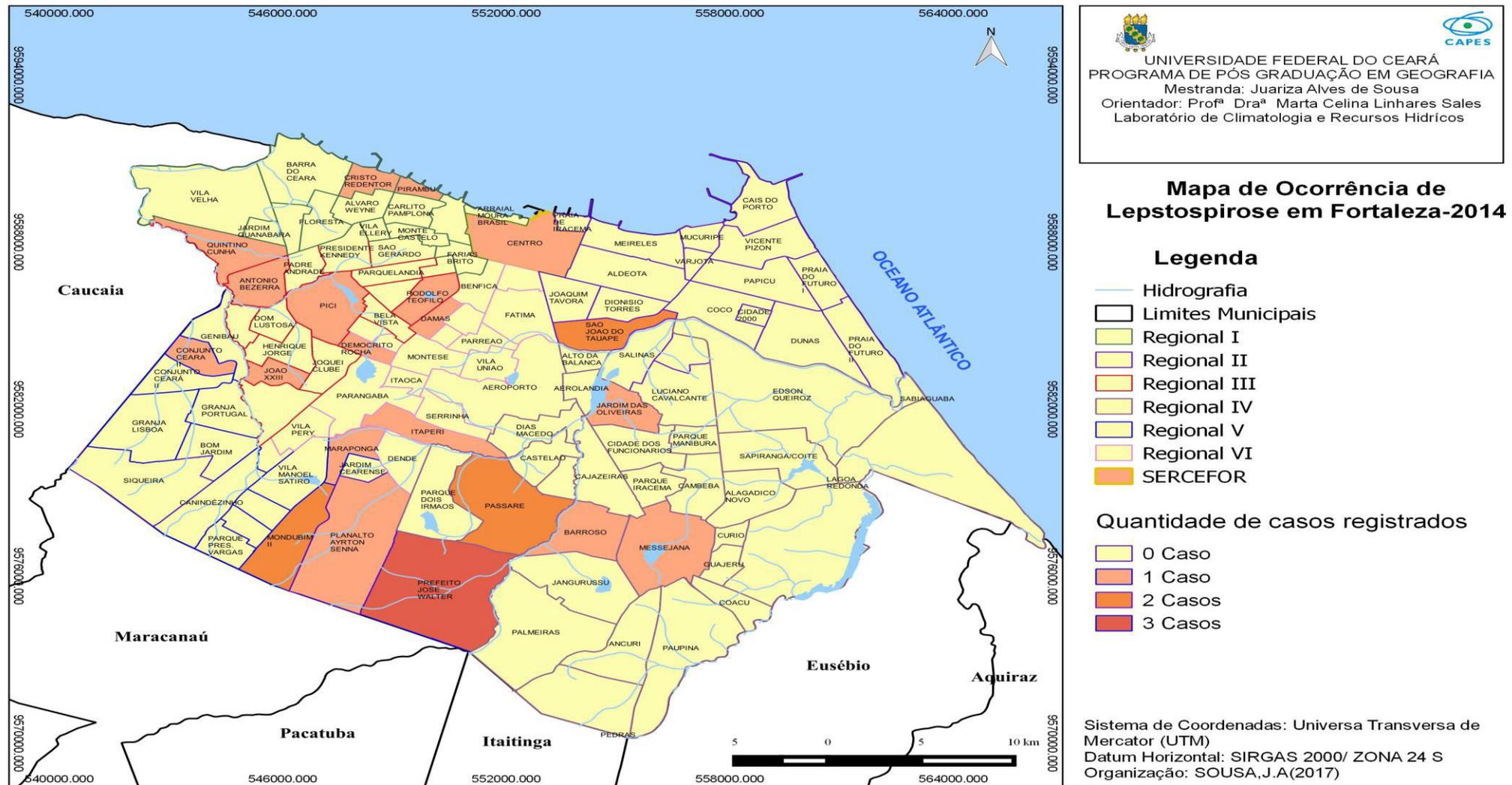
Em relação à distribuição da doença nos bairros da capital, percebe-se a reincidência da mesma na grande maioria dos bairros já observados nos anos anteriores, como Messejana, Centro, Pirambu e Conjunto Ceará I, e a ocorrência do agravo em novos bairros ainda não registrados ao longo de 2010 a 2013, como Barroso, Damas, Rodolfo Teófilo e Cristo Redentor, destes apenas o bairro Barroso notificou a doença fora da quadra chuvosa.

O IDH dos bairros reincidentes são, majoritariamente, considerados muito baixo, a exemplo do Conjunto Ceará I (0,36), e os bairros em que houve o registro da doença pela primeira vez entre 2010 e 2013 apresentam IDH de baixo, a exemplo do bairro Damas (0,51), à muito baixo, como Rodolfo Teófilo (0,48), Cristo Redentor (0,25) e Barroso (0,19).

No tocante à situação de saneamento desses bairros, o Barroso apresenta apenas 15% da sua área total com cobertura de esgotamento sanitário, apesar de 100% do bairro estar incluso nas sub-bacias do Cocó, enquanto os bairros Damas, Rodolfo Teófilo e Cristo Redentor apresentam 100% de cobertura de esgoto.

O bairro Barroso apresenta ainda problemas estruturais relacionados ao destino final dos efluentes, despejados nas galerias de águas pluviais e o conseqüente transbordamento dos poços de visita por falta de drenagem, além de problemas nas estações de tratamento, com lixo acumulado no entorno das unidades de tratamento e problemas no retorno do líquido drenado, piorando a qualidade dos efluentes liberados nas galerias pluviais.

Mapa 7 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2014

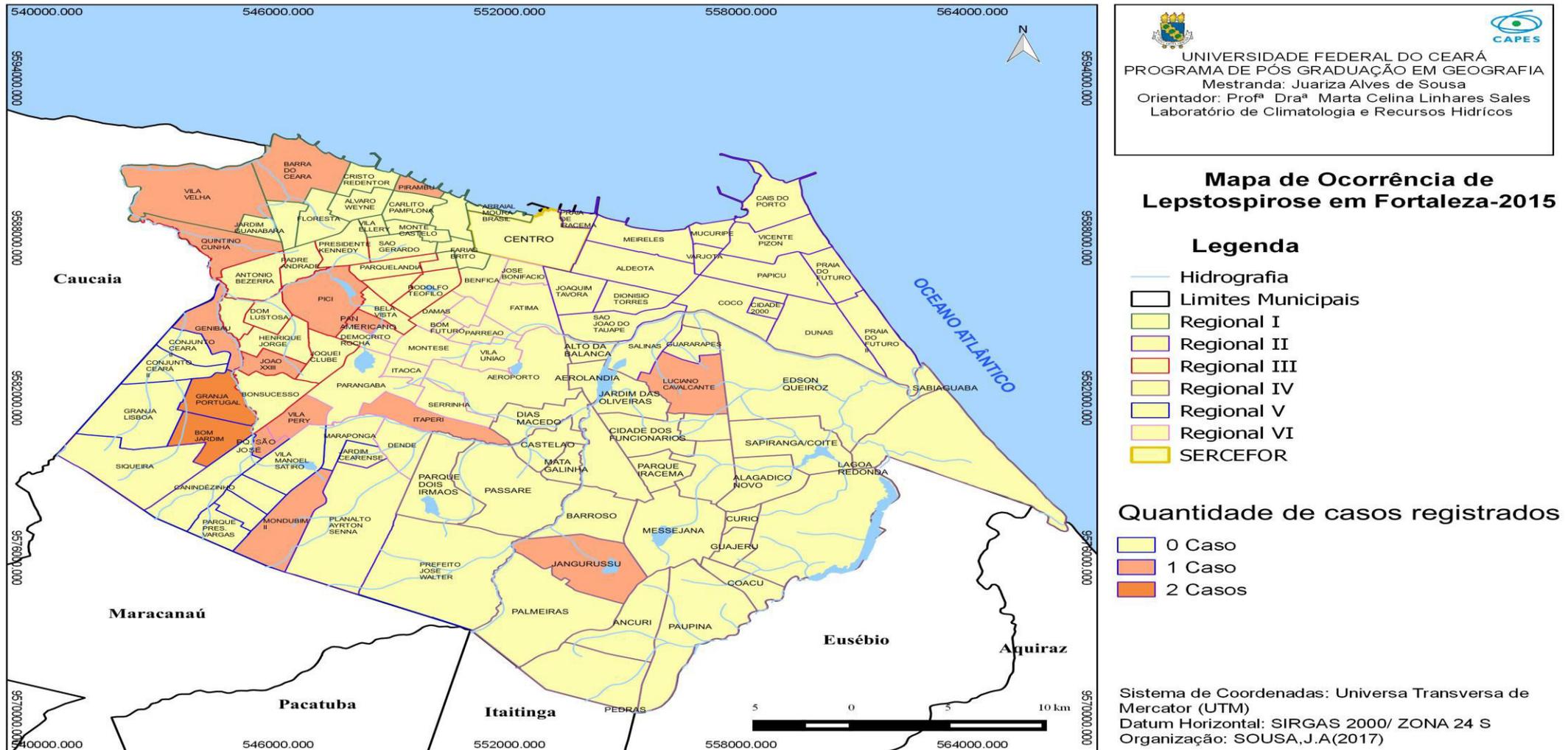


Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

No ano de 2015 houve novamente a redução do número de casos de leptospirose na capital, 15 bairros notificaram pacientes acometidos pela enfermidade entre os meses de março e agosto, com um maior número de casos nos meses de maio e agosto. Os bairros Bom Jardim e Ganja Portugal apresentaram 2 casos cada, enquanto os demais bairros, como Barra do Ceará, Jangurussu, Luciano Cavalcante, Parque Genibau, Granja Portugal, João XXIII, Modubim, Panamericano, Parque São José, Pirambu, Pici, Quintino Cunha, Vila Peri e Vila Velha, notificaram 1 caso cada (mapa 8).

Ao longo de maio e agosto foram registrados casos do agravo nos bairros Bom Jardim, Granja Portugal, Mondubim, Jangurussu, Parque São José, Pirambu, Quintino Cunha, com destaque para o bairro Bom Jardim que notificou, apenas em agosto, 2 casos confirmados da enfermidade. Dentro da quadra chuvosa surgem casos em bairros ainda não observados nos anos anteriores, como Luciano Cavalcante e Parque Genibau.

Mapa 8 – Ocorrência de Leptospirose em Fortaleza – 2015



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

Em relação à localização e situação do esgoto dos novos bairros em que houveram notificação da doença em 2015, o Parque Genibau possui 100% da sua área inserida nas sub-bacias do Siqueira, porém, apenas 0,35% de área com cobertura de esgotamento sanitário; Luciano Cavalcante possui 70% de área dentro das sub-bacias do Cocó, contudo, apenas 2,27% da área do mesmo conta com sistema de esgotamento.

No tocante ao IDH, os dois apresentam índice classificados como muito baixo, Genibaú (0,14), e baixo, Luciano Cavalcante (0,52). Esses dois bairros apresentam, ainda, problemas de infraestrutura no sistema de tratamento do esgoto, nas estações de tratamento e destino dos efluentes, agravados no período chuvoso (Quadro 7).

Quadro 7 – Problemas estruturais relacionados ao Sistema de Esgotamento Sanitário, Estações de Tratamento e Destino de efluentes

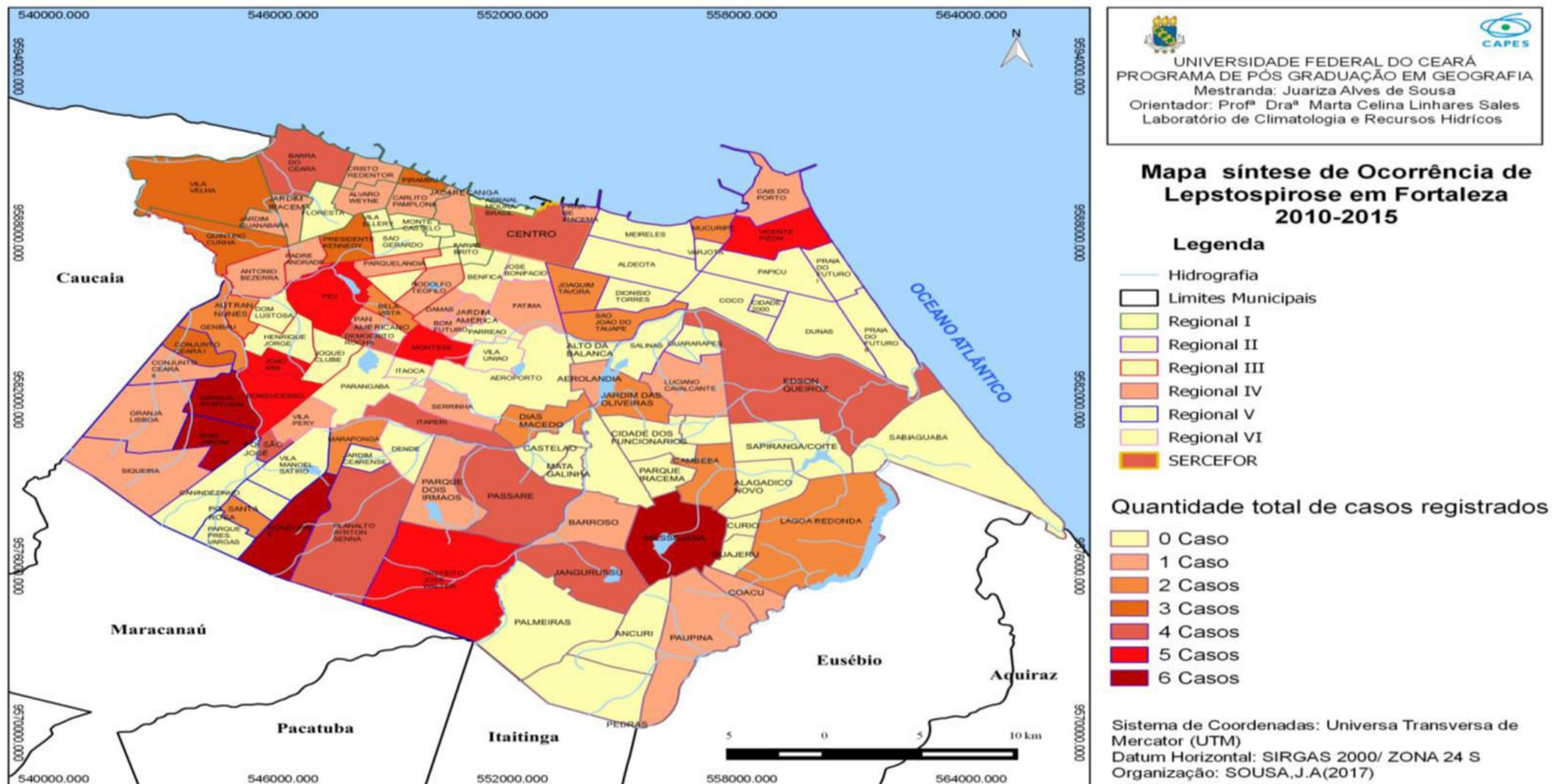
BAIRROS	Problemas no SES, ETEs e Destino de Eflu.
LUCIANO CAVALCANTE	Destino final de efluentes nas galerias de águas pluviais; A ETE não tem desinfecção, filtros anaeróbios colmatados, tratamento preliminar inadequado, não possui medidor de vazão e não possui operador.
PARQUE GENIBAU	Na época de chuva a estação sofre inundações, queimando os motores; Decanto digestor com excesso de lodo digerido; Saída do efluente obstruída causando o retorno do fluxo do efluente.

Fonte: CAGECE, 2014. Elaborado pela Autora.

Analisando os mapas de ocorrência da doença ao longo da série temporal estudada, é possível observar a reincidência de um número significativo de bairros como, por exemplo, Barra do Ceará, Bom Jardim, Bom Sucesso, Centro, Jangurussu, Granja Portugal, Messejana, Vicente Pinzon, dentre outros, em sua maioria periféricos e incluídos nos cursos dos rios urbanos, o que implica na necessidade de maiores cuidados relacionados ao saneamento básico, principalmente o sistema de esgotamento sanitário.

O mapa a seguir expõe a síntese da ocorrência de leptospirose nos bairros de Fortaleza, demonstrando as áreas mais afetadas pela enfermidade ao longo dos anos de 2010 a 2015, segundo dados da Célula de Vigilância Epidemiológica, bem como a quantidade de casos registrados nesse período em cada bairro que compõe a capital.

Mapa 9 – Mapa síntese de ocorrência de leptospirose em Fortaleza 2010-2015



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica, 2016. Organizado pela autora.

No tocante às medidas preventivas tomadas pela Prefeitura Municipal de Fortaleza ao longo dos anos de 2010 a 2015, a Célula de Vigilância Ambiental afirma ter utilizado de ferramentas como: educação em saúde com palestras e distribuição de material educativo nas comunidades carentes, nas áreas de risco e onde ocorreu a notificação da doença humana e canina; investigação epidemiológica e desratização²¹ de todos os casos notificados; desratização das localidades com casos de agressão por roedores e solicitações individuais da comunidade; desratizando nas áreas de risco: favelas, terreno baldio, canais, margens de e lagoas, feira livre, depósito de reciclagem (PMF, 2016).

As medidas profiláticas tomadas pela PMF são planejadas ao final de cada ano, baseadas nos dados de casos registrados e das localidades as quais os pacientes eram provenientes, e efetivadas no ano seguinte. As medidas físicas, como a desratização, são realizadas principalmente nos primeiros meses do ano, enquanto a medidas educativas ocorrem de forma contínua.

Foram ao todo 735 mil desratizações e 732 mil trabalhos de orientação realizadas ao longo dos anos de 2010 a 2015, dispostas segundo o ano no quadro a baixo.

Quadro 8 – Medidas preventivas adotadas nos anos de 2010 a 2015

ANO	DESRATIZAÇÕES	ORIENTAÇÕES
2010	71.335	104.288
2011	105.418	103.625
2012	136.036	129.609
2013	114.501	110.395
2014	173.515	179.713
2015	134.738	134.596

Fonte: Centro de Controle de Zoonoses.

Pode-se observar que o número de medidas preventivas tomadas na cidade de Fortaleza é baseado nos anos seguintes, como é o caso de 2011, posterior ao ano de 2010 que apresentou 12 casos da doença, foi o ano com menor número de medidas profiláticas, porém, com o registro de 38 casos confirmados da doença. O número de medidas aumenta em 2012, enquanto em 2013 as mesmas são diminuídas, baseadas nos 25 casos da doença ocorridas em 2012, corroborando com as informações fornecidas pela Célula de Vigilância Ambiental.

²¹Eliminar os ratos de um determinado local através de veneno que elimina pragas.

Contudo, o ano que apresentou mais medidas profiláticas foi 2014, uma hipótese para esse aumento de medidas preventivas nesse ano é a realização da Copa do Mundo da FIFA, a qual teve a cidade de Fortaleza como sede de diversos jogos, o que demandou, conforme explicitado no capítulo 3, modificações na infraestrutura da capital cearense.

Em relação às localidades que recebem as medidas de prevenção da leptospirose, estas são inspecionadas e então, após a notificação e confirmação do caso, as medidas são tomadas, variando de acordo com os locais de origem dos casos ao longo de cada ano. O método utilizado para eleger os bairros e comunidades que receberão as medidas profiláticas não impede que casos ocorram em bairros onde não houve a notificação da doença naquele ano em questão, ou em localidades reincidentes, mas que não apresentaram casos no ano observado.

Podemos verificar que a ocorrência de leptospirose na cidade de Fortaleza é contínua ao longo dos anos analisados, com variações temporais, tanto em relação aos meses de ocorrência quanto ao ano, e espaciais. É notório que a distribuição da doença na cidade possui suas particularidades, enquanto bairros periféricos, como Modubim e Vicente Pinzon, apresentam casos com frequência entre os anos, outro não registraram casos ao longo de todos os anos da série.

Pode-se observar, ainda, que as medidas profiláticas tomadas pelo governo municipal possuem algumas deficiências na execução, se tratando de medidas tomadas em determinado período e baseado nos casos ocorridos ao longo do ano, não abrangendo todas as áreas da capital cearense e sem a prevenção continuada nos bairros reincidentes.

4.2 REGIME E VARIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

As características climáticas da cidade de Fortaleza são resultantes do dinamismo atmosférico superior, o qual se configura a partir da circulação global, que influencia o comportamento da atmosfera inferior. Desta forma, o clima de Fortaleza depende do seu macroclima, associado às suas características regionais e locais, além dos fatores físicos, estruturais, de organização urbana e os atributos climáticos. (MOURA, 2013).

Em termos gerais, o clima da cidade de Fortaleza é caracterizado pela sazonalidade das precipitações, concentradas no primeiro semestre do ano, e por elevadas temperaturas resultantes da localização geográfica da capital cearense. A proximidade do Equador insere Fortaleza na zona climática equatorial, o que propicia uma intensa insolação proporcionando elevadas temperaturas com baixas amplitudes térmicas.

A influência das massas de ar, da maritimidade e extensão territorial, definem, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), o clima da região a qual a cidade está inserida como tropical equatorial, com até 6 meses secos ao longo do ano, com uma temperatura média entre 26° à 28°, e pluviosidade, segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Estatística, de 1338 mm.

O clima da cidade é influenciado por diferentes sistemas atmosféricos de grande escala, como a Massa Equatorial Atlântica (MEA) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); mesoescala, como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), as Linhas de Instabilidade (LI) e as Ondas de Leste (OL); e em escala local, no caso, as brisas marítimas e terrestres (MOURA, 2013).

A Massa Equatorial Atlântica (MEA) é responsável pelas condições de estabilidade do tempo sobre Fortaleza, sendo este o sistema de maior permanência sobre a cidade. Quando atuante, a MEA produz, geralmente, céu limpo ou nuvens altas do tipo cirruformes e elevado gradiente barométrico e térmico em superfície.

A Zona de Convergência Intertropical constitui o principal sistema atmosférico atuante no Estado do Ceará, e conseqüentemente na capital cearense, sendo responsável pela distribuição das chuvas que se concentram no primeiro semestre do ano. De acordo com Zanella (2005) as chuvas se concentram, principalmente, nos meses de fevereiro, março, abril e maio, constituindo a quadra chuvosa, período no qual o Estado fica sob a influência da ZCIT. O período de estiagem se estende de junho a dezembro quando a ZCIT se desloca para o hemisfério norte. Segundo Danni-Oliveira e Mendonça (2007, p. 90)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) forma-se na área de baixas latitudes, onde o encontro dos ventos alísios provenientes de sudeste com aqueles provenientes de nordeste cria-se uma ascendência das massas de ar que são normalmente úmidas. Essa zona limita a circulação atmosférica entre o hemisfério norte e o hemisfério sul.

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's) são um conjunto de nuvens que possui, na sua periferia, a formação de nuvens causadoras de chuva, e no centro há movimentos de ar de cima para baixo, aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens. Os VCAN's são formados no Oceano Atlântico entre os meses de novembro e março, mas com maior frequência de atuação nos meses de janeiro e fevereiro (MONTEIRO, 2011).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens que se formam devido a condições locais favoráveis e provocam chuvas fortes e de curta duração. Geralmente, as precipitações associadas a este sistema atmosférico ocorrem de forma isolada (SOARES *et. al*, 2010).

As Linhas de Instabilidade (LI) são bandas de nuvens causadoras de chuvas, organizadas em forma de linha. Sua formação se dá basicamente pela grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical, a qual contribui para a formação de nuvens do tipo cúmulos, atuando na costa cearense entre os meses de novembro e março, geradas pelos efeitos de brisas marítimas e pelas linhas de convergência da ZCIT (FERREIRA; MELLO, 2005).

Os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) são sistemas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, e se deslocam na direção de Oeste para Leste, desde à costa africana até o Nordeste brasileiro. Esses distúrbios foram denominados de Ondas de Leste por Riehl (1945), definindo-os como sendo as oscilações nos campos de pressão e vento, imersas nos alísios, e em constante deslocamento para oeste.

As Brisas Marítimas e Terrestres resultam do aquecimento e resfriamento diferenciais que se estabelecem entre a terra e a água. Durante o dia o continente se aquece mais rapidamente que o oceano, fazendo com que a pressão sobre o continente seja mais baixa que sobre o oceano. Isto faz com que o vento à superfície sopra do oceano para o continente, a denominada brisa marítima. No período da noite ocorre o inverso, o continente perde calor mais rapidamente que o oceano, fazendo com que esse fique com temperaturas mais elevadas se comparadas às do continente. Dessa forma a pressão fica maior sobre o continente, fazendo com que o vento sopra do litoral para o oceano, a chamada brisa terrestre (FERREIRA; MELLO, 2005).

A precipitação na capital cearense também é influenciada pela atuação dos fenômenos El Niño e La Niña, bem como pela temperatura norte e sul da superfície do Oceano Atlântico Tropical. O El Niño é responsável pelo aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico central, próximo à linha do Equador, acarretando no enfraquecimento dos ventos de leste, podendo inverter o sentido. De acordo com Magalhães (2011), o La Niña é um fenômeno que se caracteriza por ser oposto ao El Niño, ou seja, é o resfriamento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, por esse motivo é conhecido como episódio frio.

O El Niño causa o decréscimo do transporte de água quente no sentido leste-oeste e, conseqüentemente, o acúmulo de água quente no Pacífico Oeste tende a diminuir, assim como a ressurgência de águas frias no Pacífico Leste. Assim, em anos de El Niño há uma mudança

de posição do ramo ascendente da chamada Célula de Walker²² no Pacífico Equatorial que se desloca para o Pacífico Equatorial Leste.

Formam-se então dois ramos descendentes, um deles sobre o atlântico e Nordeste do Brasil. De acordo com Freire, Lima e Cavalcanti (2011) os impactos causados pelo fenômeno El Niño podem ser sentidos na Região Nordeste pela modificação no regime e no total de precipitação que, dependendo da intensidade do evento, pode resultar em secas. Ferreira e Mello (2005, p. 25) explicam que

Devido à continuidade da circulação atmosférica, o ar quente sobre aquela região é empurrado, originando uma célula descendente sobre o Oceano Atlântico, próximo à região Nordeste do Brasil (NEB) e à Amazônia oriental. Dependendo da intensidade dessa célula de circulação e de sua fase de ocorrência, pode haver inibição da formação de nuvens e descida da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, conseqüentemente, pode haver deficiência das chuvas na região do NEB Assim, o fenômeno El Niño, é um dos responsáveis pela redução das chuvas na região norte do Nordeste do Brasil.

Em contrapartida, durante a ocorrência da La Niña, ocorre um fortalecimento da Alta Subtropical do Pacífico Sul, transportando águas oceânicas superficiais frias de forma mais eficiente para o Pacífico Equatorial Central-Oeste, fortalecendo assim, a Célula de Walker (OLIVEIRA, 2001).

Durante os episódios de La Niña, os ventos alísios ficam mais intensos que a média climatológica. O Índice de Oscilação Sul, indicador atmosférico que mede a diferença de pressão atmosférica na superfície, entre o Pacífico Ocidental e o Pacífico Oriental, apresenta valores positivos, os quais indicam a intensificação da pressão no Pacífico Central e Oriental, em relação à pressão no Pacífico Ocidental (MARENGO; OLIVEIRA, 1998).

A La Niña possibilita a ocorrência de chuvas acima da média sobre a região semiárida do Nordeste do Brasil. Essas chuvas, porém, só ocorrem se, simultaneamente ao La Niña, as condições atmosféricas e oceânicas sobre o Oceano Atlântico mostrarem-se favoráveis, ou seja, a associação entre o La Niña e o dipolo negativo do Atlântico, favorável às chuvas, é normalmente responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região (MARENGO 2001; FERREIRA; MELLO, 2005; CPTEC, 2016).

²² De acordo com Oliveira (2001) se em baixos níveis da atmosfera (próximo à superfície) os ventos são de oeste para leste, em altos níveis ocorre o contrário, ou seja, os ventos são de leste para oeste. Com isso, o ar que sobe no Pacífico Equatorial Central e Oeste e desce no Pacífico Leste, juntamente com os ventos alísios em baixos níveis da atmosfera e os ventos de oeste para leste em altos níveis da atmosfera, forma a chamada Célula de Circulação de Walker.

De acordo com os estudos de Aragão (1998), outro fenômeno oceânico-atmosférico que influencia a precipitação na Região Nordeste, especificamente na cidade de Fortaleza, é o Dipolo do Atlântico definido por Aragão (1998, p. 841) como sendo

Um fenômeno oceano-atmosférico que causa variação de precipitação no Nordeste do Brasil e na África. O Dipolo do Atlântico é uma mudança anômala na temperatura da água do Oceano Atlântico Tropical. Esse fenômeno muda a circulação meridional da atmosfera (Hadley) e inibe ou aumenta a formação de nuvens sobre o Nordeste do Brasil e alguns países da África, diminuindo ou aumentando a precipitação. Quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais quentes e as águas do Atlântico Equatorial e Tropical Sul estão mais frias simultaneamente, ocorrem movimentos descendentes anômalos sobre o Nordeste do Brasil e alguns países da África Ocidental, inibindo a formação de nuvens e diminuindo a precipitação, podendo causar secas nessas regiões. Por outro lado, quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais frias e as águas do Atlântico Tropical Sul estão mais quentes, existem movimentos ascendentes anômalos sobre o Nordeste do Brasil e países da África Ocidental, acelerando a formação de nuvens, aumentando a precipitação.

As pesquisas de Moura *et. al* (2000) e Ferreira, Alves e Costa (2004), demonstraram que a influência da temperatura dos oceanos Pacífico e Atlântico no Nordeste brasileiro ocorrem nos anos de La Niña e Dipolo Negativo, ou seja, quando o Atlântico Sul apresenta temperaturas elevadas e o Atlântico Norte com temperaturas baixas, correspondem a anos chuvosos ou com chuvas em excesso. Em contrapartida, os anos com a ocorrência de El Niño e Dipolo Positivo, com as águas do Atlântico Sul com temperaturas baixas e o Atlântico Norte com temperaturas elevadas, ocorrem episódios de seca no NEB (MOURA *et. al*, 2000; FERREIRA; ALVES; COSTA, 2004.).

Segundo Magalhães e Zanella (2011), em anos considerados neutros, ou seja, quando não ocorre a atuação da La Niña nem do El Niño, a situação do Dipolo do Atlântico controla, em grande escala, as precipitações no Nordeste Brasileiro e, conseqüentemente, em Fortaleza, principalmente na quadra chuvosa, influenciando diretamente na posição da ZCIT.

Souza, Alves e Repelli (1998) verificaram que nos anos de dipolo positivo ocorreram desvios negativos de 10 a 40% na precipitação do semiárido nordestino e em anos de dipolo negativo os desvios variaram de 10 a 50%. Com base nisso, concluíram que a influência do Dipolo do Atlântico é tão importante quanto à influência do El Niño Oscilação Sul.

Bezerra, Neves e Cavalcanti (2006) verificaram a energia estática no perfil vertical da atmosfera em anos El Niño Oscilação Sul e anos com o Dipolo do Atlântico buscando encontrar a influência desses fenômenos no ganho de energia em cada situação. Ao término do estudo concluíram que a precipitação no nordeste brasileiro é mais sensível aos eventos ocorridos no Oceano Pacífico, principalmente em seu período positivo.

Desta forma, conclui-se que as características do clima de Fortaleza, assim como a sazonalidade e intensidade das precipitações, são definidas a partir da atuação de diferentes fenômenos oceânicos e climáticos globais e locais, que podem vir a afetar a população de diferentes formas, inclusive no tocante à saúde, e em diferentes períodos, interagindo com a organização e estrutura urbana da cidade, como será abordado na seção de caracterização urbana da capital cearense.

4.2.1. Caracterização da série temporal

Com base nos dados da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), imagens de satélite fornecidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), foi possível delinear o perfil climático do período compreendido entre os anos de 2010 a 2015, identificando os sistemas atmosféricos atuantes em cada ano analisado, bem como os volumes totais e médios das precipitações, foco desse estudo.

Conforme a classificação de Sant'Anna Neto (1990), aqui utilizada para classificar os anos em chuvoso, tendente a chuvoso, habitual, tendente a seco e seco, é possível observar, a partir dos cálculos de anos-padrões, o predomínio de anos secos no período analisado, com exceção dos anos de 2011, considerado chuvoso e 2015, tendente a seco.

Traçando um panorama geral da série temporal, verifica-se a atuação predominante do El Niño em 2 anos da série analisada, moderado em 2010 e fraco em 2015, enquanto o La Niña ocorreu, também, durante 2 anos, moderado em 2011 e fraco em 2012. Os anos de 2013 e 2014 foram considerados neutros, com chuvas entre normal e abaixo do normal.

Em relação ao Dipolo do Atlântico, dois anos apresentaram neutralidade, em 2010 e 2014, ambos com o Atlântico Sul mais quente que o Norte, enquanto nos demais anos da série o dipolo demonstrou-se positivo, o que indica a relação entre os episódios de chuvas a baixo da média em anos com El Niño e Dipolo Positivo, e de anos chuvosos, associados a ocorrência de La Niña, porém, influenciados, ainda, pela positividade do Dipolo (ARAGÃO, 1998; MOURA *et. al.*, 2000; FERREIRA *et. al.*, 2004).

Nos anos de 2013 e 2014, neutros em relação ao El Niño e La Niña, o Dipolo do Atlântico teve maior influência na variabilidade das precipitações, com chuvas entre normal e a baixo do normal nos dois anos considerados neutros. Desta forma, o quadro 9 demonstra, de forma sintética, a ocorrência de El Niño, La Niña e a situação do Dipolo do Atlântico no período de 2010 à 2015.

Quadro 9 – Ocorrência de El Niño, La Niña, situação do Dipolo do Atlântico e classificação anos-padrão de 2010 a 2015

ANO	MEDIDAS DESCRITIVAS			PADRÃO OCEÂNICO - ATMOSFÉRICO			
	Total	Média	Desvio	EL NIÑO	LA NIÑA	DIPOLO	CLASSIFIC.
2010	863.1	1467.1	-41.2	Moderado		Neutro	Seco
2011	2075.4	1467.1	+41.5		Moderado	Positivo	Chuvoso
2012	968.4	1467.1	-36.4		Fraco	Positivo	Seco
2013	652.4	1467.1	-55.5	Ano Neutro		Positivo	Seco
2014	1034.1	1456.7	-29.0	Ano Neutro		Neutro	Seco
2015	1279.4	1444.6	-11.4	Fraco		Positivo	Tendente a Seco

Fonte: FUNCEME, 2016. Organizado pela autora.

Por conseguinte, serão apresentadas as características climáticas mensais de cada ano analisado, com ênfase nos totais e médias pluviométricas adquiridas nos 6 postos utilizados e nos dados fornecidos pelas instituições supracitadas, bem como os sistemas atmosféricos atuantes no período baseado nos estudos de Ferreira e Mello (2005), Zanella (2005), Magalhães (2011) e Moura (2013).

- 2010

O ano de 2010 apresentou totais pluviométricos irregulares e considerados a baixo da média histórica, com algumas variações de milímetros totais entre os postos utilizados para a medição das médias mensais. Por ser um ano de El Niño moderado e Dipolo do Atlântico neutro, as chuvas a baixo da média já eram previstas.

A variação dos totais entre os diferentes postos se deve pela localização dos postos distribuídos ao longo da grande extensão territorial da cidade de Fortaleza, bem como as características geográficas locais, de umidade, velocidade e direção do vento no dia em que a precipitação foi quantificada.

O mês de janeiro de 2010 apresentou média pluviométrica de 57,2 mm, enquanto a climatologia do mês é 117,1 mm. Em janeiro, os VCANs e as CCMs influenciam diretamente na distribuição das chuvas. Nesse ano, dos 4 eventos de VCAN ocorridos, apenas um, iniciado em 29 de dezembro de 2009, persistiu até o final de janeiro de 2010, influenciando as chuvas no NEB e, conseqüentemente, no regime pluviométrico da capital cearense (CPTEC, 2010).

Analisando as características da quadra chuvosa do ano de 2010 na cidade de Fortaleza, foram observados totais pluviométricos de 64,3 mm em fevereiro, primeiro mês da quadra chuvosa, a baixo dos totais que geralmente são observados no mês, 163,2 mm. A configuração de VCAN ocorreu em um total de seis episódios no decorrer do mês de fevereiro, com destaque para segundo evento, que incidiu de forma mais acentuada sobre a Região Nordeste, causando chuvas (FUNCEME, 2010).

Em fevereiro, as Linhas de Instabilidade (LIs) estiveram caracterizadas em quatorze episódios, atuando preferencialmente no norte da Região Nordeste. Nesse mês, houve, ainda, a chegada da ZCIT que, devido os valores da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico acima da média, se posicionou ao norte de sua climatologia, enquanto o El Niño continuou em sua fase ativa (CPTEC, 2010).

Em março foi registrada a média de 204 mm de chuva na cidade. Os VCANs configuraram-se em cinco episódios no decorrer do mês de março, dois destes de longa duração localizados sobre o NEB. As LIs tiveram destaque nos dias 18, 25 e 28, nos quais estão associadas à ocorrência de chuvas mais acentuadas em Fortaleza.

O El Niño começou a apresentar sinais de declínio no Pacífico Equatorial, porém, ainda persistiu uma extensa área de águas superficiais mais quentes que o normal no decorrer deste mês. No Atlântico Norte, as anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) continuaram favoráveis à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte de sua climatologia (CPTEC, 2010).

Em abril, mês mais chuvoso do ano de 2010, foram registrados 237,72 mm totais na capital cearense, precipitação associada à configuração de uma banda dupla da ZCIT que favoreceu a ocorrência de chuvas distribuídas ao longo do mês e, principalmente, no final de abril.

As condições oceânicas e atmosféricas indicaram o enfraquecimento do fenômeno El Niño sobre o Pacífico Equatorial. Contudo, a região do Atlântico Norte, a TSM continuou até 3°C acima da média, favorecendo a atuação da ZCIT ao norte de sua posição climatológica (CPTEC, 2010).

Em maio a média pluviométrica registrada em Fortaleza foi de 157,18 mm, enquanto a normal climatológica é de 200,8mm. Este déficit pluviométrico se deve à atuação mais ao norte da ZCIT e ao enfraquecimento dos ventos próximo à costa leste do NEB. Apesar da baixa frequência e distribuição de dias com chuva nesse mês, destacou-se o total diário de 87 mm de chuva, registrado na cidade no dia 30 de maio (FUNCEME, 2010).

Enquanto o La Niña ganhava forma desde o mês de abril, com maior indicação da sua ocorrência no mês de maio, a partir da diminuição das temperaturas nas águas superficiais nos setores central e leste do Pacífico Equatorial, a temperatura das águas superficiais do Atlântico Norte continuou acima da média, favorecendo a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) mais ao norte, o que corroborou com a ocorrência de chuvas abaixo da média no norte do Nordeste.

As chuvas se estenderam até julho, com 82,28 mm em junho e 43,78 mm em julho. O aumento da convergência de umidade, em conjunto com a formação das Ondas de Leste, principal sistema atuante nesse período, resultou em chuvas intensas e concentradas na cidade de Fortaleza, com destaque para os primeiros dias do mês.

Em julho, os CCM, que costumam favorecer o aumento das chuvas na capital neste período do ano, atuaram principalmente sobre o oceano adjacente. Por esta razão, as chuvas do mês de julho ocorreram abaixo do esperado (INMET, 2010).

Os meses seguintes apresentaram baixos totais pluviométricos, sendo o mais significativo o mês de dezembro, com precipitações médias de 48,98 mm, acima do normal de 33,5 mm. As chuvas acima da média nesse período estão associadas à atuação de vórtices ciclônicos e cavados em altos níveis ao de todo o mês de dezembro, com ênfase em Fortaleza na segunda semana de dezembro.

- 2011

A quadra chuvosa do ano de 2011 foi caracterizada pela ocorrência do La Niña concomitante ao Dipolo do Atlântico positivo, o que acarretou em totais de chuvas acima da média histórica nesse período em todo o Estado do Ceará, com destaque para a cidade de Fortaleza que, segundo a FUNCEME (2011), registrou em média 1,5% de chuvas acima do normal habitual. O ano de 2011 foi o único ano considerado chuvoso dentro do período observado.

O mês de janeiro apresentou média pluviométrica de 603,86 mm, 395% acima do normal habitual do mês. Os principais sistemas responsáveis por esse volume de chuvas foram

os VCANs que, durante a segunda quinzena do mês, deslocaram-se para o interior do continente e posicionaram-se mais ao sul, favorecendo o aumento da convecção no norte do Nordeste. Os registros pluviométricos mais expressivos ocorridos em Fortaleza, foram de 119 mm, no dia 05; 99,3 mm, no dia 10; 87 mm, no dia 20 e 126,3 mm, no dia 25 de janeiro (INMET, 2011).

Em relação aos valores da TSM, os mesmos continuaram abaixo da climatologia na maior parte do Pacífico Equatorial e Leste, com diminuição das anomalias negativas adjacentes à costa oeste da América do Sul, em comparação com dezembro de 2010 (CPTEC, 2011).

Em fevereiro foram registadas muitas chuvas em todas as regiões do Ceará, na capital a média de chuvas foi de 343,58mm. Neste período, notou-se a atuação mais favorável de um episódio de VCAN sobre o Nordeste, além do deslocamento da ZCIT para posições mais ao sul durante a segunda quinzena, que contribuiu para a predominância de chuvas acima da média na região.

Nos dias 10, 12 e 13 de fevereiro, as LIs apresentaram-se bem configuradas ao longo da costa norte do Brasil, atuando nas precipitações na capital. As anomalias da TSM ficaram menos negativas na região do Pacífico Equatorial, sugerindo o enfraquecimento do fenômeno La Niña.

A precipitação ocorrida em Fortaleza em março de 2011, diminuiu se comparada ao mês de fevereiro do mesmo ano. As precipitações foram superiores a 300 mm, apresentando um desvio negativo em relação à climatologia habitual. Esse déficit pluviométrico ocorreu devido, principalmente, a atuação da ZCIT ao norte de sua posição climatológica.

Durante a primeira quinzena de março, a posição dos VCANs contribuiu para as anomalias positivas de precipitação sobre parte do Nordeste. A partir de meados de março, estes sistemas atuaram um pouco mais ao norte, inibindo a convecção em grande parte do NEB, onde os totais mensais de chuva ocorreram predominantemente abaixo da média histórica (CPTEC, 2011).

No final do mês de março, notou-se a formação de uma banda dupla da ZCIT que atuou em conjunto com a organização de LIs ao longo da costa norte do Nordeste e contribuiu para os elevados totais de chuva registrados em Fortaleza nos últimos dias do mês.

A chuva média acumulada em Fortaleza no mês de abril de 2011 foi de 365,88 mm, enquanto a climatologia para esse mês é de 355,3 mm, logo, com um desvio positivo acima da média. Estas chuvas foram associadas à atuação da ZCIT, que se posicionou ao sul de sua climatologia na maior parte deste mês (FUNCEME, 2011).

A TSM em abril continuou indicando condições de La Niña na região do Pacífico Equatorial, porém com declínio gradual das anomalias negativas em comparação com o mês de

março. Próximo à costa da Região Nordeste, os valores de TSM favoreceram a maior atividade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), assim como a formação de áreas de baixa pressão adjacente à costa leste do NEB.

Ao longo do mês de maio foram registradas precipitações médias de 175,2 mm, sendo a climatologia desse mês de 200,8 mm, o que demonstrou o desvio médio negativo. Estas chuvas estão associadas à proximidade da ZCIT, aliada às condições de TSM no Atlântico, que contribuíram para a distribuição das precipitações nesse período.

Os CCMs também atuaram em conjunto com a nebulosidade associada à ZCIT, especialmente no decorrer da primeira quinzena do mês de maio, ocasionando chuvas de até 15,0 mm na capital cearense. No Atlântico Equatorial, notou-se uma diminuição das anomalias positivas da TSM, o que pode ter favorecido o deslocamento da ZCIT ao norte de sua climatologia durante a segunda quinzena de maio (CPTEC, 2011).

As chuvas persistiram nos meses de junho e julho, com média pluviométrica de 133,4 mm em junho, a baixo da climatologia pertinente ao mês, e 105,6 mm em julho, com desvio positivo. A partir de junho a ZCIT atuou mais ao norte de sua posição climatológica próximo à costa da África, deixando de influenciar diretamente nas precipitações nesse período.

A propagação das OLs e o aumento da nebulosidade associada ao efeito de brisa marítima, que transporta umidade para o continente, foram os principais sistemas que contribuíram para a ocorrência de chuvas acima da média na cidade de Fortaleza ao longo desses meses, com destaque para os dias 4 e 5 de julho de 2011.

Nos demais meses do ano as médias pluviométricas foram negativas, com exceção do mês de agosto, que apresentou média pluviométrica de 32,3 mm, considerado acima da climatologia do mês, associada, principalmente, às OLs. O mês de outubro também registrou totais pluviométricos acima da média, com 16,4 mm distribuídos, principalmente, na segunda quinzena do mês. Segundo o CPTEC (2011), estes desvios positivos ocorreram devido o estabelecimento do escoamento de verão sobre a América do Sul.

- 2012

O ano de 2012 teve, no período chuvoso, predomínio do La Niña fraco e dipolo do atlântico positivo, acarretando na ocorrência de chuvas mensais nas categorias de normal ou a baixo da média histórica, sendo considerado um ano seco, dependendo, ainda, do comportamento dos sistemas atmosféricos atuantes em cada mês da quadra chuvosa.

O mês de janeiro de 2012 foi marcado por chuvas abaixo da climatologia na maior parte da Região Nordeste. Contudo, ao longo dos dias 19 ao dia 25, como consequência do posicionamento dos vórtices ciclônicos em altos níveis e da banda de nebulosidade associada à ZCIT, que atuou em conjunto com a formação de LIs, contribuíram para a ocorrência de chuvas mais acentuadas nos setores norte e leste do Nordeste.

Em Fortaleza, as chuvas foram pouco expressivas nesse período, com ênfase para o dia 19 de janeiro com totais de chuvas de 18,2 mm computadas no Posto Pici. A média pluviométrica mensal registrada na capital foi de 57,74 mm, a baixo da climatologia normalmente observada no mês.

Iniciando a quadra chuvosa, fevereiro apresentou médias pluviométricas acima da climatologia, com 197,38 mm. Na capital, a precipitação do mês se deu, essencialmente, a partir da segunda quinzena, relacionada ao posicionamento do VCAN, que favoreceu o aumento da atividade convectiva sobre o norte da Região Nordeste a partir do dia 12.

Nesse mês, segundo dados do CPTEC (2012), a ZCIT atuou um pouco mais ao sul, em conjunto com a nebulosidade associada aos VCANs e com as LIs que se formaram ao longo da costa norte da América do Sul, respectivamente, o que explica as chuvas acima da média na capital cearense.

Em relação ao fenômeno La Niña, o mesmo passa por um enfraquecimento que persiste nos meses seguintes, consistente com o surgimento de anomalias positivas da TSM no setor leste do Pacífico Equatorial. Atribuiu-se o enfraquecimento dos ventos alísios próximos à costa oeste da América do Sul, como o responsável pela ocorrência dessas anomalias na TSM (CPTEC, 2012).

No mês de março foram computadas chuvas a baixo da climatologia habitual em Fortaleza, com média pluviométrica de 316,98 mm, contudo, as chuvas na capital se apresentaram bem distribuídas ao longo do mês. As precipitações a baixo da média estiveram associadas ao posicionamento mais ao norte da ZCIT.

De acordo com a avaliação do CPTEC (2012), neste mês ocorreram anomalias negativas nesta região do Atlântico tropical. Dessa forma, foi o posicionamento anômalo da ZCIT que indicou o gradiente favorável ao deslocamento para norte. A atuação conjunta da ZCIT com a formação de Lis a partir do dia 25 de março gerou chuvas intensas na capital cearense, com destaque para o dia 27, que registrou o total de 197,7 mm no Posto Pici.

Em abril os totais pluviométricos permaneceram a baixo do normal observado, com uma média de 128,46 mm distribuídos em Fortaleza, principalmente, nos primeiros dias e

segunda quinzena do mês. Estas anomalias negativas de chuva foram associadas principalmente à atuação mais ao norte da ZCIT (CPTEC, 2012).

Nesse mês, as LIs foram notadas com fraca intensidade no litoral do NEB apenas nos dias 07, 16, 18 e 20. Embora tenham favorecido o aumento da precipitação ao longo da costa norte do Brasil, os aglomerados convectivos associados à formação de LIs pouco contribuíram para elevar os totais mensais de precipitação acima da média histórica. Em Fortaleza, os mais significativos totais pluviométricos foram registrados no dia 22 de abril, com 18,2 mm no Posto Água Fria.

Ao longo de maio as chuvas permaneceram a baixo da climatologia em Fortaleza, com média pluviométrica de 121,86 mm, associada, principalmente, ao deslocamento da ZCIT mais ao norte de sua posição climatológica, forçada, localmente, pelas condições de ligeiro resfriamento no Atlântico Tropical e pelas oscilações intrasazonais.

O mês de junho foi caracterizado por chuvas acima da média, concentradas em poucos dias do mês, com ênfase no dia 23 de junho, que apresentou total pluviométrico de 197,6 mm no Posto Pici, responsável pelo maior acúmulo diário de precipitação na capital. Essas chuvas concentradas se devem a influência das OLs, que atuaram mais expressivamente na última semana do mês.

Em relação às anomalias oceânicas, os campos de anomalia continuaram sinalizando uma possível evolução da fase quente do fenômeno El Niño na região equatorial do Pacífico, com destaque para as águas superficiais acima da climatologia e os ventos alísios mais relaxados no setor leste deste oceano. Porém, ainda são notados sinais típicos do fenômeno La Niña no setor oeste do Pacífico Equatorial (CPTEC, 2012; INMET, 2012).

Os demais meses do ano de 2012 apresentaram precipitações a baixo da climatologia. Em dezembro o fenômeno El Niño seguiu apresentando condições de neutralidade, enquanto no Atlântico Norte as águas superficiais permaneceram mais quentes que o normal e continuaram influenciando o posicionamento da ZCIT.

- 2013

A avaliação da precipitação observada na capital cearense durante a quadra chuvosa de 2013 indicou que as chuvas ficaram abaixo da média em grande parte dos meses, com desvio percentual negativo em relação à normal climatológica definida pela FUNCEME, sendo considerado um ano seco.

O ano de 2013 foi caracterizado pela neutralidade das condições do Oceano Atlântico tropical, com águas mais aquecidas ao norte e mais frias ao sul, sendo estes os principais fatores que influenciaram a condição climática observada no Ceará, pois afetaram diretamente o posicionamento da ZCIT, principal sistema indutor de chuvas na região.

Janeiro de 2013 foi marcado pelos totais de chuvas diárias a baixo da média histórica em Fortaleza e em todo o Estado do Ceará. Com um volume médio de 45,32 mm, a capital do estado apresentou precipitações apenas em 10 dias ao longo do mês, concentradas nos primeiros dias de janeiro.

Em janeiro, os VCANs que se posicionaram sobre os oceanos adjacentes ao continente sul-americano, enquanto a ZCIT, como esperado para este período do ano, atuou mais ao sul da climatologia, apresentando maior atividade convectiva no final do mês, na parte central do Atlântico Equatorial e próximo à costa noroeste da África.

O mês de fevereiro também se configurou com chuvas a baixo da climatologia na capital cearense, com média pluviométrica de 98,7 mm distribuída, principalmente, na segunda quinzena do mês, quando a ZCIT demonstrou maior frequência de nebulosidade convectiva.

Os VCANs também influenciaram na distribuição das precipitações nesse período, pois, segundo o CPTEC (2013), no dia 10, o posicionamento deste sistema contribuiu para inibir a atividade convectiva sobre toda a Região Nordeste. A partir do dia 17, ao se posicionarem mais ao sul, favoreceram o aumento da convecção no norte do Nordeste, atuando em conjunto com a formação de LIs ao longo da costa.

Em março as precipitações na capital permaneceram a baixo da média, concentradas, essencialmente, nas duas últimas semanas do mês, com média de 47,72 mm. Esse cenário condiz com a posição anômala da ZCIT ao norte de sua posição climatológica no decorrer de março de 2013. De acordo com o CPTEC (2013), o posicionamento anômalo da ZCIT nesse período foi associado ao gradiente meridional de TSM nas áreas tropicais do Oceano Atlântico, que favoreceu sua atuação mais ao norte.

Nesse mês, as LIs exerceram maior influência sobre o norte da Região Nordeste nos dias 09, 10, 21, 26 e 28, e em Fortaleza, especificamente, nos dias 21 e 26, possivelmente devido à atuação mais ao norte da ZCIT, o que também explica as anomalias negativas de precipitação no decorrer de março.

Nos meses de abril e maio as chuvas permaneceram a baixo média, com 168,66 mm em abril e 142,04 mm em maio, porém, melhores distribuídas ao longo desses meses. Destacaram-se as chuvas ocorridas na capital cearense no dia 20 de abril, com um total pluviométrico de 47,7 mm computado no Posto Pici, associado à formação de banda dupla da

ZCIT nas últimas semanas do mês, e o registro de 23 mm no mesmo posto no dia 14 de maio, relacionado à atuação mais ao norte da ZCIT (CPTEC, 2013).

Em junho, devido a influência da formação de vários aglomerados de nuvens convectivas adjacente à costa da Região Nordeste, associados à propagação das OLs, foram registradas chuvas levemente acima da média em Fortaleza, com 156,7 mm concentradas em 12 dias do mês, enquanto a ZCIT migrou para latitudes ao norte da faixa equatorial.

Os meses seguintes apresentaram precipitações a baixo da climatologia. Em relação aos padrões atmosféricos e oceânicos globais, foi observada a persistência de condições de neutralidade em relação ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) na região do Pacífico Tropical.

- 2014

O ano de 2014 manteve a característica de neutralidade das condições oceânicas, tanto em relação ao El Niño e La Niña, quanto em relação do Dipolo do Atlântico. Os totais pluviométricos ao longo do ano em Fortaleza apresentaram-se abaixo da média na grande maioria dos meses que compõem a quadra chuvosa sendo, dessa forma, considerado um ano seco.

O mês de janeiro de 2014 apresentou média de 60,4 mm, com chuvas distribuídas ao longo de 13 dias na capital cearense, com destaque para os períodos de 1 a 15 e os dias 20, 27 e 30 de janeiro, onde houve maior atuação dos VCANs, causando chuvas em Fortaleza. Nos meses de fevereiro e março, primeiros meses do período chuvoso, as médias das precipitações permaneceram a baixo da climatologia, apresentando 131, 66 mm em fevereiro e 291,54 mm em março, bem distribuídos ao longo dos referidos meses.

A ZCIT ocorreu em torno de sua posição climatológica no decorrer de fevereiro, porém, no período de 6 a 15 a ZCIT atuou ligeiramente ao norte de sua climatologia, contribuindo para o déficit pluviométrico em Fortaleza. Os VCANs configuraram-se sobre o centro-leste da América do Sul e Atlântico Sul adjacente. De acordo com o CPTEC (2014), o segundo e o sétimo episódios de VCAN foram os que mais contribuíram para a diminuição das chuvas no NEB.

Já em março, a maior extensão das LIs nos dias 13, 18, 19 e 31, gerou totais pluviométricos de 11,5 mm, no dia 13, a 38,4 mm no dia 31, computados no Posto Pici. Em alguns dias, a formação das LIs foi inibida devido à proximidade da ZCIT. A posição da ZCIT

mais ao norte da sua climatologia contribuiu para a permanência do déficit pluviométrico no mês de março.

Em abril, as médias pluviométricas na capital cearense permaneceram a baixo da média, com 259, 98 mm bem distribuídos ao longo do mês, principalmente na primeira quinzena de abril, devido a maior atividade convectiva associada à ZCIT nesse período. Contudo, na maior parte de abril a ZCIT foi notada ao norte de sua posição climatológica próximo à costa norte da América do Sul, consistente com o déficit pluviométrico no norte do NEB e, conseqüentemente, em Fortaleza.

O mês de maio foi o único mês da quadra chuvosa a apresentar totais pluviométricos acima da climatologia para o mês, com média de 254, 14 mm, desvio positivo de 50 mm acima da média, concentradas, essencialmente, entre os dias 11 e 21 de maio. Estas chuvas estiveram associadas à atuação da ZCIT em conjunto com a formação de LIs ao longo da costa norte da Região Nordeste.

Em relação às condições oceânicas, a persistência de águas superficiais e subsuperficiais mais quentes que o normal nos setores central e leste do Oceano Pacífico Equatorial, em conjunto com o relaxamento dos ventos alísios no decorrer dos meses de abril e maio, indicou possível desenvolvimento da fase quente do fenômeno El Niño (CPTEC, 2014).

Os meses seguintes, fora da quadra chuvosa, apresentaram precipitações totais a baixo da média, com exceção de novembro e dezembro que computaram, respectivamente, médias de 16,6 mm e 35,8 mm. As chuvas levemente acima da média nesse período em Fortaleza se devem pela atuação de frentes frias e a atuação de VCANs, característicos dos meses de novembro e dezembro.

- 2015

O ano de 2015 teve como principal configuração a ocorrência de El Niño fraco e Dipolo do Atlântico positivo, considerado tendente a seco, com chuvas a baixo da média na grande maioria dos meses em toda a Região Nordeste e, especificamente, na cidade de Fortaleza, com exceção dos meses de fevereiro e março, dentro da quadra chuvosa, e julho, nos quais foram registrados desvios positivos em relação à média observada e a climatologia para os referidos meses.

No mês de janeiro de 2015 foi registrada a média de 82,44 mm de chuvas em Fortaleza, a baixo da climatologia normalmente observada no mês. Destaca-se a primeira semana de janeiro, especificamente o dia 4, no qual houve o registro de 132 mm totais no Posto

Água Fria devido, principalmente, à atuação de VCAN's e CCMs que se iniciam em dezembro do ano anterior.

Ao longo de fevereiro e março, as chuvas foram melhor distribuídas na capital cearense, apresentando, respectivamente, médias de 167,22 mm, com um desvio positivo de 2,4%, e 361,2mm, com um desvio positivo de 11,4%, em relação à climatologia para os meses supracitados. A ocorrência de chuvas acima da média climatológica nesses meses, se deve, principalmente, pela atuação da ZCIT em torno de sua posição climatológica, no final de fevereiro e início de março, além da formação de LI's, reforçando as chuvas no mesmo período.

Nos meses de abril e maio as chuvas ocorreram a baixo da faixa normal climatológica em Fortaleza, principalmente em maio, último mês da quadra chuvosa, no qual foram registrados totais pluviométricos de 102,4mm no Posto Pici e média de 124,4 mm, com um desvio negativo de -38% da média observada para o mês. Em abril o desvio médio negativo foi menor, com a média pluviométrica de 336mm, bem distribuídos ao longo do mês, com desvio de -5,1%.

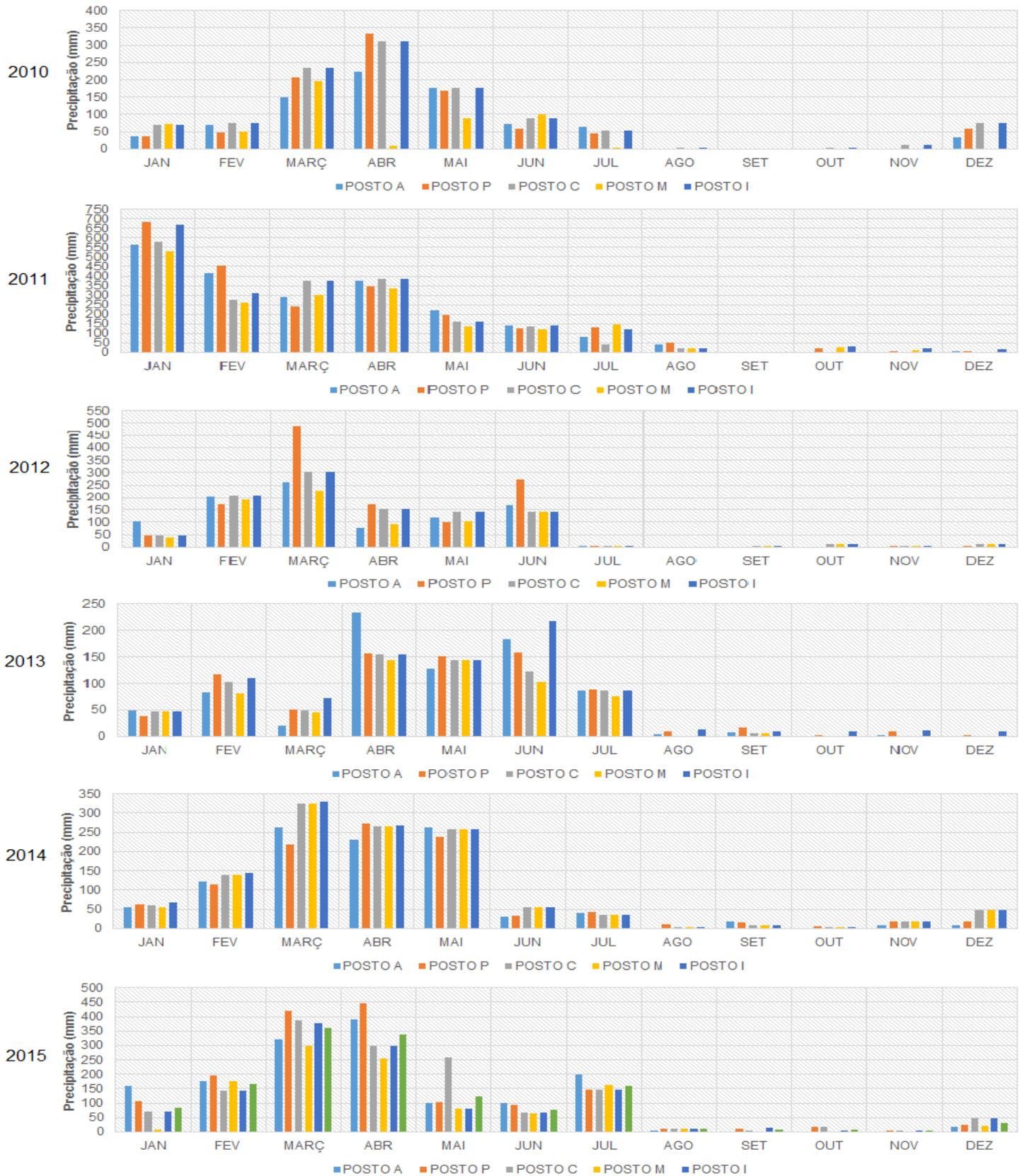
A diminuição das chuvas nos meses de abril e maio, não só na capital cearense, mas em todo o Estado, se deveu à menor atuação da ZCIT que, em abril, em decorrência dos alísios mais fracos que o normal e com atuação mais ao norte de sua posição climatológica em maio, acentuou o déficit pluviométrico ao longo dos referidos meses.

Os demais meses do ano de 2015 apresentaram chuvas a baixo da média climatológica em Fortaleza. O mês de julho apresentou o maior volume pluviométrico fora da quadra chuvosa, no qual foi registrada a média pluviométrica de 159,62 mm, com um desvio positivo, concentrada nas primeiras semanas do mês. As chuvas no mês de julho se deveram, de acordo com o CPTEC (2015), à intensificação dos ventos sobre o Atlântico Sul.

As chuvas a baixo da média nos meses subsequentes de 2015 na capital cearense, se deveram à intensificação do El Niño que, segundo o CPTEC (2015), atingiu 1.0 de magnitude, de acordo com o índice oceânico, sendo este o limiar entre as intensidades fraca e moderada, persistindo até o início de 2016.

A figura 1 a baixo demonstra os totais pluviométricos mensais computados em cada posto utilizado nos anos do período analisado, de 2010 a 2015, evidenciando a sazonalidade mensal das precipitações em Fortaleza, além da variação pluviométrica nos diferentes anos da série observada.

Figura 5 – Precipitação por posto em Fortaleza de 2010 a 2015

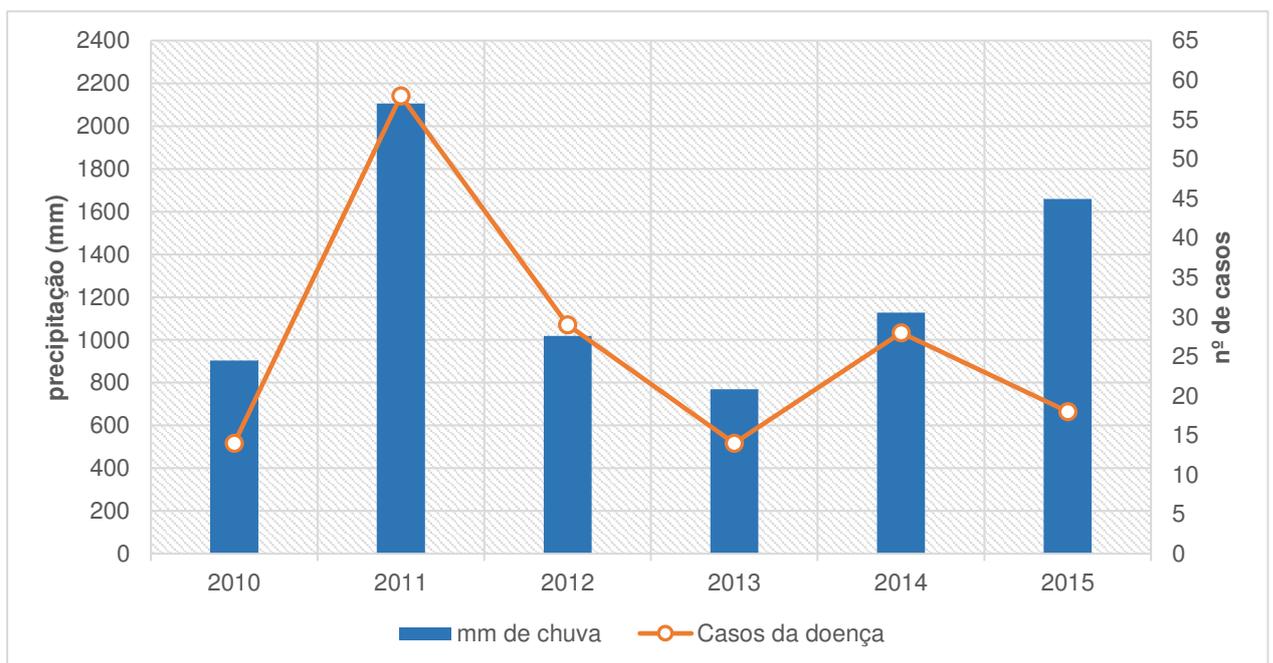


Fonte: FUNCEME, 2017.

4.3. A precipitação pluviométrica e a leptospirose em fortaleza

A partir da análise descritiva, ou seja, disposição de todos os dados em tabelas e gráficos, observou-se, relacionando o panorama anual da ocorrência de leptospirose e a pluviometria acumulada em cada ano da série analisada, a priori, correspondência entre o número total de casos e os anos com chuvas consideradas normais ou acima da média, com exceção do ano de 2015, bem como a diminuição dos casos confirmados em anos secos, como demonstra o gráfico 4 abaixo.

Gráfico 4 - Precipitação e casos de leptospirose em Fortaleza - 2010 a 2015



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica (2016); INMET (2016); FUNCEME (2016). Elaborado pela autora.

Analisando cada ano em particular, é possível observar o maior número de casos do agravo no primeiro semestre do ano, concentrados, principalmente, dentro da quadra chuvosa. Porém, cabe ressaltar as problemáticas estruturais urbanas que influenciam nessa ocorrência.

No ano de 2010, ano considerado seco, foram registrados casos da doença em todos os meses do ano, contudo, dos 14 casos registrados em Fortaleza, 3 ocorreram no mês de abril, distribuídos nos bairros Centro, Montese e Jacarecanga. Abril foi o mês mais chuvoso de 2010, com 334mm acumulados no Posto Pici, com registro pluviométrico de 63,8 mm no dia 18, sendo este o dia de maior acumulo de chuvas do mês.

Nos meses do ano de 2010 percebe-se que há uma forte ligação entre as variáveis no primeiro semestre do ano, especificamente até o mês de maio. A partir de agosto, não vemos

comportamento semelhante, visto que o aumento de uma variável não afeta o aumento da outra variável.

Ao longo de 2011, ano mais chuvoso da série, também foram registrados casos de leptospirose em todos os meses do ano. Dos 58 casos da doença 17 ocorreram no mês de maio. O ano de 2011 é o mais problemático para a visualização do relacionamento entre as variáveis. Podemos verificar que o aumento da quantidade de chuvas não influi no crescimento do número de casos da doença, e a diminuição da quantidade de chuvas não influi na diminuição dos casos da doença. A relação negativa, isto é, a diminuição da quantidade de chuvas não influi no aumento do número de casos da doença, também não ocorre.

Em 2012, ano que apresentou chuvas a baixo da média, ao longo do mês de abril foram notificados maiores números de casos no ano, com 6 casos confirmados dos 29 casos ocorridos ao longo do ano, sendo este, porém, o mês menos chuvoso do ano. O comportamento dos meses do ano de 2012 indica um aumento proporcional entre as variáveis nos três primeiros meses, enquanto nos meses posteriores não há um padrão. Desse modo, verificamos que há uma forte ligação entre as variáveis nos primeiros meses do primeiro semestre do ano, porém, a partir de abril, não foi observado um comportamento semelhante, visto que o aumento de uma variável não afeta o aumento da outra variável.

No ano de 2013, ano considerado seco na capital cearense, o maior número de casos de leptospirose ocorreu dentro da quadra chuvosa, com 8 casos entre fevereiro e maio e 5 casos confirmados no restante dos meses do ano. Os meses de fevereiro, março e maio apresentaram 2 casos cada, enquanto abril, mês mais chuvoso, apresentou 3 casos, o maior número de casos do ano.

O ano de 2013 aparenta ser o que apresenta uma melhor associação entre as variáveis, isto é, a maior quantidade de chuva leva a uma maior quantidade de casos da doença. Embora os últimos meses apresentarem um comportamento que fogem do esperado.

Ao longo do ano de 2014, ano considerado seco, o número de casos de leptospirose voltou a subir, ocorrendo na grande maioria dos meses do ano, com exceção de janeiro. Foram notificados 15 casos dentro dos 4 meses que compõem o período chuvoso e 13 nos demais meses do ano. Os meses de maior destaque no número de casos, 6 em cada, foram os meses de abril e agosto.

Observando o comportamento referente ao ano de 2014, verificamos que não há um padrão proporcional entre o índice pluviométrico e o número de casos da doença, visto que no mês de março ocorreu uma maior concentração de chuva em detrimento de uma menor

quantidade de casos, e no mês de agosto o comportamento contrário, isto é, ocorreu uma menor precipitação de chuva e um alto número de casos da doença.

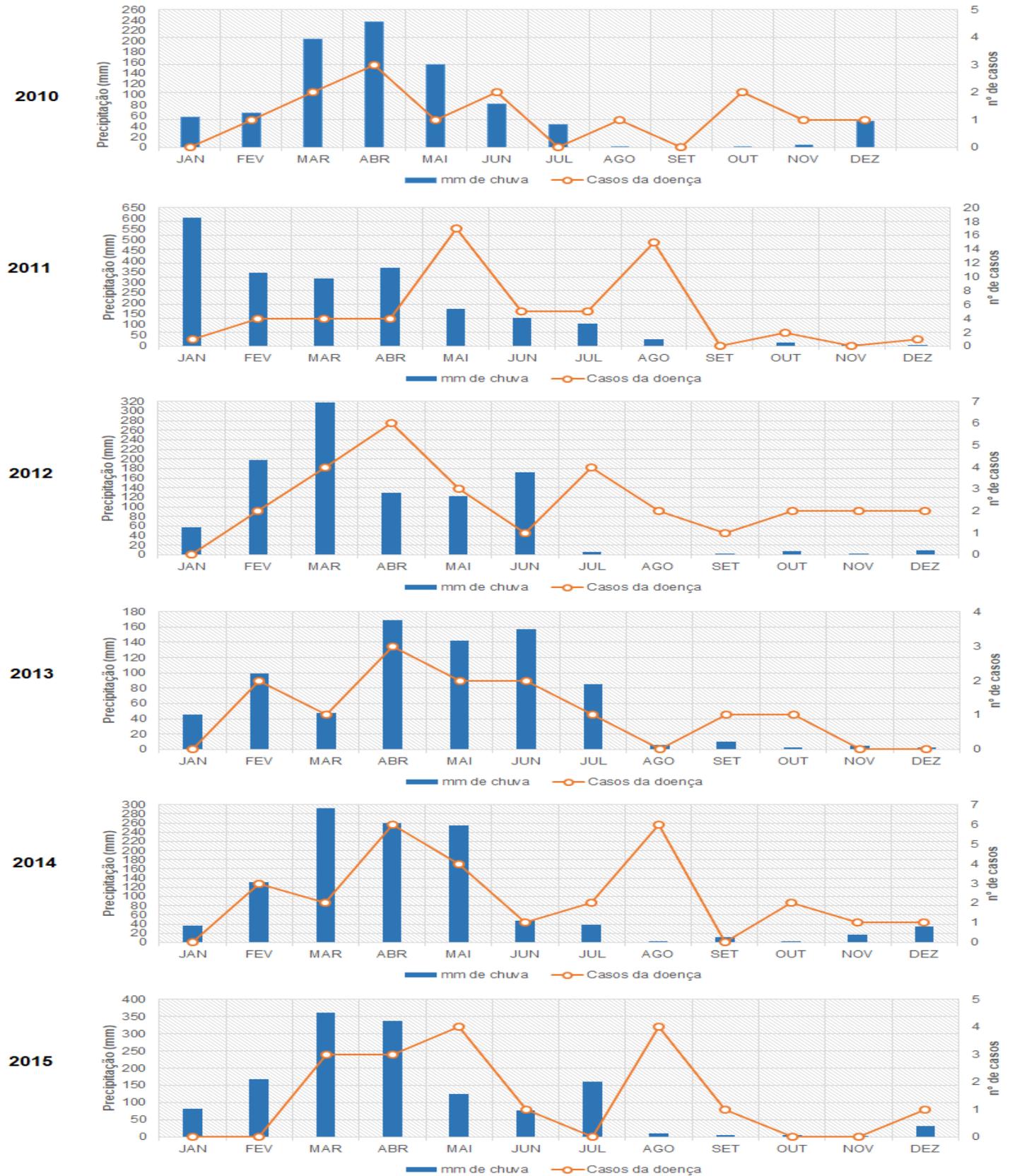
As hipóteses levantadas acerca do pico do agravo logo após o mês de realização da Copa do Mundo, levam às desapropriações de áreas ao longo das modificações estruturais urbanas realizadas para receber o megaevento, e a realocação dessa população em bairros já muito populosos, a exemplo do bairro José Walter, este apresentando o maior número de casos da doença dentre os bairros da capital em 2014. Aglomerados populacionais de baixa renda em bairros de estrutura problemática, somados às medidas profiláticas concentradas apenas nos primeiros meses do ano, podem ser fatores de desencadeamento da leptospirose fora do período chuvoso.

Em 2015, ano considerado tendente a seco, levando em consideração o acúmulo de chuvas na capital cearense, os casos de leptospirose tiveram uma queda, com 10 casos confirmados concentrados entre os meses de março e abril, e 7 casos distribuídos nos meses de junho, agosto, setembro e dezembro. Os meses de maiores registros de casos foram maio e agosto.

. Percebe-se que 2015 apresenta comportamento semelhante ao de 2014 no que diz respeito a falta de um padrão no crescimento (decréscimo) da variável pluviometria em relação ao crescimento (decréscimo) da variável casos da doença.

Apesar do pouco acúmulo pluviométrico nos meses de maio e agosto, os bairros os quais foram provenientes os casos de leptospirose notificados nesses meses, são reincidentes e apresentam problemas estruturais inerentes à época do ano, podendo ter sido agravados com as fortes chuvas em Fortaleza nos meses de março e abril.

Figura 6 – Casos de leptospirose/mm de chuva por mês de 2010 à 2015



Fonte: Célula de Vigilância Epidemiológica (2016); INMET (2016); FUNCEME (2016). Elaborado pela autora.

O estudo gráfico nos leva a acreditar que há associação entre as variáveis, no entanto o padrão de relacionamento não se repete ano a ano. Observa-se, ainda, de acordo com os dados expostos, a reincidência da leptospirose em um grande número de bairros ao longo do período analisado, como, por exemplo, Bom Jardim, Centro, Jangurussu, Granja Portugal, Itaperi, entre outros bairros periféricos e com problemas estruturais urbanos inerentes que se agravam no período chuvoso.

O mapa a seguir demonstra as problemáticas habitacionais existentes na cidade de Fortaleza, evidenciando os bairros aqui citados e a situação da ocupação do solo destes, bem como a sua associação nítida com os corpos hídricos urbanos, demonstrando os assentamentos precários em área de risco em Fortaleza (Mapa 9).

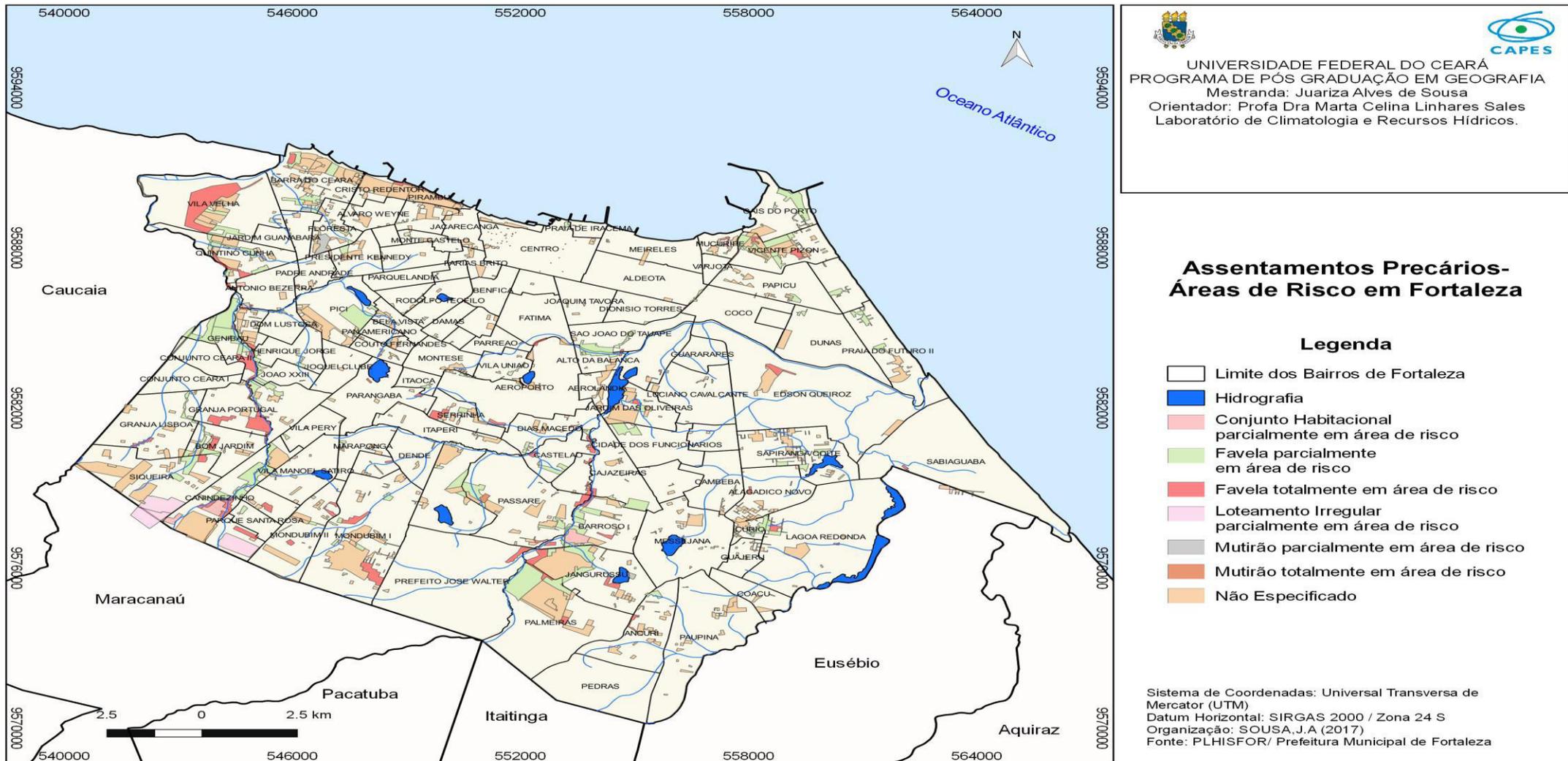
O mapa seguinte demonstra as localidades e tipos de intervenções necessárias em cada área considerada de risco na cidade, destacando, novamente, os bairros em que a ocorrência da leptospirose vão para além do período chuvoso, onde a urbanização ainda não se fez presente (mapa 10).

É possível observar o número de assentamentos precários, as áreas de risco e a necessidade de urbanização complexa principalmente nas Regionais V e III, sendo estas as regionais que apresentaram os maiores números de casos de leptospirose entre 2010 e 2015, a Regional V com 40 casos e a Regional III com 28, regionais estas compostas por bairros como Siqueira, Modubim, João XXIII, entre outros bairros em que a reincidência da doença ocorreu ao longo do período analisado, dentro e fora da quadra chuvosa.

A Regional VI, terceira em números de casos da doença entre 2010 e 2015, com 25 casos notificados no período, também demonstra expressivos bairros com problemas habitacionais, entre favelas e conjuntos habitacionais totalmente e parcialmente em áreas de risco, principalmente os bairros Jangurussu e Barroso.

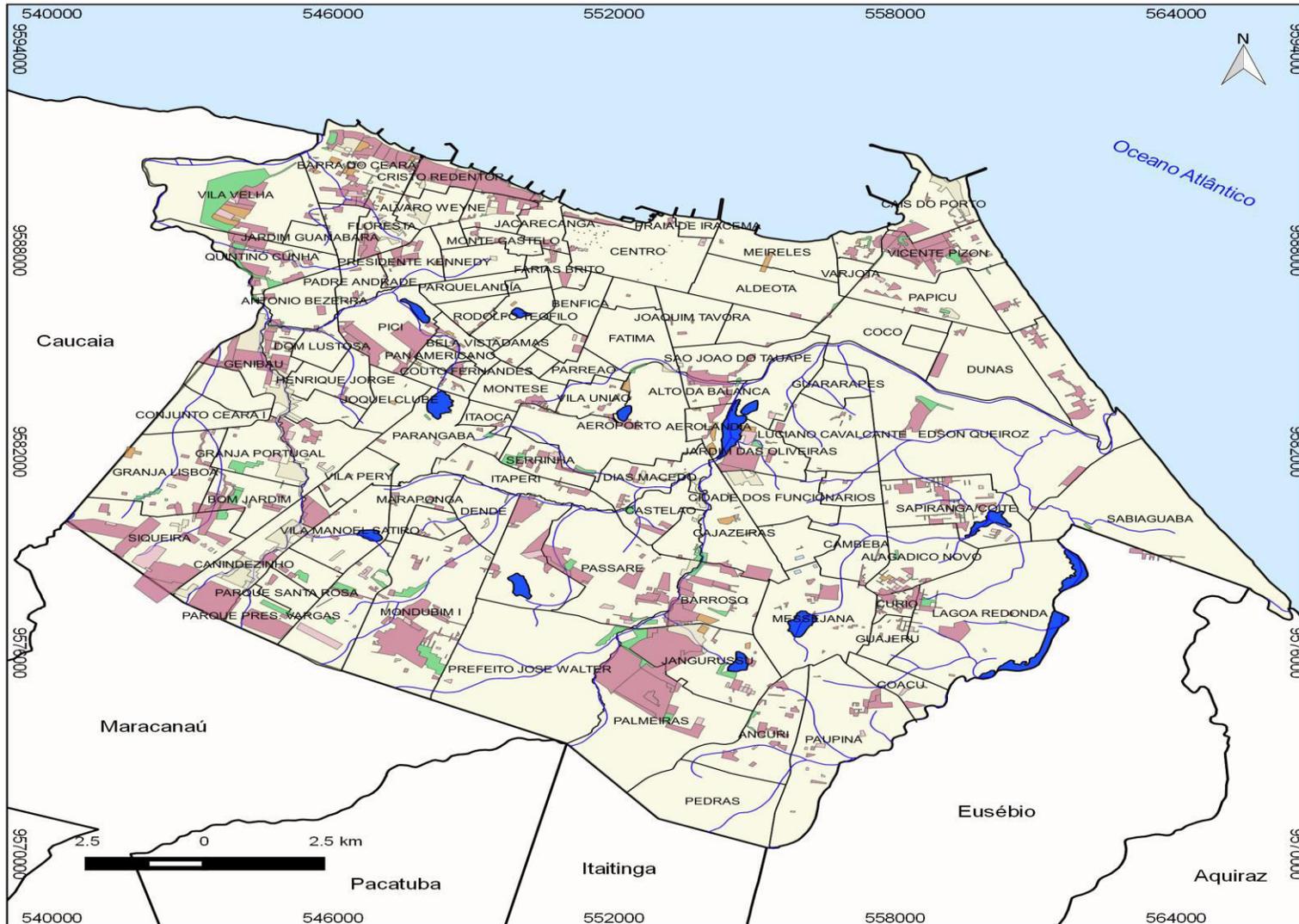
Estes mapas, com informações disponibilizadas pela PMF, expõem, ainda, as desigualdades referentes às situações de ocupação do solo urbano, os bairros em que a leptospirose não se manifestou em nenhum ano da série analisada, como Aldeota, por exemplo, possui pouco destaque em relação à assentamentos precários e áreas de risco, enquanto bairros em que a ocorrência da leptospirose foram recorrentes, como Jangurussu, Vicente Pinzon, Granja Portugal, Bom Jardim, dentre outros, os assentamentos precários se destacam e as intervenções necessárias são complexas.

Mapa 10 - Assentamentos Precários – Áreas de Risco em Fortaleza



Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2017. Organizado pela autora

Mapa 11 - Assentamentos Precários – Intervenções Necessárias






 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
 Mestranda: Juariza Alves de Sousa
 Orientador: Profa Dra Marta Celina Linhares Sales
 Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos.

**Assentamentos Precários-
Intervenção Necessária**

Legenda

-  Limite dos Bairros de Fortaleza
-  Hidrografia
-  Indefinido
-  Não Especificado
-  Reassentamento / Remanejamento
-  Regularização da Posse
-  Urbanização Complexa
-  Urbanização Simples

Sistema de Coordenadas: Universal Transversa de Mercator (UTM)
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000 / Zona 24 S
 Organização: SOUSA, J.A (2017)
 Fonte: PLHISFOR/ Prefeitura Municipal de Fortaleza

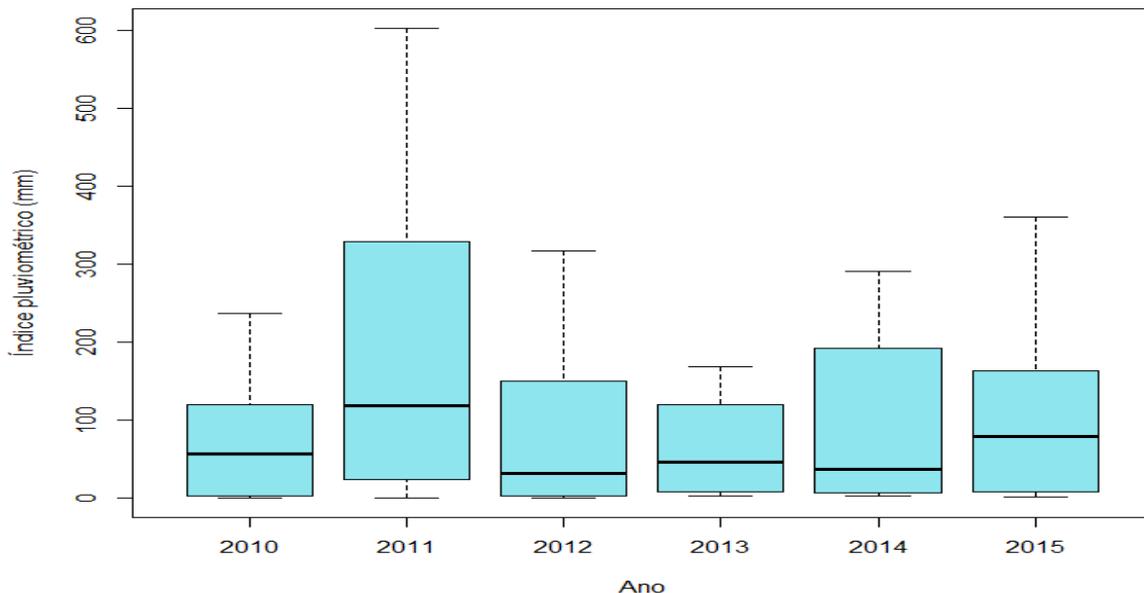
Fonte: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2017. Organizado pela autora.

Dessa forma, ressalta-se a importância da infraestrutura urbana na distribuição espacial da leptospirose em Fortaleza e a sua ocorrência, dentro ou fora do período chuvoso, principalmente em bairros periféricos e com problemas ambientais latentes que podem ser agravados ao longo da quadra chuvosa.

4.4 Correlação

Observando o estudo das duas variáveis com relação ao quantitativo por mês dos anos analisados, avaliaremos agora o estudo estatístico individual de cada variável para, então, realizar a correlação dos dados. Tal análise foi realizada com o auxílio do Box-Plot (ou caixa de bigodes), que analisa de forma gráfica o comportamento da variável, bem como sua variabilidade. Observe a seguir.

Figura 7 - Box-Plot da variável quantidade de chuvas



Elaboração: Sousa (2017).

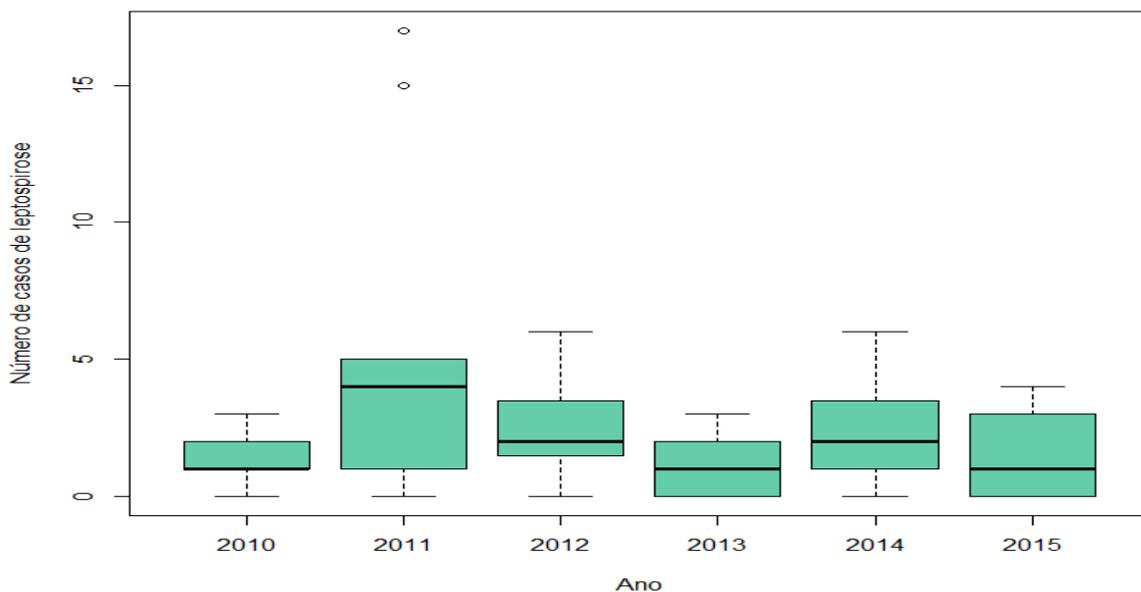
Para a variável quantidade de chuvas, podemos observar um comportamento semelhante entre os anos 2010 e 2013, onde a linha mediana apresenta similaridade, indicando a proximidade da média de chuvas, sem grandes discrepâncias entre a quantidade de chuva distribuídas nos meses desses quatro anos. Nos anos de 2012 e 2014 observa-se a linha mediana próxima ao Q3, indicando simetria negativa entre os dados, o que evidencia a distribuição irregular da chuva entre os meses desses anos.

Em 2015 a variabilidade de chuvas demonstra relativa variação em comparação com os 4 anos citados, apresentando valores pluviométricos mais elevados no decorrer do ano e, conseqüentemente, linha vertical mais alongada. Contudo, a linha mediana encontra-se no centro do retângulo, indicando simetria na distribuição dos dados.

O ano de 2011, ao contrário dos demais, apresentou maior variabilidade, ou seja, a quantidade de chuvas entre os meses desse ano apresentou-se distantes entre si, demonstrando valores elevados, representados pela linha vertical mais extensa, e linha mediana mais próxima do Q3, indicando distribuição simetricamente negativa entre os dados.

Para os casos de leptospirose também foi feito um Box-Plot gráfico representativo da ocorrência da doença por ano em Fortaleza, conforme observa-se abaixo.

Figura 8 - Box-Plot da variável quantidade de casos da doença



Elaboração: Sousa (2017).

Nos casos da doença, podemos observar claramente dois pontos que se distanciam do comportamento dos dados em 2011, demonstrando valores discrepantes, indicando que este ano apresentou meses cujos casos da doença foram absurdamente altos. Os anos de 2012 e 2014 apresentaram comportamento semelhante, principalmente no tocante aos valores mais altos e mais baixos, porém, a linha mediana de 2012 demonstra simetria negativa entre os dados, evidenciando a distribuição irregular dos casos neste ano. Em 2010, ano com menor número de casos da série, linha mediana apresentou-se sobre o Q3, indicando simetria negativa entre os dados.

Para sermos mais analíticos no estudo, precisamos não mais avaliar a quantidade dessas variáveis por ano, e sim por mês, pois dessa forma pudemos verificar, em outra visão, se realmente essas variáveis têm alguma associação, o que chamamos de correlação.

O estudo gráfico, portanto, nos leva a acreditar que há associação entre as variáveis, no entanto o padrão de relacionamento não se repete ano a ano. Podemos confirmar as interpretações gráficas calculando o Coeficiente de Correlação Linear de Pearson para cada ano. O resultado é mostrado a seguir.

Quadro 10 - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson para os anos de 2010 a 2015

Precipitação versus casos		
Ano	Nível Descritivo	Correlação
2010	0,0361	0,6076
2011	0,8395	-0,0656
2012	0,3306	0,3077
2013	0,0011	0,8705
2014	0,1648	0,4465
2015	0,3606	0,3655

Elaboração: Sousa (2017).

Os resultados apresentados no quadro 5 confirmam o que vimos nos gráficos relacionados aos anos de 2010 e 2013, ou seja, existe uma alta correlação entre a precipitação de chuvas e os casos de leptospirose. Através do nível descritivo exposto para esses anos, isto é, 0,0361 e 0,0011, considerando um nível de significância de 0,05, concluímos que essa alta correlação é realmente significativa. Enquanto nos demais anos a correlação entre as variáveis não foi significativa.

É interessante, portanto, avaliarmos se o número de casos de leptospirose do mês atual tem alguma associação com a quantidade de chuva do mês anterior. Tal situação foi realizada e o quadro a seguir mostra uma comparação entre os dados com adiantamento (casos de leptospirose em relação ao mês passado) e sem adiantamento (casos de leptospirose em relação ao mês atual).

Quadro 11 - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson para os anos de 2010 a 2015

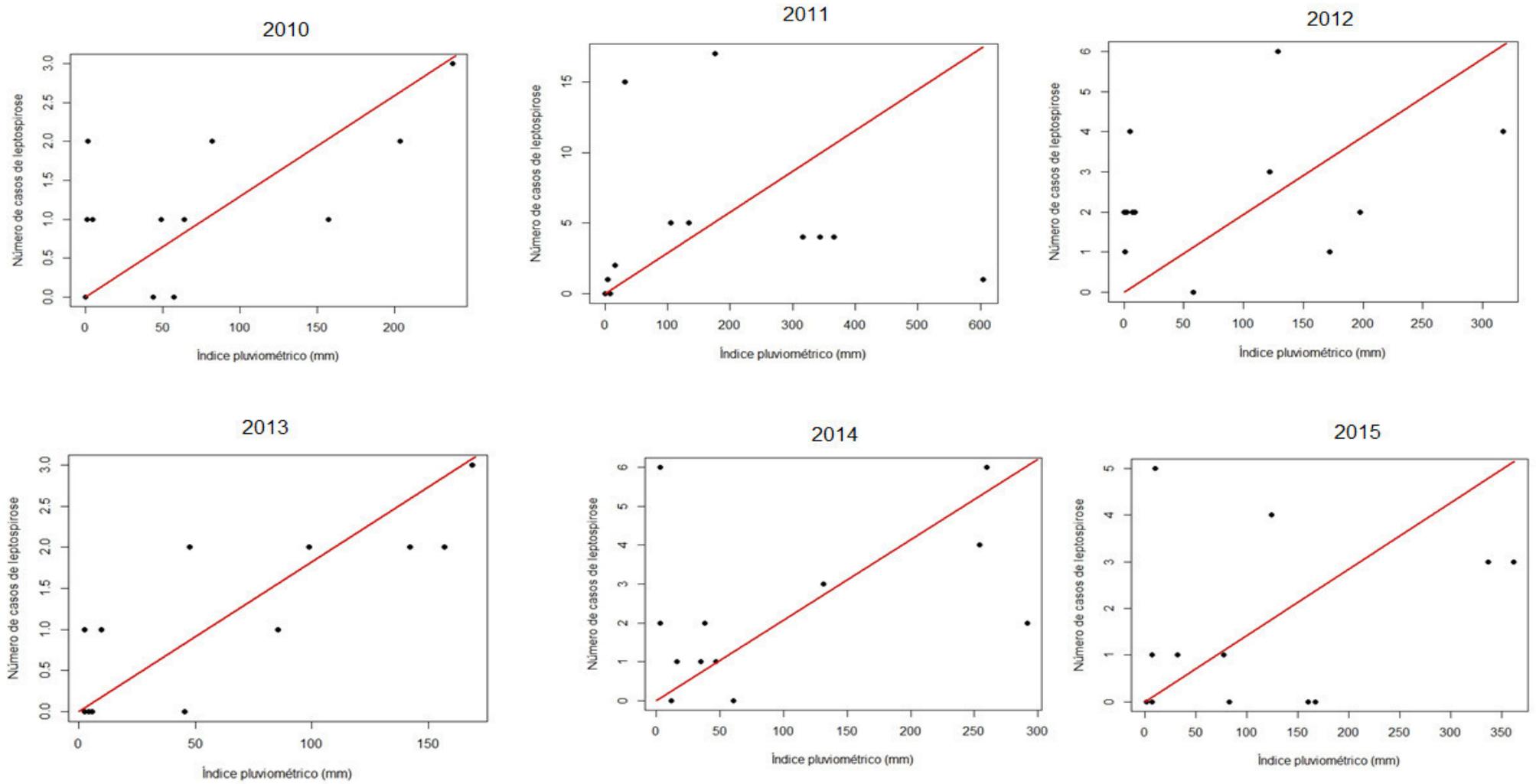
Ano	Com adiantamento		Sem Adiantamento	
	Nível de Significância	Correlação	Teste de Significância	Correlação
2010	0,2153	0,4060	0,0361	0,6076
2011	0,2622	0,3518	0,8395	-0,0656
2012	0,0003	0,8559	0,3306	0,3077
2013	0,1867	0,4091	0,0011	0,8705
2014	0,1145	0,4797	0,1648	0,4465
2015	0,0019	0,7951	0,3606	0,3655

Elaboração: Sousa (2017).

Percebe-se, com base no quadro 11, que nos dados com adiantamento, somente nos anos de 2012 e 2015 houve uma correlação alta significativa entre as variáveis. Já nos dados sem adiantamento, como mencionado anteriormente, somente nos anos de 2010 e 2013 houve uma associação significativa. Isso nos leva a concluir que existe sim uma relação entre as variáveis, porém não há um padrão. O comportamento dos dados não ocorre de forma uniforme, apesar de existir uma influência.

Concluimos que somente alguns anos apresentam alta correlação. Poderíamos, portanto, finalizar o estudo com a conclusão dita na análise descritiva. Entretanto, é importante a elaboração e aplicação, nos casos que avaliam a associação entre variáveis, de modelos de regressão, pois assim teremos um estudo mais completo com os meses de cada ano. Desse modo, apresentamos a seguir as dispersões para um dos anos citados, bem como a reta de regressão estimada.

Figura 9 - Número de casos de leptospirose *versus* índice pluviométrico com a reta de regressão de 2010 a 2015



Elaboração: Sousa (2017)

Ajustou-se, portanto, um modelo de regressão linear, para cada ano em estudo, assumindo que a variável resposta (dependente), número de casos de leptospirose, possui uma distribuição Poisson²³, cuja natureza é do tipo de contagem. Como variável explicativa (independente) considerou-se o índice pluviométrico (mm), isto é, uma variável que de alguma forma pode explicar a ocorrência da variável dependente.

O intuito de ajustar tal modelo foi verificar se existe realmente uma relação linear entre essas variáveis, ou seja, a medida que o índice pluviométrico aumenta ou diminui, a quantidade de casos de leptospirose também varia, aumentando e diminuindo, ou o contrário.

A seguir são apresentados os respectivos modelos ajustados para cada ano estudado, começando pelo modelo para o ano de 2010 e terminando com modelo para o ano de 2015, acompanhados dos respectivos p-valor calculados.

Modelo 1: Dados referentes ao mês de 2010

$$\log(Y) = -0,324 + 0,0051X \quad (p = 0,0361^*)$$

Modelo 2: Dados referentes ao mês de 2011

$$\ln(Y) = 1,644 - 0,0004X \quad (p = 0,8395)$$

Modelo 3: Dados referentes ao mês de 2012

$$\log(Y) = 0,709 + 0,0018X \quad (p = 0,3306)$$

Modelo 4: Dados referentes ao mês de 2013

$$\log(Y) = -0,765 + 0,0107X \quad (p = 0,0011^*)$$

Modelo 5: Dados referentes ao mês de 2014

$$\log(Y) = 0,497 + 0,0031X \quad (p = 0,1648)$$

Modelo 6: Dados referentes ao mês de 2015

$$\log(Y) = 0,083 + 0,0024X \quad (p = 0,3606)$$

Em todos os modelos, Y representa o número médio de casos de leptospirose e X representa o índice pluviométrico (mm) observado.

Adotando como referência o nível de significância igual a 0,05, podemos concluir que somente os modelos para os anos de 2010 e 2013 foram significativos, ou seja, o índice

²³ A distribuição Poisson tem apenas um parâmetro, λ que é interpretado como uma taxa média de ocorrência do evento, e a probabilidade de ocorrerem exatamente x eventos é dada por:

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!},$$

pluviométrico explica de forma linear positiva a ocorrência de casos de leptospirose. Dentre os modelos dos anos que não foram significativos, ou seja, a variável índice pluviométrico não está descrevendo a quantidade de casos de leptospirose, havendo a possibilidade de influência de outras variáveis necessárias para explicar os motivos de tais comportamentos.

O ano mais atípico foi o de 2011, no qual verifica-se uma inexistência de padrão. O esperado, para este ano, é que houvesse aumento da quantidade de casos de leptospirose diretamente ligado ao aumento do nível pluviométrico, entretanto, nesse ano específico, em alguns meses, o que se observou foi um comportamento inversamente proporcional: enquanto o nível pluviométrico ultrapassava 600 mm em um determinado mês, a quantidade de casos da doença registrava apenas um caso; em outro mês o índice pluviométrico estava em torno de 100 mm e a quantidade de casos igual a 17.

O que pode explicar a apresentação da correlação pouco ou não significativa, é a utilização de apenas uma variável explicativa, podendo, em estudos mais aprofundados, levar em consideração as demais variáveis na análise estatística, como a infraestrutura sanitária e a renda das populações dos bairros em que a doença é reincidente.

Em geral, o número de ocorrências da doença foi acompanhado pelo regime de chuva, indicando uma correlação positiva, na qual aponta que a medida que o nível pluviométrico aumenta também é observado uma incidência maior de casos de leptospirose. Entretanto, é fundamental enfatizar que os casos de leptospirose não estejam sendo determinados diretamente pelo índice pluviométrico, havendo correlação em alguns anos, porém, sem padrão determinado nos demais, sendo influenciado por causas externas, como problemas estruturais urbanos que independem do período chuvoso, a exemplo das deficiências nos serviços de saneamento básico, conforme descritos anteriormente.

5 CONCLUSÃO

Através das análises descritivas, observando o panorama geral dos anos analisados, foi possível observar o número significativo de casos de leptospirose no primeiro semestre do ano, concentrados, principalmente, dentro da quadra chuvosa. Porém, conforme exposto, as problemáticas estruturais urbanas influenciam diretamente na recorrência e permanência do agravo distribuído entre os diferentes bairros de Fortaleza.

O ano em que a leptospirose apresentou o maior número de casos foi o ano de 2011, seguido, respectivamente, pelos anos de 2012, 2014, 2015, 2010 e 2013. O ano de 2011 apresentou o maior total de chuvas dentre os demais anos da série, sendo a maioria dos casos do agravo notificados no primeiro semestre dos anos analisados, especificamente, entre os meses de fevereiro e junho, com notificação significativa observada, ainda, nos meses de julho e agosto, enquanto as notificações no decorrer do segundo semestre dos anos decaem exponencialmente.

O registro de casos fora da quadra chuvosa e em bairros diferentes dos notificados no primeiro semestre do ano pode ser explicado por fatores ambientais, tais como localização, situação de saneamento desses bairros, disposição de lixo, áreas de risco e deficiência na efetivação de medidas profiláticas de combate à doença.

Em relação à distribuição espacial da leptospirose em Fortaleza, foi possível constatar a irregularidade dos casos entre as regionais e bairros da cidade. Ao longo dos anos de 2010 a 2015 a Regional V, composta por bairros periféricos e com sérios problemas de infraestrutura urbana, se destacou como a regional com maior número de casos totais da doença, seguida das regionais III e VI, e com menores totais de casos as regionais II, IV e I.

A desigualdade na ocorrência da leptospirose dentro das próprias regionais é notória, a exemplo da Regional II, onde bairros como Meireles, Aldeota, Papicu e Varjota, não apresentaram registros de casos da doença, sendo a regional com o menor número de bairros a apresentar casos do agravo, em contrapartida, bairros como Vicente Pinzon, Mucuripe e São João do Tauape, periféricos aos bairros em que não houveram registros do agravo, a ocorrência do mesmo mostrou-se elevada e recorrente ao longo do período analisado.

Analisando os mapas de ocorrência da doença ao longo da série temporal estudada, é possível observar a reincidência de um número significativo de bairros, em sua maioria periféricos e incluídos nos cursos dos rios urbanos, e que apresentam problemas estruturais urbanos, o que implica na necessidade de maiores cuidados relacionados ao saneamento básico, principalmente o sistema de esgotamento sanitário, e medidas preventivas efetivas e contínuas.

Em relação às medidas profiláticas tomadas na cidade de Fortaleza, como a desratização, constatou-se que a metodologia utilizada, baseado na ocorrência da enfermidade nos anos anteriores, efetivadas apenas nos bairros em que o agravo foi registrado, não impede a ocorrência da doença em outros bairros no ano seguinte ou a reincidência da leptospirose, o que demonstra a necessidade do monitoramento e mapeamento das áreas afetadas, assim como a aplicação contínua das medidas profiláticas, com ênfase nas relacionadas à educação ambiental da população.

As diferentes análises estatísticas constataram que a existência de uma relação entre as variáveis pluviometria e casos de leptospirose, porém não havendo um padrão, demonstrando que comportamento dos dados não ocorre de forma uniforme, apesar de existir uma influência, sendo necessária a inclusão de outras variáveis, como infraestrutura urbana e dados socioeconômicos detalhados, para um maior aprofundamento da quantificação da influência das variáveis na ocorrência da doença.

Podemos verificar que a ocorrência de leptospirose na cidade de Fortaleza é contínua ao longo dos anos analisados, com variações temporais, tanto em relação aos meses de ocorrência quanto ao ano, e espaciais, sendo notório que a distribuição da doença na cidade possui suas particularidades, ocorrendo principalmente em bairros periféricos que apresentam casos com frequência entre os anos.

Conclui-se, assim, que a precipitação possui influencia na ocorrência da leptospirose na cidade de Fortaleza, contudo, a efetiva tomada de medidas públicas preventivas e o melhoramento da infraestrutura urbana, com ênfase nos bairros de maior ocorrência do agravo, contribuiriam com a redução significativa da ocorrência de leptospirose na capital cearense, sendo, hoje, um sério problema de saúde pública.

REFERÊNCIAS

- ALCOFORADO, M. J.; ANDRADE, H. Clima e Saúde na cidade: implicações para o ordenamento. *In: SANTANA, P. (Org.). A Cidade e a Saúde*. Coimbra: Edições Almedina, 2007. p.99-118.
- ALEIXO, N. C. R. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública:** doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP. Tese de Doutorado (Faculdade de Ciências e Tecnologia), Presidente Prudente, 2012.
- ALMEIDA, L. P. *et. al.* Levantamento soroepidemiológico de leptospirose em trabalhadores do serviço de saneamento ambiental em localidade urbana da Região Sul do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 28, n. 1, 1994.
- ALMEIDA, L. Q. de. Vulnerabilidade e riscos socioambientais na bacia hidrográfica do rio maranguapinho CE. *In: SILVA, J. B.; et al. (orgs.). Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Expressão Gráfica, 2006.
- ANDRADE, M. E. B. Geografia médica: origem e evolução. *In: BARATA, R. B. (Org.). Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2000. p.151-166.
- ARAGÃO, J. O. R. O impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. **Bulletin Institut Français Études Andines**, v. 27, nº 3, p. 839-844, 1998.
- ARAÚJO, R. V. **Vulnerabilidade social:** transformações no espaço urbano de Fortaleza no início do século XXI. 2015. 180 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2015.
- ARMSTRONG, R. W. Medical Geography. *In: RUFINI, J. L. (Org.). Advances in Medical Social Science*. New York: Gordon and Breach Science Publishers, n.1, 1983. p.167-183.
- ARSKY, M. L. N. S. *et. al.* Fatores ambientais e socioeconômicos relacionados à distribuição de casos de leptospirose no Estado de Pernambuco, Brasil, 2001–2009. **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 49-56, 2012.
- BAETTIG, M.; WILD, M.; IMBODEN, D. M. A climate change index: where climate change may be most prominent in the 21st century. **Geophysical Research Letters**, n. 34, 2007.
- BARBIERI, G. M. L. **Eventos de chuva extrema associados a sistemas atmosféricos de escala sinótica e escala local no estado do Ceará**. 2014. 289 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- BARCELLOS, C. *et al.* **Desenvolvimento de Indicadores para um sistema de gerenciamento de informações sobre saneamento, água e agravos à saúde relacionados**. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/outrosetudos/agua.pdf>>. Acesso: 20 dez. 2016.
- BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Revista IP – Informática Pública**, v. 4, p. 221-30, 2002.
- BARCELOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, v. 12, nº. 3, p. 389-397, jul-set 1996.

- BENTO, V. R. S. **Centro e periferia em Fortaleza sob a ótica das disparidades na infraestrutura de saneamento básico**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual do Ceará - Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2011.
- BERTALANFFY, L. von. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2ª ed. Petrópolis: Vozes, 1973. 351 p.
- BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. **Precipitação e Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.4, p. 943, 2002.
- BEZERRA, A. C. N.; NEVES, D. G.; CAVALCANTI, E. P. Perfis verticais de energia estática da atmosfera sobre o norte e nordeste do Brasil em episódios anômalos. **Revista SODEBRAS**, v.1, nº 1, 2006.
- BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- BOUSQUAT, A.; COHN, A. A dimensão espacial nos estudos sobre saúde: uma trajetória histórica. **Hist. cienc. Saúde**, v. 11, n. 3, p. 549-68, 2004.
- BRAIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância Epidemiológica**. 9ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Brasília, 2005.
- BRASIL. Organização Pan-Americana da Saúde. **Mudança Climática e Saúde: Um Perfil do Brasil**, 2009.
- BRAZ, L. M. A. **Comparação da Reação em Cadeia Polimerase com Exame Microscópico na Detecção do Trypanosoma Cruzy em Amostras Procedentes do Trato Digestório Triatoma Infestans**. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5141/.../LuciaMariaAlmeidaBraz.pdf>. Acesso em: 15 set. 2016.
- BRENNER, D. J. *et. al.* Further determinations of DNA relatedness between servers in the family leptospiraceae with a proposal for leptospira alexanderi sp nov and four new leptospira genomospecies. **Int. J. Syst. Bacteriol.**, v. 49, pt. 2, p. 839-858, 1999.
- CAIAFFA, W. T. *et. al.* Saúde urbana: a cidade é uma estranha senhora, que hoje sorri e amanhã te devora. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 6, p. 1785-1796, 2008.
- CAIRNCROSS, S.; FEACHEM, R. G. **Environmental health engineering in the tropics an introductory text**. 2 ed. Chichester/New York/Brisbane/Toronto/ Singapore: John Wiley & Sons, 1990.
- CASTRO, R. M. Inquérito sorológico sobre leptospirose realizado no Vale do Cariri, Ceará, Brasil. **Rev. Med.** São Paulo, v. 47, p. 190-192, 1863.
- CEPAL. **Panorama Social de América latina 1999-2000**. Santiago-Chile: Publicación de las Naciones Unidas, 2002.
- CERDA, L. J.; VALDIVIA, C. G. John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. **Rev Chilena Infectol.** v. 24, n. 4, p. 331-334, 2007.
- CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.) **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310.

- CONFALONIERI, U. E. C. **Mudança climática global e saúde humana no Brasil**. Parcerias Estratégicas, v.27, p.323-49, 2008.
- CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, São Paulo, v. 19-I, n. 20, p. 193-204, 2003.
- CÔRTEZ, J. A.; CALDAS, E. M. Aspectos epidemiológicos. *In*: Encontro Nacional em Leptospirose, 1., 1968, Salvador. **Anais...** Salvador, 1986. p. 49-56.
- COSTA, M. C. L. Desigualdade Socioespacial e Vulnerabilidade na Região Metropolitana de Fortaleza. *In*: PEQUENO, L. R. B (Org.). **Como anda Fortaleza**. Rio de Janeiro: Letra Capital/Observatório das Metrôpoles, p. 179, 2009.
- COSTA, Ronaldo de Jesus. **Técnica de Biologia Molecular: PCR (Reação em Cadeia da Polimerase)**. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/farmacologia/artigos/8577/tecnica-de-biologia-molecular-pcr-reacao-em-cadeia-da-polimerase>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- CLEUSIMAR, C. A. A. *et. al.* Globalização e Desigualdade Social nos Aspectos Econômicos, Políticos, Sociais e Culturais. **Revista Pesquisa & Debate**. São Paulo, v. 26, nº. 2, 2015.
- CZERESNIA, D. RIBEIRO, A. M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 595-617, jul-set, 2000.
- DAHER, E. F. *et. al.* Características clínicas e epidemiológicas da leptospirose e análise retrospectiva dos casos ocorridos no Ceará. **Rev. Bras. Med.**, São Paulo, v. 62, nº. 5, p. 210-215, 2005.
- DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. 2004. 155p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- DUTRA, A. D. **Geografia da saúde no Brasil: arcabouço teórico-epistemológicos, temáticas e desafios**. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Paraná, 2011.
- FARIA, R. M.; BORTOLOZZI, A. Espaço, território e saúde: contribuições de Milton Santos para o tema da geografia da saúde no Brasil. **Espaço Geográfico em Análise**, v. 17, p. 31-41, 2009.
- FELTCHER, R.; FLETCHER, S.; WAGNER, E. H. **Epidemiologia Clínica: elementos essenciais**. 2 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- FERREIRA, A. G; MELLO, N.G.S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n. 1, p.15-28, 2005.
- FERREIRA, F.F.; ALVES, J. M.; COSTA, A. A. Um estudo dos impactos das temperaturas da superfície do mar (TSM) em macrorregiões, pluviométricamente homogêneas, no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n. 1, p. 193-204, 2004.
- FERREIRA, M. U. Epidemiologia e Geografia: o complexo patogênico de Max. Sorre. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 301-309, 1991.
- FERREIRA, M. U. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Cad. de Saúde Pública**, v. 16, n. 3, 2000. p. 609-10.

FERREIRA, W. A.; ÁVILA, S. L. M. **Diagnóstico laboratorial das principais doenças infecciosas e auto-ímmunes**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

FIGUEIREDO, C. M. Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n. 4, p. 331-338, jul-ago, 2001.

FREIRE, J. L. M.; LIMA, J. R. A.; CAVALCANTI, E. P. Análise de Aspectos Meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em Anos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 429-444, 2011.

GARSON, G. D. **Statnotes: Topics in Multivariate Analysis**. Disponível em: <<http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>>. Acesso em: 12 out. 2016.

GENOVEZ, M. E. **Leptospirose: uma doença além da época das chuvas!** Disponível em: <www.biologico.so.gov.br/artigos_tecnicos/leptospirose.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

GÓIS, R. A. D. **A MetrÓpole e os mega-eventos. Implicações socioespaciais da copa do mundo de 2014 em Fortaleza**. 2013. 195 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, 2013.

GONÇALVES, C. W. Porto. **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

GONÇALVES, A. J. R. *et. al.* Leptospiroses: visão das formas graves. Estudo de 38 casos numa série de 124 do Hospital Estadual São Sebastião. **Arq. Bras. Med.**, v. 57, n. 5, p.213-216, 1983.

GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Rev. Saúde e Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 49-61, 1999.

HARRERA-BASTOS, E. *et. al.* First reported outbreak of classical dengue fever at 1.700 meters above sea level in Guerrero State, Mexico. **American Journal Tropical Medicine Hygiene**, v. 46, n. 6, p. 649-653, 1992.

HELLER, L. **Saneamento e saúde**. 1ª edição. Brasília: OPAS/Brasil, 1997. v. 1. 97 p.

HINO, P. **Distribuição espacial dos casos de tuberculose no município de Ribeirão Preto, nos anos de 1998 a 2002**. 2004. 156 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) Universidade de São Paulo, 2004.

HOCHMAN, B. *et. al.* Desenhos de pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, 2005.

IPCC. **Climate Change 2001: synthesis report**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 398p.

IPCC. **Mudanças Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade**. 151 p. Disponível em: <<http://www.ipcc-wg2.gov/AR5>>. Acesso em: 13 set. 2016.

JAURÉGUIBERRY, S. *et. al.* Clinical presentation of leptospirosis: a retrospective study of 34 patients admitted to a single institution in metropolitan France. **Clin. Microbil. Infect.**, v. 11, n. 5, p. 391-394, 2005.

KOURY, M. C.; SILVA, V. **Epidemiologia e Controle da Leptospirose Humana nas Regionais do município de Belo Horizonte, Minas Gerais**. Relatório do projeto desenvolvido no Centro Universitário Metodista, Belo Horizonte, 2006.

KUPEK, E.; FAVERSANI, M. C. The relationship between rainfall and human leptospirosis in Florianópolis, Brazil, 1991-1996. **Brazil J Infect Dis**, v. 4, p. 131-134, 2000.

LACAZ, C. S.; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA, W. J. **Introdução à Geografia Médica do Brasil**. São Paulo: Edgard Bücher, 1972.

LAROCQUE, R. C. *et. al.* Leptospirosis durin dengue outbreak, Bangladesh. **Emerg. Infect. Dis.**, v. 11, n. 5, p. 766-769, 2005.

LARSON, R. FARBER, B. **Estatística aplicada**. 4ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010, 638p.

LEMONS, J. C.; LIMA, S. C. **A Geografia Médica e as doenças infecto-parasitárias**. RCG, v. 3, n. 6, p. 74-86, 2002.

LEVETT, P. N. Leptospirosis. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 14, n. 1, p. 296-326, 2001.

LUZ, K. G.; SSANTOS, G. I. V.; VIEIRA, R. M. Febre pelo vírus Zika. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 785-788, out-dez 2015.

MAGALHÃES, G. B. **Clima e Saúde: Relações entre os elementos atmosféricos e a dengue na Região Metropolitana de Fortaleza**. (Dissertação de Mestrado). UFC – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2011.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2007.

MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, G. S. de. Impactos do fenômeno La Niña no Tempo e Clima do Brasil: Desenvolvimento e Intensificação do La Niña 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 1998.

MARGOTTA, R. **História ilustrada da medicina**. 1ªed. São Paulo: Manole Ltda. 1998

MAROTTO, P. C. F. *et. al.* Outcome of leptospirosis in children. **Am. J. Trop. Med. Hyg.**, v. 56, p. 307-310, 1997.

MEDRONHO, A. R. *et. al.* **Epidemiologia**. São Paulo. Atheneu, 2002.

MENDES, J. M. R.; LEWGOY, A. M. B.; SILVEIRA, E. C. Saúde e interdisciplinaridade: mundo vasto mundo. **Revista Ciência & Saúde**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 24-32, jan./jun. 2008.

MENDONÇA, Francisco. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **Revista RA'EGA**, Curitiba, n.4, p. 85-99, 2000.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MONTEIRO, C.A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1976.

MONTEIRO, J. B. **Chover, mas chover de mansinho**: desastres naturais e chuvas extremas no Estado do Ceará. Fortaleza: UECE, 2011, 198p. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

MORAES, A. C. R. **Ratzel**. São Paulo: Ática, 1990.

MORAIS, N. B. Montagem de um Sistema de Vigilância Epidemiológico para leptospirose no Estado do Ceará. *In*: Encontro Nacional em Leptospirose, 3., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro, 1993, p. 132.

MORELO, J. B. G. D. *et. al.* Urbanization and the consumption of fertile land and other ecological changes: the case of Buenos Aires. **Environment and urbanization**. v. 12, p. 119 – 31, 2000.

MOURA, B. A. G. *et. al.* Relação entre a precipitação no setor leste do Nordeste Brasileiro e a temperatura da superfície nos oceanos Atlântico (área do Dipolo) e Pacífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 247-251, 2000.

MOURA, M. de O. **Anomalias das temperaturas extremas do ar em Fortaleza**: Correlações com a morbidade hospitalar por doença cardiovascular. 2013. (Tese de Doutorado). UFC – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2013.

OLIVEIRA, D. S. C.; GUIMARÃES, M. J. B.; MEDEIROS, Z. Modelo produtivo para a leptospirose. **Rev. de Patol. Tropical**, v. 38, n. 1, p. 17-26. jan.-mar. 2009.

OLIVEIRA, G. B. de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Rev. FAE**, Curitiba, v.5, n.2, p.37-48, maio/ago.2002.

OLIVEIRA, G. S. (2001). **O El Niño e Você**: o fenômeno climático. Editora Transtec, São José dos Campos. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/saiba/Oque_el-nino.shtml>. Acesso em: ago. 2016.

PAULA, E. V. Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. **Anais...** XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005.

PAVLOVSKY, E. **Natural nidity of transmissible diseases**. Moscou, Peace Publishers. 1939.

PEQUENO, R. L. B. Estrutura intraurbana socioocupacional & condição desigual de moradia na Região Metropolitana de Fortaleza. *In*: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

PEQUENO, R. L. B. Desenvolvimento e degradação no espaço intraurbano de Fortaleza. **Anais...** X Encontro Nacional da ANPUR, 2003.

PEQUENO, Luis Renato Bezerra (org.). **Como anda Fortaleza**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009.

PEREIRA, A. Q.; NOGUEIRA, M. C. M. L. **Índice de Bem-estar Urbano da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF)**. Disponível em:

<http://www.observatoriodasmetropoles.net/download/ibeu_fortaleza.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2016.

PEREIRA, M. G. **Epidemiologia, teoria e prática**. Brasil, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2005.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area**. Colorado: State University, Boulder-Co, 1966.

Prefeitura Municipal de Fortaleza. **Plano municipal de saneamento básico de Fortaleza**, 2014.

RIBEIRO, L. C. Q.; RIBEIRO, M. G. (orgs). **IBEU: índice de bem-estar urbano**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

RIBEIRO, M. A. **Contribuição ao imunodiagnóstico da leptospirose humana**. 2003. 164 f. Tese (Doutorado em Farmácia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ROJAS, I. L. **Geografía y Salud: temas y perspectivas em América Latina**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 701-711, 1998.

ROSA, S. V; COSTA, C. L. C. Banco de dados de vulnerabilidade socioambiental da Região Metropolitana de Fortaleza Ceará. *In*: DANTAS, E. W. C; COSTA, M. C. L. (Orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e saúde**. 5. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999.

SAKATA, E. E. *et. al.* Sorovares de leptospira interrogans isolados de casos de leptospirose humana em São Paulo, Brasil. **Rev. Inst. Med. Trop.** São Paulo, v. 34, n. 3, p. 217-221, 1992.

SÁNCHEZ, R. M. *et. al.* Reactogenicity and immunogenicity of Cuban trivalent inactivated vaccine against human leptospirosis in different vaccination schedules. **Revista Cubana Medicina Tropical**, v.54, p.37-43, 2002.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 7, v. 8, p. 45-60, 2011.

SANTANA, P. **Introdução à Geografia da Saúde território, saúde e bem-estar**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.

SANTOS, G. O.; RIGOTTO, R. M. Possíveis impactos sobre o ambiente e a saúde humana decorrentes dos lixões inativos de Fortaleza (CE). **Revista Saúde e Ambiente**, n. 9. Joinville, 2008.

SANTOS, N. Infestação por roedores no ambiente urbano: o papel das deficiências ambientais na transmissão da leptospirose. **Anais...** III Congresso Latino Americano de Ecologia, São Lourenço – MG, 2009.

SCHENCKEL, M. A. **Diagnosticando a Medicina Científica e Holística: Um enfoque historiográfico político-social e humano**. Três Passos, 2013. 61p. Monografia (Licenciatura em História) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Regional do Noroeste, Três Passos.

SEHGAL, S. C. **Emergence of leptospirosis as a public health problem.** Round Table Conference Series, n. 3, 1998.

SILVA, J. B. Ceará: bases de fixação do povoamento e o crescimento das cidades. *In*: SILVA, J. B. da; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico.** – 2 ed. – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SILVA, J. B. da. Formação socioterritorial urbana. *In*: DANTAS, E. W. C. COSTA, M. C. L. SILVA, J. B. (Orgs.). **De cidade à metrópole:** (trans) formações urbanas em Fortaleza. Fortaleza: Edições UFC, 2009, p. 87-141.

SILVA, L. J. **O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas.** Cad. de Saúde Pública, v. 13, n. 4, 1997. pp. 585-93.

SILVA, M. V.; CAMARGO, E. D. Leptospirose humana. *In*: FERREIRA, A. W.; ÁVILA S. L. M. **Diagnóstico laboratorial:** avaliação de métodos de diagnóstico das principais doenças infecciosas, parasitárias e autoimunes: correlação clínico-laboratorial. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. Cap. 17, p. 195-201.

SOARES, J.L. - **Dicionário etimológico e circunstanciado de biologia,** São Paulo, Ed. Scipione, 1993

SOARES, L. P. *et al.* Identificação dos sistemas atmosféricos produtores de chuvas em Fortaleza/CE: episódios janeiro a julho de 2009. **Anais...** IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Fortaleza, 2010.

SOUZA, C. G. de. **A influência do ritmo climático na morbidade respiratória em ambientes urbanos.** Presidente Prudente, 2007. 179p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SOUZA, C. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. Geografia da saúde e climatologia médica: ensaios sobre a relação clima e vulnerabilidade. Uberlândia/MG: **Hygeia**, v. 3, n.6, p. 116-126, 2008.

SOUZA, E. B. de.; ALVES, J. M. B.; REPELLI, C, A. Um Complexo Convectivo de Mesoescala associado à precipitação intensa sobre Fortaleza-Ce. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 12, n. 2, p. 1-4, 1998.

SOUZA, E. B.; ALVES, J. M. B.; REPELLI, C. A. Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico na estação chuvosa do Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6. nº 2, p.277-283, 1998.

SOUZA, M. S. Meio ambiente urbano e saneamento básico. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 1, n. 1, 2002.

STORCK, C. H. *et. al.* Changes in epidemiology of leptospirosis in 2003-2004, a two El Nino Southern oscillation period, Guadeloupe archipelago, **French West Indies. Epidemiology and Infection**, 2008.

TALARICO, D. C. **Leptospirose e pluviosidade: uma análise de Salvador-BA.** **Anais...** Jornada de Engenharia Sanitária e Ambiental – JESAM, 05-07 de Dez, Salvador-BA, 2013.

UJVARI, S. C. **A história e suas epidemias:** a convivência do homem com os microorganismos. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Senac Rio e Editora Senac São Paulo, 2003. 328p.

VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; AGUIAR, R. Zika, dengue e chikungunya: desafios e questões. **Epidemiol. Serv. Saude**, Brasília, v. 25, nº. 2, p. 419-422, abr-jun 2016.

VANASCO, N. B. *et. al.* Descripción de uns brote de leptospirose em la ciudad de Santa Fé, Argentina, marzo-abril de 1998. **Rev. Panam. Salud Publica**, v. 7, n. 1, p. 35-40, Jan. 2000.

VEYRET, I. (Org.). **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

WHO, World Health Organization. **Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide.** Bonn, Germany Report on a WHO Working Group -13 –15 January 2003.

XAVIER, T. M. B. S. **Tempo de chuva:** estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S.; ALVES, J. M. B. **Quantis e eventos extremos:** aplicações em ciências da terra e ambientais. Fortaleza: RDS, 2007. 278 p. 144.

ZANELLA, M. E.; COSTA, M. C. L.; PANIZZA, A.; ROSA, S. V. Vulnerabilidade socioambiental de Fortaleza. *In:* DANTAS, E.W.; COSTA, MC.L.. (Org.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza.** Fortaleza: Edições UFC, 2009, v. 01, p. 191-215.