

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**

GUILHERME NUNES DO REGO E SILVA

**SURTO DE TOXOPLASMOSE: UMA ABORDAGEM EPIDEMIOLÓGICA COM
USO DE GEOTECNOLOGIAS.**

SÃO LUÍS

2017

Guilherme Nunes do Rêgo e Silva

Surto de toxoplasmose: uma abordagem epidemiológica com uso de geotecnologias.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente – Linha de pesquisa Epidemiologia clínica e promoção da saúde – da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Saúde e Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco

Co-orientador: Prof. Dr. José Aquino Júnior

São Luís – MA

2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Silva, Guilherme Nunes do Rego e.

Surto de toxoplasmose: : uma abordagem epidemiológica com uso de geotecnologias / Guilherme Nunes do Rego e Silva. - 2017.

111 p.

Coorientador(a): José Aquino Junior.

Orientador(a): Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente/ccbs, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

1. Análise espacial. 2. Sistemas de Informação Geográfica. 3. Surtos de doenças. 4. Toxoplasmose. 5. Vigilância em saúde pública. I. Aquino Junior, José. II. Branco, Maria dos Remédios Freitas Carvalho. III. Título.

GUILHERME NUNES DO RÊGO E SILVA

Surto de toxoplasmose: uma abordagem epidemiológica com uso de geotecnologias.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente – Linha de pesquisa Epidemiologia clínica e promoção da saúde – da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do título de Mestre em Saúde e Ambiente.

Aprovada em ___/___/___

Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco – Orientadora
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente
Universidade Federal do Maranhão– UFMA

Prof. Dr. José Aquino Junior – Co-orientador
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Profa. Dra. Conceição de Maria Pedrozo e Silva de Azevedo
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
1ª Examinadora

Profa. Dra. Eloísa da Graça do Rosário Gonçalves
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
2ª Examinadora

Profa. Dra. Zulimar Márta Ribeiro Rodrigues
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
3ª Examinadora

Aos meus pais, Cândida e Garibaldi:

*Já me faltaram forças para caminhar,
e vocês foram os motivos que me fizeram não desistir.*

À minha namorada, Ana Cláudia:

*O teu amor e o teu apoio foram os
combustíveis dessa minha jornada.*

Ao meu avô, Raimundo Nunes do Rêgo (in memoriam):

*Por onde quer que estejas,
tenho certeza que estás muito orgulhoso pelas minhas conquistas e vitórias.*

Saudade, muita saudade!

À minha vó, Raymunda Ignez (in memoriam):

“Oi Vó, tudo bem!?(...) Me dá água, meu filho, água! (...) Vó, vou indo, fique com Deus! (...) Deus te acompanhe, meu filho.” Foram nossas últimas palavras naquele leito de UTI, agora, aqui eternizadas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me mostrar fortes sinais de Sua presença na minha vida, iluminando meu caminho exatamente nos momentos que mais precisei decidir por onde seguir. Os últimos anos foram incríveis na minha vida, e tenho certeza que foi Ele quem me proporcionou tudo isso!

“...mas quando a tempestade demora a passar a vida até parece fora do lugar. Não perca a fé em Deus, fé em Deus que tudo irá se acertar...” (Flavinho Silva)

Aos meus pais Garibaldi e Cândida, pelo amor e incentivo e por me educarem com seriedade e respeito, dando exemplo de vida e me transformando em um ser humano digno. Amo vocês!

Aos meus irmãos Igor e Gustavo. Como é bom ter vocês em minha vida! Sei da imensa torcida pelo meu crescimento profissional e pessoal.

À minha namorada Ana Claudia que desde o início desta trajetória estive ao meu lado, me apoiou nos momentos mais difíceis e me encorajou para não desistir. Te amo!

À minha orientadora Profa. Remédios, por ter acreditado na minha capacidade de realização desta pesquisa e por ser sempre tão comprometida e disposta a ajudar! A sua sabedoria e humildade me servirão sempre como exemplo. Agradeço pela competência e respeito com que brilhantemente conduziu toda esta pesquisa, desde a minha aceitação como orientando até a concretização deste sonho. Que Deus possa te abençoar para que continue ajudando muitos outros privilegiados alunos que ainda passarão por sua vida!

Ao meu orientador Prof. Aquino, que além de não ter medido esforços para me ensinar tudo que sei atualmente sobre Geografia da Saúde, é sabedor da minha conturbada história dentro do mestrado. Obrigado por ter me permitido compartilhar essas experiências e também por ter me ajudado a decidir qual melhor caminho seguir. Tenho certeza que nossos diálogos me fizeram ter as melhores escolhas. Você foi um amigo!

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes” (Isaac Newton)

Aos meus amigos do setor de Microbiologia do HU-UFMA: Alícia, Elissandre, Ferreirinha, Jossilene, Kelly, Patrícia, Rosália e Tânia. Grato antes de tudo por me ensinarem cada dia uma coisa nova dessa área tão espetacular que é a Microbiologia Clínica. Vocês foram e sempre serão meus mestres! Muito obrigado também por terem me deixado a vontade para confeccionar a dissertação mesmo durante o trabalho!

Aos amigos do Laboratório de Análises Clínicas do HU-UFMA: Cantanhede, Edvar, Frank, Gustavo, Humberto, Joaquim e Marcelo. Parceiros, muito obrigado por me ajudarem nessa caminhada! Os momentos de descontração também foram importantes para o sucesso desse trabalho. Foi muita resenha!

Aos companheiros de plantão do Hospital São Luiz – HSLZ, Pedro e Priscila. Vocês foram importantes testemunhas da minha luta no mestrado. Obrigado por tornarem nossos plantões muito mais tranquilos e divertidos!

A todos os amigos do mestrado, por estes dois anos de maravilhoso convívio, pelo companheirismo nos momentos de estudo e de diversão. Obrigado Aliny e sua geoprópolis, Ana Tereza a nossa mãezona, Audivan o nosso líder, Eulália das melhores dicas possíveis, Gilberth e seu talento de dar aula, Jéssica e a sua tranquilidade e responsabilidade, Luiza seu sono e sua enorme inteligência, Mayana *physalis* e suas caravelas, Milena e suas intermináveis ocupações e viagens, Pedrão sua inteligência e agilidade e Victão, com toda sua sabedoria e suas brincadeiras tão divertidas.

“...tô saindo pra batalha pelo pão de cada dia, a fé que trago no peito é a minha garantia. Deus me livre das maldades e me guarde onde quer que eu vá, tô fazendo a minha parte um dia eu chego lá...” (Flavinho Silva)

*Muito obrigado a todos, vocês são parte da
minha história!*

Silva, Guilherme Nunes do Rêgo. **Surto de toxoplasmose: uma abordagem epidemiológica com uso de geotecnologias**, 2017, Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 111p.

RESUMO

Introdução: A toxoplasmose é uma antropozoonose de distribuição universal transmitida pela ingestão de cistos teciduais ou de oocistos do *Toxoplasma gondii* presentes na água, no solo ou em alimentos contaminados. Na literatura há descrição de surtos de toxoplasmose cujas investigações poderiam ter sido otimizadas com o uso de geotecnologias. Sistemas de Informação Geográfica têm sido muito utilizados para produzir mapas digitais representativos de situações de riscos e vulnerabilidades em saúde a que uma determinada população está exposta, podendo ampliar as informações necessárias para estratégias de controle de agravos, vigilância e prevenção em saúde, ou ainda em caso de surtos, gerar hipóteses em relação à provável fonte de infecção. **Objetivo:** Analisar um surto de toxoplasmose ocorrido num condomínio residencial de São Luís – MA. **Metodologia:** Trata-se de um estudo ecológico a partir de um banco de dados histórico da investigação de um surto de toxoplasmose ocorrido em 2006 em um condomínio residencial de São Luís - Maranhão. Dentre os 110 moradores, funcionários e empregadas domésticas, 90 tiveram sangue coletado para triagem sorológica pela técnica de ELISA, sendo classificados em suscetíveis ou não à infecção e determinado a taxa de ataque do surto. Utilizou-se o software STATA 10 e o teste exato de Fisher para análise estatística dos dados. Para análise geoestatística foi utilizado o estimador de Kernel e o interpolador IDW com auxílio dos softwares ArcGIS® 10.1e QGIS® 2.14. Para a análise temporal da data do início dos sintomas, o Excel® 2010. **Resultados:** Houve 33 casos de infecção aguda ou recente dentre 53 indivíduos suscetíveis, com taxa de ataque de 62,26%. As mulheres foram mais acometidas (60,61%), dentre elas uma estava grávida e 15 estavam em idade fértil, grupo que apresentou uma taxa de ataque de 65,21%. Dentre os suscetíveis, o uso de filtro de torneira foi um fator associado ao adoecimento ($p=0,049$). As análises espaciais em ambas as técnicas apresentaram padrões relativamente semelhantes de distribuição de casos, sendo que a técnica de Kernel representou melhor a realidade do surto. Os testes geoestatísticos não revelaram associação de proximidade em se tratando apenas da distância (área) com relação à fonte suspeita (caixa d'água do condomínio). **Conclusão:** O surto apresentou uma alta taxa de ataque principalmente entre as mulheres em idade fértil, grupo que merece destaque em decorrência da possibilidade de transmissão vertical. O surto foi provavelmente de veiculação hídrica, a partir da contaminação da caixa d'água do condomínio. Os mapas digitais dos casos e dos suscetíveis serviram como uma forma de representação mais didática do surto, bem como um exemplo para aplicação de técnicas geoestatísticas com intuito de complementar a análise epidemiológica em outros estudos que tratem de eventos em saúde pública.

Palavras-chave: Análise espacial. Sistemas de Informação Geográfica. Surtos de doenças. Toxoplasmose. Vigilância em saúde pública.

Silva, Guilherme Nunes do Rêgo. Outbreak of toxoplasmosis: an epidemiological approach using geotechnologies, 2017, Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 111p.

ABSTRACT

Introduction: Toxoplasmosis is a universally distributed anthroozoonosis transmitted by the ingestion of tissue cysts or *Toxoplasma gondii* oocysts present in water, soil or contaminated food. In the literature there is description of outbreaks of toxoplasmosis, whose investigations could have been optimized with the use of geotechnologies. Geographical Information Systems (GIS) have been widely used to produce representative digital maps of situations of risk and health vulnerabilities that a population is exposed, being able to expand as information to health control, surveillance and prevention, or even, in case of outbreaks, to generate hypotheses regarding the probable source of infection. **Objective:** To analyze a toxoplasmosis outbreak in a residential condominium in São Luis – MA. **Methodology:** An ecological study based on a historical database of the investigation of an outbreak of toxoplasmosis occurred in 2006 in a residential condominium of São Luís - Maranhão. There were 110 people among residents, employees and domestic workers, 90 had their blood collected for serological analysis by ELISA (researcher technique), being classified as susceptible or not to infection and determined the attack rate of the outbreak. The software *STATA 10* and Fisher's exact test were used for statistical analysis of the data. For geostatistical analysis, the Kernel estimator and the IDW interpolator with the help of *ArcGIS® 10.1* e *QGIS® 2.14* software were used. For a time analysis of the date of onset of symptoms, *Excel® 2010*. **Results:** There were 33 cases of acute or recent infection among 53 susceptible individuals, with attack rate of 62.26%. Women were more affected (60.61%). Among them one was pregnant and 15 patients of fertile age, a group that presented an attack rate of 65.21%. Among those susceptible, the use of the filter at the faucet was a factor associated with illness ($p = 0.049$). Spatial analyzes in both techniques showed relatively similar patterns of case distribution, with the Kernel technique better representing the reality of the outbreak. The geostatistical tests did not reveal a proximity association in relation to only the distance (area) from the suspected source (condominium water box). **Conclusion:** The outbreak presented a high attack rate mainly among women of childbearing age, a group that deserves attention in the evaluation of the possibility of vertical transmission. The outbreak was likely caused by water transmission, from the contamination of the water box of the condominium. Digital maps of the cases and the susceptible ones served as a more didactic form of representation of the outbreak, as well as an example for the application of geostatistical techniques in order to complement an epidemiological analysis in other studies dealing with events in public health.

Keywords: Spatial analysis. Geographic Information Systems. Outbreaks of diseases. Toxoplasmosis. Surveillance in public health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo biológico do <i>Toxoplasma gondii</i> e as principais formas de transmissão nos hospedeiros intermediários e definitivo.	25
Figura 2	Mapa de John Snow em investigação de surto de cólera em Londres, 1854.	34
Figura 3	Conjunto de ferramentas do geoprocessamento.	38
Figura 4	(A) Imagem CBERS com baixa resolução (20 metros) e (B) Imagem IKONOS com alta resolução (4 metros).	45
Figura 5	Recorte espaço-temporal do espaço urbano de São Luís (MA) com valores de temperatura de superfície (°C) para os anos de 1992 (a) e 2010 (b).	45
Figura 6	Condomínio residencial, local do surto de toxoplasmose, São Luís/MA – 2006.	47
Figura 7	Padrões de distribuição por pontos.	52
Figura 8	Distribuição dos casos de hepatite A no município de Macapá, de 1999 a 2003.	52
Figura 9	Estimador de Kernel para um padrão de pontos.	53
Figura 10	Superfícies interpoladas por Kernel. À esquerda, raio de busca de 500m; à direita, raio de busca de 1500m.	54
Figura 11	Mapa da distribuição dos casos de toxoplasmose em uma região da cidade de Santa Isabel do Ivaí – PR.	55
Figura 12	Mapa por quadras em pesquisa realizada em duas regiões de Jaboticabal, SP, 2011- 2012, indicando a distribuição quanto ao número de casos de dengue.	57
Figura 13	Croqui da planta do condomínio onde aconteceu o surto de toxoplasmose, São Luís/MA – 2006.	58
Figura 14	Taxa de ataque e número de casos por casa/portaria. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	68
Figura 15	Mapa da distribuição dos casos. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	70
Figura 16	Mapa da distribuição dos suscetíveis. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	71
Figura 17	Mapa da distribuição dos casos pela técnica de Kernel. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	72
Figura 18	Mapa da distribuição dos não suscetíveis pela técnica de Kernel. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	72
Figura 19	Mapa da distribuição dos casos pela técnica IDW. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	73
Figura 20	Mapa da distribuição dos não suscetíveis pela técnica de IDW. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição dos indivíduos quanto à condição clínica e aspectos sócio-demográficos. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	64
Tabela 2	Resultados da sorologia e susceptibilidade à doença. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	65
Tabela 3	Comparação dos casos com os não casos, segundo características demográficas. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	65
Tabela 4	Comparação dos casos com os não casos, segundo características demográficas e resultados da sorologia. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	66
Tabela 5	Comparação dos suscetíveis com os não suscetíveis, segundo características demográficas. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	67
Tabela 6	Comparação dos suscetíveis com os não suscetíveis, segundo características demográficas e resultados da sorologia. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	67
Tabela 7	Média e desvio padrão da quantidade de pessoas por casa/portaria e taxas de ataque por quantidade de casas/portaria (n=35). Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	68
Tabela 8	Comparação dos casos com os não casos dentre os suscetíveis, segundo consumo de água mineral ou filtrada. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	69
Tabela 9	Sinais e sintomas de casos de toxoplasmose aguda: surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006)	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Principais bases de dados dos sistemas nacionais de informação de interesse da saúde e suas respectivas características.	42
Quadro 2	Valores de referência para diagnóstico de toxoplasmose pelo método de ELISA.	60
Quadro 3	Susceptibilidade e tipo de infecção apresentada pelos pacientes investigados durante o surto de toxoplasmose, São Luís/MA – 2006.	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Número de casos por casa/portaria. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	66
Gráfico 2	Número de casos por data do início dos sintomas. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
CAEMA	Companhia de Água e Esgotos do Maranhão
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CENEPI	Centro Nacional de Epidemiologia
CNS	Conselho Nacional de Saúde
ELISA	Ensaio Imunoenzimático
FNS	Fundação Nacional de Saúde
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HAI	Hemaglutinação Indireta
HIV	Vírus da Imunodeficiência Adquirida
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDW	Ponderação do Inverso das Distâncias
IgG	Imunoglobulina do tipo G
IgM	Imunoglobulina do tipo M
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LAT	Teste de Aglutinação em Látex
MAT	Teste de Aglutinação Modificado
OMS	Organização Mundial da Saúde
RIFI	Reação de Imunofluorescência Indireta
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SINAN	Sistema Nacional de Agravos de Notificação
SR	Sensoriamento Remoto
SUS	Sistema Único de Saúde
SVES/SEMUS/SL	Superintendência de Vigilância Epidemiológica e Sanitária da Secretaria Municipal de Saúde de São Luís

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	HIPÓTESE	20
3	OBJETIVOS	21
3.1	Geral	21
3.2	Específicos	21
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
4.1	Toxoplasmose: aspectos gerais	22
4.2	Geotecnologias e saúde: breve evolução histórica	31
4.3	Análise espacial em saúde: SIG e sensoriamento remoto	38
4.4	Estudos de casos que utilizaram geotecnologias em saúde	47
4.5	Principais métodos geoestatísticos aplicados à saúde	50
5	METODOLOGIA	58
5.1	Tipo de estudo	58
5.2	Cenário do estudo	58
5.3	Etapas da pesquisa	59
5.3.1	Investigação do surto.....	59
5.3.2	Análise estatística.....	61
5.3.3	Análise espaço-temporal: geoprocessamento de dados.....	61
5.3.4	Pesquisa exploratória.....	63
5.4	Aspectos éticos	63
6	RESULTADOS	64
6.1	Análise epidemiológica	64
6.1.1	Características gerais da população do estudo.....	64
6.1.2	Características dos casos de toxoplasmose aguda.....	65
6.1.3	Características dos suscetíveis à toxoplasmose.....	66
6.1.4	Número de pessoas e taxa de ataque por casa/portaria.....	68
6.1.5	Consumo de água mineral ou filtrada.....	69
6.1.6	Sintomas dos casos de toxoplasmose.....	69
6.2	Análise espacial e temporal	70
6.2.1	Representação temporal e espacial do surto.....	70
6.2.2	Geoestatística.....	72
7	DISCUSSÃO	74
8	CONCLUSÃO	82
	REFERÊNCIAS.....	83
	APÊNDICE A - Principais surtos de toxoplasmose no Brasil, 1965 – 2009	94
	ANEXO A - Ficha protocolo utilizada na investigação do surto.....	96
	ANEXO B - Parecer do comitê de ética em pesquisa.....	107

1. INTRODUÇÃO

A toxoplasmose é uma doença adquirida pelo homem principalmente pela ingestão de cistos teciduais do *Toxoplasma gondii* presentes em carne crua ou mal cozida de animais infectados, pela ingestão de oocistos esporulados presentes no ambiente (água, solo, alimentos) ou de forma congênita pela via transplacentária (FRENKEL, 1990). É uma doença endêmica em várias regiões do mundo, sendo estimado em 2005 que existiam mais de dois bilhões de pessoas infectadas cronicamente pelo parasita até aquele momento (SILVEIRA, 2002 apud DIAS & FREIRE, 2005).

A doença pode assumir uma considerável gravidade, nos casos, por exemplo, dos indivíduos que apresentam algum comprometimento do sistema imunológico (imunossupressão), ocasião em que as manifestações podem atingir o sistema nervoso central e até mesmo evoluir para óbito (REMYINGTON et al., 1997; BHOPALE, 2003).

As formas congênita (transmissão vertical) e gestacional da toxoplasmose também merecem muita atenção, tanto que foram recentemente inseridas no rol de doenças de notificação compulsória (BRASIL, 2016). Da mesma forma, a notificação de surtos também é obrigatória, ratificando a importância da toxoplasmose no âmbito da saúde pública (LOPES & BERTO, 2012).

Vários surtos¹ de toxoplasmose em animais e humanos têm ocorrido em diversas partes do Brasil e do mundo, sendo associados, geralmente, à cultura e hábitos alimentares de cada localidade (TENTER et al., 2001). Por outro lado, pode-se sugerir que a quantidade de surtos documentados deveria ser maior, pois Almeida et al. (2011) afirmam que a descrição desses surtos não é tão frequente pelo fato da toxoplasmose ser uma doença relacionada a pequenos grupos ou ainda pela baixa patogenicidade da cepa ou da dose infectante e da própria resposta imunológica do hospedeiro, situações que dificultam o registro dos casos.

¹ Em geral, define-se surto como um incidente no qual duas ou mais pessoas apresentam uma determinada doença causada por uma fonte comum (SÃO PAULO, 2008).

Tenter e colaboradores (2001) apontam que a ingestão de cistos teciduais presentes em produtos cárneos oriundos principalmente das espécies suína, ovina e caprina, tem sido destacada em diversos surtos como uma importante via de transmissão da toxoplasmose. Apesar disso, a prevalência da infecção pelo *Toxoplasma gondii* em animais produtores de carne diminuiu consideravelmente de 1980 a 2000 em fazendas de países da União Européia que possuíam controle da criação animal.

Pesquisadores deram maior destaque aos surtos de toxoplasmose aguda em humanos que foram associados com a contaminação ambiental por oocistos do parasita, orientando para que os futuros estudos epidemiológicos abordem a sua importância como potencial fonte de infecção para os seres humanos e que sejam desenvolvidos métodos para monitorar e prevenir outros surtos (TENTER et al., 2001).

Nesse contexto, observa-se o crescente número de estudos que analisam a distribuição espacial da incidência de eventos em saúde com intuito de investigar e sugerir hipóteses de causalidade. Os estudos de agravos em saúde, por exemplo, se enriquecem com esse tipo de abordagem, fornecendo informações fundamentais para a compreensão, previsão, busca etiológica, prevenção e monitoramento de doenças e avaliação do impacto de intervenções em saúde de uma população (OPAS, 2004).

De acordo com Souza et al. (2005), é de suma importância a produção de mapas que permitam visualizar a distribuição dessas doenças e de situações de riscos à saúde de modo geral, garantindo uma maior eficiência na vigilância em saúde de base territorial.

Nesse sentido, o geoprocessamento vem progressivamente ganhando destaque em estudos na área de saúde, e é entendido como um conjunto de técnicas computacionais necessárias para analisar informações espacialmente referenciadas, englobando técnicas de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de dados. Pode-se considerar que é uma área interdisciplinar do conhecimento por envolver diversas disciplinas, como a Cartografia, Computação, Geografia e Estatística (BRASIL, 2006).

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas computacionais (geotecnologias) utilizadas no geoprocessamento, pois permitem

realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar banco de dados georreferenciados, ou ainda pela possibilidade de automatizar a confecção de documentos cartográficos digitais (CÂMARA et al., 2001).

Segundo Skaba (2009), os SIG são ferramentas utilizadas para captura e organização de dados para tornar possível a compreensão dos fenômenos através de uma análise espacial, ou ainda:

“Conjunto de ferramentas utilizadas para a manipulação de informações espacialmente apresentadas, com capacidade de atualização, divulgação, armazenamento e gerenciamento de dados geográficos e tabulares.” (ARONOFF, 1990 apud SKABA, 2009).

O uso das geotecnologias aplicado às questões de saúde pública tem ganhado destaque uma vez que essas ferramentas permitem o mapeamento de doenças e de indicadores básicos de saúde, a avaliação de riscos para mortalidade ou incidência de eventos mórbidos, o planejamento de ações de saúde e a avaliação de redes de atenção, além da vigilância e controle de doenças, servindo como ferramentas de grande utilidade no processo de gestão (BARCELLOS, 2003; SILVA, 2006).

Pina & Santos (2000) afirmam ainda que através da análise da difusão geográfica e exposição a agentes específicos pode-se também gerar e analisar hipóteses de investigação. Segundo Bitencourt (2003), é importante conhecer a relação das doenças com o espaço no qual ela ocorre, pois ajuda a identificar padrões epidemiológicos que auxiliam no controle e predição de diversas enfermidades.

Com o suporte das geotecnologias, é possível também observar a distribuição espacial de situações de risco e de problemas de saúde, a partir da associação de informações gráficas (mapas) com a base de dados a ser avaliada, a fim de gerar um mapeamento das doenças e contribuir para a estruturação e análise de riscos socioambientais (INAGAKI et al., 2014).

Para a utilização dos programas computacionais e execução das técnicas de geoprocessamento, a *expertise* do operador assume grande relevância no ato da escolha das metodologias que os *software* fornecem, haja vista que o desconhecimento ou utilização inadequada de técnicas de representação cartográfica podem incorporar novas deficiências à problemática que está sendo estudada. Além disso, uma deficiência na qualidade das informações dos bancos de

dados a serem avaliados tende a reduzir preocupações em relação aos problemas de saúde em questão (ROJAS,1998).

Nos últimos anos houve um aumento no número de estudos que investigaram problemas de saúde utilizando análises espaciais com auxílio de SIG (CURY et al., 2012). Isto decorre principalmente do avanço tecnológico que tem causado grande influência na pesquisa geográfica e médica, sobretudo por meio das ferramentas geotecnológicas e das inovações e facilidades de acesso proporcionadas pelos aplicativos intuitivos de mapeamento, como por exemplo, o *Google Maps* e *Google Earth*. Cada vez mais a potencialidade dessas ferramentas é vista como poderoso apoio à tomada de decisão (FITZ, 2008).

É, portanto, nesse sentido que Skaba (2009) afirma que esses recentes avanços abriram novas possibilidades de entendimento do processo saúde-doença na população. Corroborando com este autor, diversas pesquisas têm demonstrado a utilidade das geotecnologias como instrumentos para identificação e monitoramento das variáveis socioambientais e suas conseqüentes implicações quanto ao surgimento de doenças infecciosas em algumas regiões e cidades brasileiras (BARCELLOS & BASTOS, 1996; NARDI et al., 2013)

A cidade de São Luís - MA, por exemplo, assim como outras capitais do país, possui problemas urbanos e em saúde de ordem complexa e de origem multicausal que poderiam ser melhores investigadas com o uso dessas geotecnologias, as quais além das vantagens e peculiaridades já citadas, ainda são apontadas em diversos estudos (CORDOVEZ, 2002; DRUCK et al., 2004; ALVES, 2006; SCHUCH, 2006) como técnicas que possibilitariam a integração e manipulação dos dados sem precisar de custos ou investimentos tão elevados.

Entretanto, o uso dessas ferramentas no que se refere principalmente à área da gestão pública em saúde na cidade de São Luís ainda é incipiente, sendo que o controle das doenças e sua espacialização poderiam ser mais eficientes e dinâmicos com a utilização do geoprocessamento. Segundo Bonilla (2007) este fato ocorre por que na maioria das cidades brasileiras as prioridades de gestão ainda estão voltadas a outros aspectos da administração pública.

Levando em consideração a importância da epidemiologia da toxoplasmose e das atividades de geoprocessamento aplicados a problemas de saúde pública, acredita-se que se fossem utilizadas geotecnologias na investigação de surtos, estes

poderiam ser melhor analisados, especialmente em relação à provável fonte de infecção. É o caso, por exemplo, do ocorrido em 2006 em um condomínio residencial da cidade de São Luís – Maranhão, em que não foram usadas ferramentas de geotecnologias (BRANCO et al., 2007). Desta forma, partiu-se do banco de dados histórico da investigação desse surto com o intuito de analisar a distribuição espacial e temporal e assim comprovar as vantagens do uso dessas ferramentas nesse evento de saúde.

2. HIPÓTESE

A aplicação de geotecnologias otimiza e amplia as informações de saúde necessárias para estratégias de controle de agravos, vigilância e prevenção em saúde.

Desta forma, partindo desta hipótese esta pesquisa se propõe a responder:

- É possível que diferentes métodos geoestatísticos quando aplicados ao banco de dados desse surto gerem diferentes resultados quanto ao mapeamento/representação do problema em questão?

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Analisar o banco de dados de um surto de toxoplasmose ocorrido num condomínio residencial de São Luís – MA.

3.2 Específicos

- Comparar casos com não casos e suscetíveis com não suscetíveis em relação às características demográficas e ao consumo de água mineral ou filtrada;
- Descrever a taxa de ataque dentre os suscetíveis;
- Relatar os sinais e sintomas dos casos de toxoplasmose
- Realizar espacializações dos casos de toxoplasmose e analisar a sua dinâmica espaço-temporal.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Toxoplasmose: aspectos gerais

A toxoplasmose é uma antropozoonose de distribuição universal causada por um parasita intracelular chamado *Toxoplasma gondii* que infecta a maioria dos animais homeotérmicos, entre eles as aves, os animais domésticos e silvestres e o próprio homem (DUBEY & BEATTIE, 1988 apud GODOI et al., 2010). Em 2003, foi considerada a infecção mais difundida do mundo (NEVES, 2003)

- **Aspectos evolutivos e epidemiologia**

No início do século XX, Nicolle e Manceaux (1909) foram os primeiros pesquisadores a isolarem o parasita a partir de experimentos com um roedor. A priori, pensavam se tratar de mais uma forma do gênero *Leishmania*, chegando a denominá-lo de *Leishmania gondii* (apud GODOI, 2009).

No Brasil, Splendore descreveu a doença em animais pela primeira vez também em 1908 após isolamento do micro-organismo em coelhos. No ano seguinte os primeiros autores perceberam que se tratava de um novo protozoário e o renomearam como *Toxoplasma gondii*. A partir daí as pesquisas avançaram e foram descritos os primeiros casos da doença em humanos em 1923 na Rússia por Janku e em 1927 por Margarinos Torres no Brasil.

Segundo Souza & Belfort-Junior (2014), a toxoplasmose é uma infecção muito disseminada no mundo, mas que varia em diferentes regiões de um país, atribuindo-se às condições ambientais o grau de disseminação do protozoário, podendo ser mais prevalente em climas quentes e em áreas de baixa altitude do que em climas frios e altas altitudes, evento esse que os autores apontam estar provavelmente relacionado à esporulação e à sobrevivência de oocistos no ambiente.

Em diversos países foram descritas soroprevalências que, de acordo com Souza & Belfort-Junior (2014), variaram de um mínimo de 4% na Coreia para um máximo de 92% no Brasil, provavelmente por questões de hábitos culturais e de

higiene, fatores que podem exercer um papel importante na transmissão do protozoário.

- **Morfologia**

Morfologicamente, o *Toxoplasma gondii* apresenta-se na natureza sob três formas evolutivas responsáveis pela infecção dos hospedeiros intermediários e definitivos: os cistos teciduais que contém no seu interior os bradizoítos, geralmente presentes em carnes e vísceras de organismos infectados; os taquizoítos, encontrados em diversos tecidos e fluidos corporais que são formas de rápida multiplicação e que caracteriza a fase aguda da doença e os esporozoítos, que são as formas encontradas no interior dos oocistos eliminados pelas fezes dos hospedeiros definitivos (DUBEY et al., 1998; DUBEY,2008).

- **Transmissão**

O único hospedeiro definitivo da toxoplasmose é da Família *Felidae*, sendo o gato doméstico considerado um representante cosmopolita de extrema importância na transmissão do *Toxoplasma gondii* para os hospedeiros intermediários, que são o homem e todos os outros vertebrados homeotérmicos. É importante destacar que a extensão da infecção por *Toxoplasma gondii* em gatos depende da disponibilidade de aves e pequenos animais infectados, que por sua vez, se infectam por meio da ingestão de oocistos presentes no meio (DUBEY et al., 1995; DUBEY, 2004).

Segundo Webster (2001), os gatos são animais domésticos que auxiliam no combate a roedores, os quais uma vez infectados pelo *Toxoplasma gondii* podem se tornar menos neofóbicos, levando a uma menor aversão a odor de gatos, sugerindo que o parasita é capaz de manipular o comportamento de seu hospedeiro para sua própria vantagem, garantindo que os roedores infectados sejam comidos pelos gatos e, conseqüentemente, seu ciclo de vida mantenha-se preservado.

A transmissão da toxoplasmose ocorre basicamente por duas rotas principais: horizontal, pela ingestão oral de oocistos liberados no ambiente junto com as fezes de gatos ou através da água ou alimentos contaminados, ou de cistos teciduais

encontrados em carne e vísceras cruas ou mal cozidas dos hospedeiros intermediários; e pela via vertical ou congênita, por transmissão transplacentária dos taquizoítos da mãe para o feto (HILL & DUBEY, 2002).

A água também pode ser considerada um importante veículo de transmissão da toxoplasmose, atuando como um disseminador de oocistos para a população que venha a utilizá-la. A contaminação de reservatórios municipais de água, por fezes de felídeos infectados, pode levar a surtos ou epidemias, envolvendo uma cidade ou mesmo uma região (BRITISH COLUMBIA CENTRE FOR DISEASE CONTROL, 1995; BRASIL, 2002; DIAS & FREIRE, 2005).

- **Ciclo biológico**

Hill & Dubey (2002) relatam que o ciclo biológico do *Toxoplasma gondii* ocorre em duas fases distintas. A fase assexuada do protozoário que ocorre nos linfonodos e tecidos (extra-intestinal) dos hospedeiros intermediários e definitivos, e a fase sexuada que ocorre no epitélio intestinal dos hospedeiros definitivos (enteroepitelial). Por este fato o *Toxoplasma gondii* é considerado um parasito com ciclo heteróxico, no qual os felídeos são considerados os hospedeiros definitivos ou completos e o homem e outros vertebrados homeotérmicos, os hospedeiros intermediários ou incompletos.

O ciclo biológico (Figura 1) no hospedeiro definitivo começa quando da ingestão de cistos e oocistos, os quais terão suas paredes externas rompidas durante o processo digestivo do animal (degradação por enzimas proteolíticas), liberando suas respectivas formas infectantes (bradizoítos e esporozoítos) no lume intestinal do felídeo. Tais formas invadem rapidamente as células intestinais e se diferenciam em taquizoítos que rapidamente se dividem assexuadamente por endodiogenia (SPEER; DUBEY, 2005; FERGUSON, 2009).

Os taquizoítos podem invadir novas células ou sofrerem influência do sistema imunológico do hospedeiro, diminuindo o ritmo de multiplicação, sendo formado, portanto, os cistos teciduais que se caracterizam como uma forma de proteção do *Toxoplasma gondii* (TENTER et al., 2001).

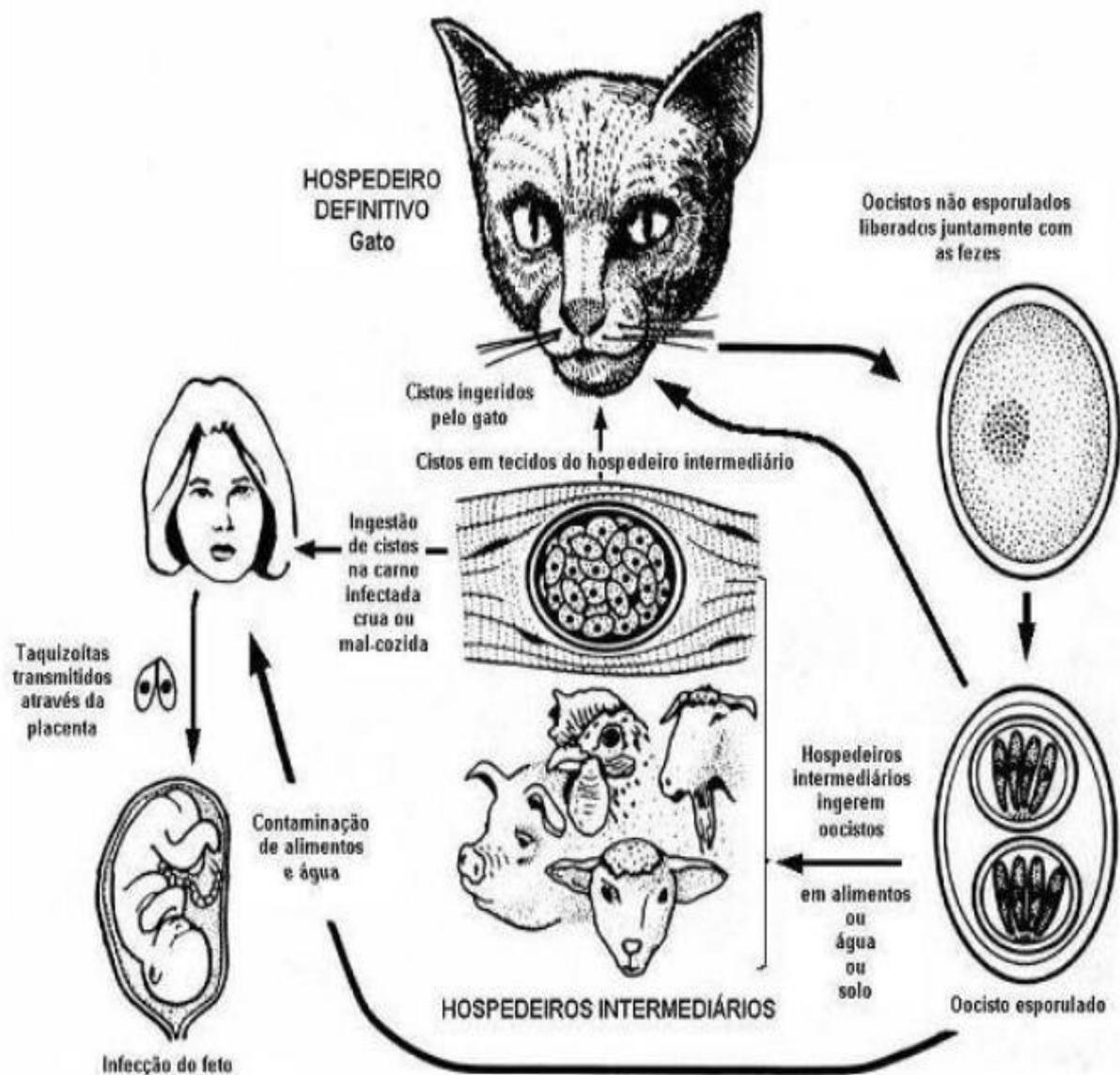


Figura1. Ciclo biológico do *Toxoplasma gondii* e as principais formas de transmissão nos hospedeiros intermediários e definitivo. Fonte: Adaptado de HILL et al., 2005.

Na fase sexuada do ciclo, ocorre a gametogênese que após sucessivas etapas maturativas, acarretará na formação dos micro e macrogametas. Os microgametas ao saírem das células da parede intestinal, caem na luz intestinal e são atraídos por quimiotaxia até os macrogametas, local onde ocorre a fecundação dando origem ao ovo ou zigoto, que após formar sua resistente parede se diferencia para oocisto imaturo e rompe os enterócitos, sendo liberado juntamente com as fezes dos felídeos no ambiente, onde sofrerá o processo de esporogonia (esporulação) em no máximo até cinco dias, tornando-se infectante e permanecendo

viável por até um ano em solo úmido e quente (DUBEY; FRENKEL, 1972; SPEER; DUBEY, 2005).

- **Formas clínicas**

Clinicamente, a toxoplasmose adquirida é assintomática na maioria dos casos, isto é, em aproximadamente 80-90% dos indivíduos imunocompetentes, cursando com uma infecção geralmente benigna e autolimitada, podendo variar conforme o inóculo, a virulência do parasita, características genéticas e estado imunológico do hospedeiro (REMINGTON, 1974 apud AMATO NETO, 2008).

A forma ganglionar é a mais frequente das formas de toxoplasmose adquirida, acometendo tanto crianças quanto adultos. Ocorre comprometimento ganglionar, generalizado ou não, associado à febre alta, hepatoesplenomegalia, cefaléia e mialgia, podendo ocorrer também dor de garganta e sudorese noturna. Normalmente é de curso crônico e benigno e, às vezes, leva a complicações em outros órgãos (KAWAZOE, 2000), como por exemplo, fígado, miocárdio, pulmão e até mesmo o sistema nervoso central (SOUZA & BELFORT-JUNIOR, 2014. p. 159).

Outras formas clínicas que merecem destaque são a toxoplasmose ocular e a congênita. A forma ocular é consequência de uma infecção aguda com a presença de taquizoítos ou crônica com a presença de cistos contendo bradizoítos localizados na retina, e a forma mais associada é a retinocoroidite. No Brasil, o *Toxoplasma gondii* é o agente etiológico mais frequente nas uveítes de localização posterior (GARCIA et al., 1999; KAWAZOE, 2000; SILVEIRA, 2001).

A toxoplasmose congênita (vertical) ocorre após a transmissão do parasita por via hematogênica em mulheres não imunes que soroconvertem durante a gestação. O parasita infecta a placenta e, posteriormente, o feto. Como resultado, o feto pode apresentar alterações congênitas graves como hidrocefalia, retinocoroidite, retardo mental, calcificações cerebrais, epilepsia, distúrbios motores e até a morte, sendo que as lesões variam conforme o período da gestação (GARCIA et al., 1999; JONES et al., 1999).

- **Fatores de risco**

Em estudos epidemiológicos, observa-se a associação entre a exposição a alguns fatores de risco, a transmissão e o desenvolvimento da infecção por *Toxoplasma gondii*. Desta forma, diversos fatores de riscos podem estar relacionados ao agente etiológico da doença, aos hospedeiros e com o próprio ambiente.

Quanto ao agente, DUBEY et al. (2008) aponta que gatos que se alimentaram de poucos bradizoítos podem produzir milhões de oocistos viáveis no meio, lá perdurando por até 54 meses uma vez que somente o congelamento a -12°C ou aquecimento acima de 67°C os matam (NEVES et al., 2005). Além disso, o *Toxoplasma gondii* é resistente à inativação por cloro, exigindo uma filtração especial da água potável contaminada pelos oocistos (SOUZA & BELFORT-JUNIOR, 2014).

Em relação aos hospedeiros, diversos estudos indicam que a prevalência de infecção por *Toxoplasma gondii* aumenta com a idade e que isto é um resultado previsível, devido ao aumento de duração do risco de exposição ao agente. Hábitos alimentares e condições socioeconômicas e de higiene também são apontados como fatores de risco para infecção pelo parasita (ELSHEIKHA, 2008).

Nas regiões onde existe o costume de comer carnes cruas ou mal cozidas tendem a ter o percentual de pessoas infectadas por *Toxoplasma gondii* mais elevado, como é o caso, por exemplo, da Europa, América Central e do Sul, cujas taxas de soroprevalência de toxoplasmose chegam a atingir 80% (NAVARRO, 2001; TENTER et al., 2001).

Seria óbvio, portanto, que pessoas vegetarianas seriam menos expostas a contrair a infecção pelo *Toxoplasma gondii*, entretanto, estudos têm desmistificado essa hipótese uma vez que pode ocorrer a aquisição do parasita no ambiente através da ingestão de oocistos presentes na água, solo, frutas e vegetais crus, (DABRITZ et al., 2010).

Outros fatores de risco importantes dizem respeito à competência imunológica do hospedeiro e à infecção por *Toxoplasma gondii* em mulheres no período

gestacional. Segundo Schnell (2011), o comprometimento do sistema imunológico representa um dos maiores fatores de risco para desenvolvimento da toxoplasmose no homem. Isto porque a doença tende a ter maior gravidade no indivíduo que não tiver condições imunológicas suficientes para combater a infecção, podendo desenvolver sintomas graves e até mesmo a morte, como é o caso, por exemplo, de pacientes infectados pelo Vírus da Imunodeficiência Adquirida (HIV) ou tratadas com quimioterapia contra o câncer.

Quanto à toxoplasmose congênita a infecção é adquirida de forma transplacentária (HILL & DUBEY, 2002). A doença está se tornando cada vez mais evidente como problema de saúde pública de grande impacto no binômio mãe-filho, tendo em vista que a primoinfecção em mulheres gestantes e não imunes pode causar aborto espontâneo ou natimorto. O risco de comprometimento fetal apresenta relação inversa com a idade gestacional, ou seja, as infecções maternas ocorridas no primeiro trimestre da gravidez tendem a apresentar maiores complicações (SOUZA & BELFORT-JUNIOR, 2014).

Nos recém-nascidos expostos ao *Toxoplasma gondii* durante a gravidez, a toxoplasmose congênita pode desenvolver consequências oculares e neurológicas importantes (TENTER et al., 2001). É de se destacar também que a produção de progesterona durante a gravidez provoca a supressão do sistema imunológico, promovendo maior susceptibilidade à aquisição de infecções (ELSHEIKHA, 2008).

- **Diagnóstico**

O diagnóstico da toxoplasmose pode ser clínico ou laboratorial, sendo que o primeiro é considerado mais difícil pelo fato de haver um grande número de casos assintomáticos ou com sinais e sintomas inespecíficos e que por isso podem ser confundidos com outras doenças (AMENDOEIRA et al., 1999; REY, 2001 apud QUITES, 2009). Desta forma, o *Toxoplasma gondii* pode ser identificado por métodos diretos que inclui a detecção do próprio micro-organismo ou de suas partes constitutivas (proteínas, ácidos nucleicos) e por métodos indiretos através da detecção de anticorpos ou citocinas, por exemplo.

Por serem mais acessíveis e com boa sensibilidade e especificidade, os métodos sorológicos são os mais utilizados em laboratórios de análises clínicas

(SOUZA & BELFORT-JUNIOR, 2014). Através deles, pode-se comprovar a exposição pregressa do paciente ao parasita quando da presença de anticorpos do tipo Imunoglobulina G (IgG) no soro do paciente, além de sugerir se há uma infecção ativa ou recente através da demonstração de um aumento quadruplicado ou maior no título de IgG ou de título de IgM maior do que 1:64 (NORSWORTHY et al., 2009 apud SCHNELL, 2011).

Ainda segundo os mesmos autores, os anticorpos IgM aparecem precocemente e por isso representam a fase aguda da doença, e podem estar presentes em até cerca de três meses, enquanto que os anticorpos IgG aparecem em torno da quarta semana e geralmente permanecem por toda a vida.

Vários são os testes sorológicos que podem ser utilizados, alguns exemplos muito comuns são o teste de Hemaglutinação Indireta (HAI), Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI), Teste de Aglutinação Modificado (MAT), Teste de Aglutinação em Látex (LAT) e Ensaio Imunoenzimático (ELISA) (DUBEY, 2010 apud SCHNELL, 2011).

Entretanto, é importante destacar que a interpretação do resultado laboratorial requer a integração de informações clínicas e epidemiológicas, para que se possa chegar a um maior grau de consistência e o conjunto dos dados permita o maior valor preditivo possível (GARWEG, 2005).

- **Tratamento**

Apesar dos estudos experimentais de Eyles & Coleman (1953) documentarem o efeito sinérgico na ação das drogas sulfadiazina e a pirimetamina contra o parasito, o tratamento da toxoplasmose ainda é controverso.

A toxoplasmose adquirida é benigna e autolimitada em se tratando de pacientes saudáveis e imunocompetentes, dispensando, portanto, o uso dos medicamentos. No entanto, mesmo no grupo dos pacientes imunocompetentes, há casos de sintomatologia mais expressiva, tanto pela intensidade e duração mais prolongada dos sintomas, quanto da participação de outros órgãos (pneumonite ou miocardite, por exemplo), necessitando do tratamento específico com duração habitual de três a quatro semanas (SILVEIRA, 2001).

Ao se tratar de meta terapêutica em gestantes, pretende-se prevenir a transmissão vertical de *Toxoplasma gondii* durante a fase de parasitemia e correspondente infecção placentária fazendo o uso da espiramicina, uma droga que tem recebido ampla preferência tanto na Europa quanto no Brasil. Quando há fortes evidências de que tenha ocorrido transmissão intrauterina, parece cabível o uso da combinação de sulfadiazina com pirimetamina após o primeiro trimestre da gravidez (SOUSA & BELFORT-JUNIOR, 2014).

Pacientes imunocomprometidos como portadores de HIV, transplantados ou pacientes oncológicos, há na atualidade extensa fundamentação em relação ao benefício do tratamento específico (SOUSA & BELFORT-JUNIOR, 2014), sendo tratados com a combinação dos dois medicamentos citados anteriormente e, alternativamente, com a dupla clindamicina e pirimetamina. Lembrando que o uso dos medicamentos deve ser racional uma vez que devido à toxicidade, esses fármacos podem provocar distúrbios colaterais expressivos (LESCANO et al., 2004).

- **Surtos de toxoplasmose ocorridos no Brasil**

Vários surtos já aconteceram em diferentes regiões do Brasil (Apêndice A), estando associados com a transmissão através da água, vegetais e de carnes bovinas, suínas e de carneiro contaminadas pelo *Toxoplasma gondii*. O maior deles, até então publicado, ocorreu no município de Santa Isabel do Ivaí – Paraná (MOURA et al., 2006).

Dentre os acometidos no surto desse município, sete eram gestantes e destas, seis tiveram seus filhos infectados, ocorrendo uma anomalia congênita grave e um aborto espontâneo. A investigação epidemiológica concluiu que a fonte de contaminação era um dos dois reservatórios de água da cidade que estava contaminado por fezes de um gato que estava eliminando oocistos de *Toxoplasma gondii* (BRASIL, 2002; MOURA et al., 2006; ALMEIDA et al., 2011).

- **Prevenção e controle**

A prevenção e o controle da infecção e de surtos de toxoplasmose são dificultados pelos vários mecanismos de transmissão do parasita. Entretanto, por possuir grande importância para a saúde pública, devido a sua alta prevalência, apresentação de complicações em pacientes com Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) e gravidade nas formas congênita e ocular, medidas de contenção da proliferação do parasita assumem papel de fundamental importância na epidemiologia da doença (TENTER et al., 2001; ARAÚJO et al., 2009).

Deve-se lavar bem as mãos com água e sabão após a manipulação de carne, assim como as tábuas de corte, pias, facas e outros materiais que entrarem em contato com a carne não cozida, que deve atingir a temperatura de 66°C antes do consumo humano (DUBEY et al., 1990).

Mulheres grávidas e pessoas imunossuprimidas devem evitar contato com o solo, carne crua e fezes de gatos, os quais devem ser alimentados somente com comida seca, enlatada ou cozida e mantidos, preferencialmente, dentro de casa para prevenir a caça. Pessoas que trabalham com jardinagem ou tenham contato com solo regularmente, devem utilizar luvas para exercer suas tarefas (DABRITZ et al., 2010).

A complexidade da infecção pelo *Toxoplasma gondii* demonstra a necessidade da realização de estudos que corroborem com o entendimento de todos os fatores envolvidos no processo de transmissão do parasita e de sua distribuição no meio em que vivemos. Diante disto, o presente estudo se propôs a utilizar conhecimentos de geotecnologias dentro do âmbito da saúde pública.

4.2 Geotecnologias e saúde: breve evolução histórica.

Para melhor entender o processo saúde-doença, faz-se necessário compreender o ser humano no seu meio físico, biológico, social e econômico, estabelecendo a inter-relação entre eles e o espaço em que vive, e a interpretando de forma conjunta, indissociável. Tais meios são considerados fatores determinantes e condicionantes de tal processo, estabelecendo a ocorrência e a prevalência das

doenças no ambiente, bem como a forma de se comportarem diante da influência destes fatores (LEMOS et al., 2002).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) muito contribuiu para esse tipo de entendimento quando definiu, em 1948, que saúde era o pleno estado de bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doenças como anteriormente se pensava.

Tal conceito aos poucos foi evoluindo e agregando cada vez mais valores relacionados à qualidade de vida, como a alimentação, renda, educação, recursos econômicos e sustentáveis, equidade e justiça social, moradia, lazer, liberdade, trabalho e, principalmente, acesso aos serviços de saúde, conforme indicam as diretrizes da VIII Conferência Nacional de Saúde no Brasil e da Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde em Ottawa em 1986 (BACKES et al., 2009).

Apesar disso, é de se destacar que o entendimento acerca de saúde e doença, incluindo as práticas e conceitos, não foram os mesmos ao longo da história, isto porque, segundo Silva et al. (2006), aspectos econômicos, políticos, socioculturais, socioepidemiológicos e históricos influenciam o processo de viver e a saúde humana, assim como os modos de vida, de trabalho e de produção são fundamentais para se compreender os processos de saúde, adoecimento e morte da população.

Laurell (1983) aponta que a doença possui caráter histórico e social, havendo diferenças nos perfis patológicos ao longo dos tempos, resultantes das transformações da sociedade, entre elas a industrialização, a infraestrutura, o acesso aos bens e serviços, a forma de ocupação do território e outras.

Destarte, julga-se pertinente, portanto, fazer um breve resgate de alguns momentos importantes no que diz respeito à evolução das concepções sobre o processo saúde-doença ao longo da história.

Na pré-história e nas culturas primitivas, as civilizações entendiam que a saúde estava atrelada a ausência de maus fluidos e a doença era relacionada a feitiços e à ira dos deuses, sendo resultante da ação de forças alheias ao organismo que neste se introduziam por causa do pecado ou de maldição (SCLIAR, 2007). Acreditava-se que as doenças poderiam ser causadas por elementos naturais ou sobrenaturais (BACKES et al., 2009).

Nesse período, a compreensão das doenças era através da filosofia religiosa, onde as relações com o mundo natural se baseavam em uma cosmologia que envolvia deuses e espíritos bons e maus, e a religião, nesse caso, era o ponto de partida para a compreensão do mundo e de como organizar o cuidado (CRUZ, 2011).

Na tentativa de encontrar explicações não sobrenaturais para as origens do universo e da vida, bem como para a saúde e a doença, Gutierrez & Oberdiek (2001) relatam que foi na civilização egípcia que os filósofos iniciaram o desenvolvimento do raciocínio empírico-racional, no qual elementos mágicos e espirituais passaram a constituir um segundo plano em suas concepções de saúde e doença.

É nesse cenário, portanto, que surge a Teoria dos Humores Hipocrática, a qual estabeleceu uma relação homem/meio e defendia que os elementos água, terra, fogo e ar serviam de base para a explicação da saúde e da doença. Em decorrência disso, entende-se que a filosofia da medicina ocidental tenha surgido a partir das civilizações gregas, sobretudo pela grande influência de Hipócrates, desde então considerado o pai da medicina científica. O grego afirmava que a medicina se fundamentava na valorização do doente e não da doença em si (GUTIERREZ & OBERDIEK, 2001).

Desta forma, a prática clínica começou a ser exercida sob uma cuidadosa observação da natureza como causadora de enfermidades influenciando Hipócrates a publicar a obra intitulada “Ares, Águas e Lugares”, rompendo definitivamente com o paradigma da explicação divina para a origem das doenças e explicando-as através do estudo das características físicas do ambiente (RODRIGUES, 2004).

O pensamento hipocrático prevaleceu por muito tempo, tanto que até o início do século XIX, as concepções de saúde e doença foram balizadas pela Teoria Miasmática, na qual se acreditava que as epidemias eram associadas a impurezas existentes no ar. Segundo Mastromauro (2011), os miasmas eram emanações nocivas invisíveis que corrompiam o ar e atacavam o corpo humano, gerados pela sujeira encontrada nas cidades insalubres, e também pelos gases formados da putrefação de cadáveres humanos e de animais.

À época, acreditava-se que a prevenção de epidemias só seria possível com o impedimento da propagação de maus odores e os adeptos da teoria afirmavam que todo mau cheiro significava risco de doença (MARTINS et al., 1997).

É perceptível, portanto, a importância que a Teoria Miasmática dava ao ambiente como possível causador de moléstias, ainda que grande parte de seus conceitos e premissas tenha sido desmistificada com o posterior advento da Era Microbiana. Rodrigues (2004) afirma que tal teoria foi determinante nos estudos sobre a influência do meio na saúde das pessoas.

Uma das maiores contribuições que puseram fim aos pensamentos dominantes dessa época foi dada pelo médico e epidemiologista John Snow. Intrigado com a grande quantidade de mortes causadas por duas epidemias de cólera em Londres (1848 e 1854) desenvolveu uma pesquisa de campo com intuito de visitar e entrevistar pacientes vítimas da doença e desvendar o motivo para tantos óbitos.

O médico suspeitava da qualidade da água que estava sendo consumida na cidade, sobretudo em relação a uma das bombas de água mais utilizadas em Londres: a da *Broadway Street*. Partindo dessa hipótese e com as informações coletadas em suas entrevistas, Snow elaborou um mapa (Figura 2) da distribuição dos óbitos por cólera naquela região e percebeu que a quantidade de casos de morte nas redondezas daquela bomba era incomparavelmente maior do que em outros locais.

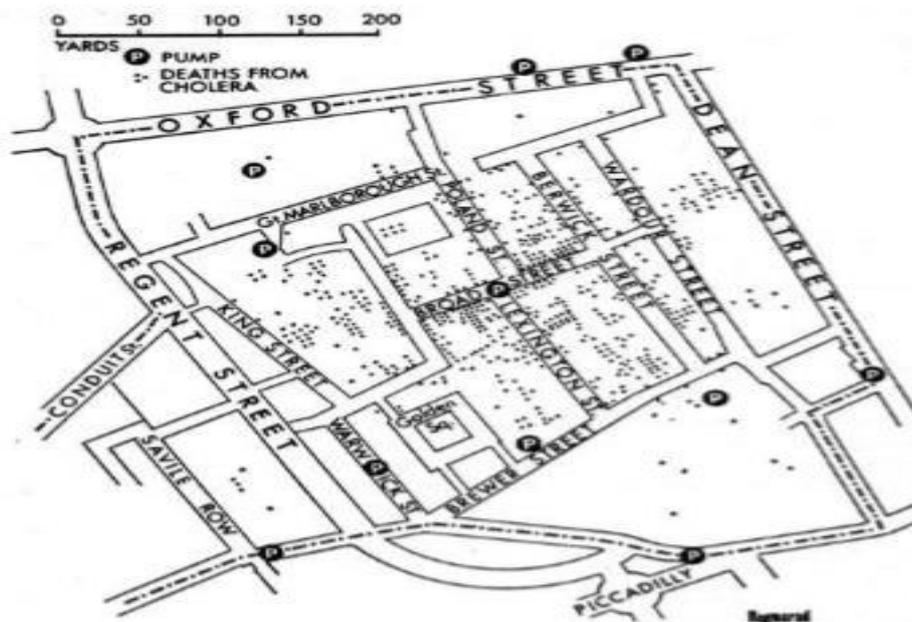


Figura 2. Mapa de John Snow em investigação de surto de cólera em Londres, 1854. Fonte: SKABA, 2009.

A partir dessas informações e de várias outras evidências coletadas no decorrer da investigação, Snow deu os primeiros passos decisivos para a comprovação de que a água era o meio de transmissão da doença. Sua hipótese foi confirmada quando do ordenamento do fechamento da bomba da *Broadway Street* e que logo em seguida os casos e as mortes por cólera começaram a diminuir.

Dessa forma, mesmo sem o apoio das autoridades da época e contrariando toda uma forma de pensar na maneira como as doenças eram transmitidas, Snow conseguiu identificar o veículo de transmissão da cólera antes mesmo da descoberta do agente causador (*Vibrio cholerae*), que só foi identificado em 1884, por Robert Koch, na Índia (BRASIL, 1991).

Os experimentos de Louis Pasteur e Robert Koch puseram fim, de fato, à Teoria dos miasmas e consolidam a Era Microbiana, dando origem à Teoria da Unicausalidade, caracterizada principalmente pela descoberta dos micróbios (vírus e bactérias) e atribuído a eles a responsabilidade pelas doenças. Dessa forma, surge a concepção de que, para cada doença há um agente etiológico que poderia ser combatido com produtos químicos ou vacinas (BARATA, 1985 apud GARCIA et al., 2016).

Embora as contribuições dessa teoria tenham sido significativas para a solução de muitas doenças, surtos e epidemias da época, Rodrigues (2004) sugere que a mesma tenha minimizado a importância do ambiente para a saúde.

É nesse sentido então que Aquino-Junior (2010) relata que com o advento da era Microbiana, a medicina envereda pelo caminho das soluções curativas, as quais juntamente com os avanços da biologia, anatomia, química e farmacologia, abrem espaço para o surgimento do modelo hospitalocêntrico² saúde.

A Teoria da Unicausalidade passou a ser, em um determinado momento, insuficiente e incapaz de explicar a ocorrência de uma série de outros agravos à saúde do homem, dando espaço para o embasamento a partir dos conhecimentos produzidos pela epidemiologia, a qual sugere que o surgimento das doenças é de

²Modelo baseado nos cuidados da saúde em hospitais, no tratamento de doenças previamente instaladas, tendendo à redução, à objetividade e à fragmentação do conhecimento, em detrimento da utilização de medidas preventivas de combate às doenças (BACKES et al., 2009; SOUZA, 2012).

ordem multicausal e não apenas a presença exclusiva de um agente (ALMEIDA et al., 1998).

Ainda segundo os mesmos autores, é sob este modo de pensar que surgem modelos de explicação e compreensão da saúde, da doença e do processo saúde-doença, como o modelo epidemiológico baseado em três fatores causais: agente, hospedeiro e meio, caracterizando o que ficou conhecido por Teoria da Multicausalidade.

É neste contexto, portanto, que os estudos sobre a Geografia Médica³ ressurgem com maior força, uma vez que durante o período pasteuriano eles tiveram uma grande baixa de produção. Ocorre então uma aproximação entre a Geografia e a Epidemiologia, produzindo discussões detalhadas acerca da espacialização/distribuição regional das doenças, sobretudo as infectocontagiosas (VIEITES & FREITAS, 2001 apud JUNQUEIRA, 2009).

Paralelamente, com os avanços das pesquisas nessa área, o paradigma da Tríade Ecológica baseado nos três fatores causais (agente, hospedeiro e meio) dá espaço para a evolução de modelos mais abrangentes com o envolvimento do ambiente (não apenas o ambiente físico), estilo de vida, biologia humana e sistema-serviços de saúde, numa permanente inter-relação e interdependência (ALMEIDA et al, 1998)

Através dessa nova abordagem, a Geografia Médica começou a dar espaço para a Geografia da Saúde⁴, propondo soluções para os problemas de saúde e doença não só pelo viés epidemiológico-ambiente, mas também considerando outros fatores, como políticas públicas e/ou fatores socioculturais (AQUINO-JUNIOR, 2010).

Assim surge o que hoje se conhece por Geografia da Saúde que nada mais é que um amadurecimento das discussões e estudos desenvolvidos naquela época, hoje muito mais direcionados, com o objetivo de desenvolver ações dentro da

³Segundo Lacaz (1972) “é a disciplina que estuda a geografia das doenças, isto é, a patologia a luz dos conhecimentos geográficos. Resulta da interligação dos conhecimentos geográficos e médicos, mostrando a importância do “meio geográfico” no aparecimento e distribuição de determinadas doenças, visando também fornecer bases seguras para os programas de saúde pública”.

⁴Área do conhecimento que se propõe a compreender como se comportam os processos de saúde, doença e cuidado dentro do espaço geográfico, a fim de poder nele intervir, além de objetivar, também, a redução da fragmentação entre os saberes das diversas áreas do conhecimento (BARCELLOS, 2008).

perspectiva da medicina preventiva, permeando os saberes da Medicina e da Geografia e, constituindo-se um campo interdisciplinar de pesquisa (RODRIGUES, 2004; PEREHOUSKEI; BENADUCE, 2007).

No Brasil, a clássica obra de Josué de Castro intitulada “Geografia da Fome” é um fiel exemplo dessa interação entre áreas como geografia, geopolítica, sociologia, epidemiologia e medicina. O autor, geógrafo e médico, desenvolve uma análise que transcende os estudos de cunho exclusivamente médico-nutricional, uma vez que busca através do emprego do método geográfico, apresentar os alicerces do que posteriormente constituiria as bases dos estudos de sua sociologia da fome (SILVA, 2012).

Embora explicitando sua maior identificação com o método geográfico, os aspectos biológicos, médicos e higiênicos do fenômeno da fome também são enfocados em seu ensaio ecológico (VASCONCELOS, 2008).

Durante os 15 anos que precederam a publicação da obra (1946), Josué de Castro dedicou seu tempo para mapear a fome no Brasil, realizando uma divisão do país em cinco grandes áreas alimentares ao tomar por base a identificação das principais características de seus regimes alimentares.

O estudo buscou detectar e analisar as relações entre as condições climáticas, econômicas, políticas, sociais e culturais e os hábitos alimentares de cada região. O resultado foi o mapeamento das principais doenças ou carências nutricionais (beribéri, pelagra, escorbuto, tuberculose etc.) existentes no Brasil (SILVA, 2012), situações essas que Josué de Castro associa a problemas de subdesenvolvimento econômico, da ação predatória dos colonizadores, do capital internacional, da monocultura, do latifúndio e da ingerência política, denunciando o modelo de estrutura civilizatória fundada na exploração do homem e da natureza (ABRÃO, 2009).

A forma interdisciplinar que a geografia da saúde estuda o processo saúde-doença se desenvolveu tão recentemente devido ao coincidente período de avanço tecnológico. No Brasil, as pesquisas se voltam para essa área com maior ênfase a partir da década de 90, com a incorporação de técnicas de geoprocessamento na área da saúde cada vez mais evidente (SKABA 2009).

É nesse momento que se observa a contribuição da ciência e das tecnologias computacionais, ao permitir a produção de vários tipos de mapas médicos, em diferentes escalas, com a facilidade para superposição de informações mais adequadas ou desejadas, eliminando também as restrições para a produção desses mapas no que diz respeito a custo e tempo (COSTA, 2002).

Nesse contexto, portanto, a autora destaca os SIG e o sensoriamento remoto como ferramentas poderosas no auxílio aos profissionais e estudiosos das áreas de saúde pública e ambiental.

4.3 Análise espacial em saúde: SIG e sensoriamento remoto

O Ministério da Saúde (MS) (2006) ao tratar de abordagens espaciais em saúde pública, aponta que as técnicas de geoprocessamento mais utilizadas são: a cartografia digital, a estatística espacial, o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Tais técnicas são comumente chamadas de Geotecnologias (Figura 3).

Além dos conceitos já tratados aqui a respeito de geoprocessamento e SIG, podemos afirmar ainda que uma das principais características de um SIG é a possibilidade de integração de dados cartográficos (geográficos) de diversos formatos com os bancos de dados tabulares (alfanuméricos ou não gráficos).

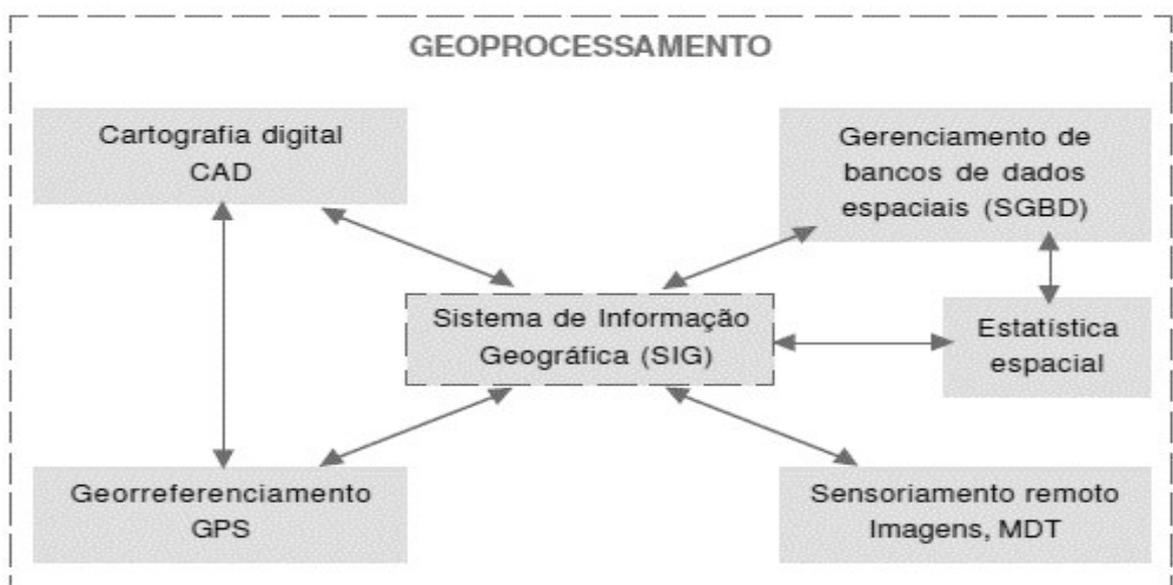


Figura 3. Conjunto de ferramentas do geoprocessamento. Fonte: BRASIL, 2007a.

A capacidade de integração entre esses dados em um SIG proporciona a organização para que todos eles estejam indexados e sejam acessados de forma fácil e ágil, permitindo a análise dos dados através de diversas metodologias, como operações que envolvem apenas o espaço (proximidade e tamanho), e as relacionadas à modelagem estatística do espaço com seus dados (BRASIL, 2007a).

De acordo com Pina & Santos (2000), os SIG permitem realizar diversas funções que serão utilizadas de acordo com os objetivos das análises a serem realizadas, na quais deverão ser definidas a unidade espacial, a escala e as variáveis a serem analisadas. As funções que merecem destaque incluem:

- Aquisição e visualização das diversas formas de apresentação dos dados como, por exemplo, figuras, mapas, gráficos e imagens.
- Organização e georreferenciamento dos dados por permitir combinar vários tipos diferentes destas informações como, por exemplo, limites de bairros, localização pontual das unidades de saúde, volume do fluxo entre duas localidades, entre outras;
- Integração de dados nos mais diversos formatos, escalas e sistemas de projeção, permitindo a adição de novas informações provenientes de diversas fontes e somando o trabalho de diversos órgãos e instituições;
- Análise dos dados a partir da grande variabilidade de funções disponíveis que permitem transformar os dados em informações úteis no processo de tomada de decisões e;
- Predição de ocorrências a partir da análise de séries históricas, mapeando os eventos estudados em diferentes períodos.

Para executar essas funções, os SIG possuem uma estruturação própria contendo três elementos básicos que devem ser levados em consideração (BRASIL, 2007a):

1. Objetos geográficos: representados pelos fenômenos do mundo real como, por exemplo, os limites entre municípios, estradas, lagos, etc. Sua representação pode ser vetorial (ponto) ou matricial (pixels). A) Linhas. Comumente usadas para representar ruas. B) Polilinhas. Representam rios,

- estradas curvas. C) Polígonos. Para demarcação dos limites de uma área, como, por exemplo, municípios e lagos. D) Pontos. Determinar a localização de um evento ou objeto como a localização de cidades, árvores, eventos de interesse na saúde. E) Modelo matricial. Usado em fotos aéreas e imagens de satélite.
2. Camada ou níveis (*Layers*): conjunto de objetos geográficos com características comuns, definidas pelo usuário. Cada camada representa um grupo de elementos do mesmo tipo. Toda base geográfica possui ao menos um *layer*, recurso que permite que a pesquisa seja feita de acordo com os níveis de análise pretendidos.
 3. Atributos: Conjunto de dados tabulares com variáveis dispostas nas colunas (cujos nomes funcionam como chave de identificação do conteúdo das células) e registros de dados dispostos nas linhas.

Ao tratar dessas funcionalidades direcionadas às análises espaciais em saúde, destaca-se que uma das principais aplicações dos mapas epidemiológicos é facilitar a identificação de áreas geográficas e grupos que apresentam maior risco de adoecer ou morrer prematuramente e que, portanto, precisam de maior atenção, seja preventiva, curativa ou de promoção da saúde (BRASIL, 2006).

Nesse contexto observa-se a forte relação entre a saúde pública e o ambiente, os quais, segundo Pina & Santos (2000), estão intrinsecamente influenciados pelos padrões de ocupação do espaço, sendo necessário descrever tanto as características das populações quanto a localização mais precisa possível de onde estão acontecendo os agravos, que serviços a população está procurando, quais os locais de potencial risco ambiental e quais as áreas onde se concentram situações sociais vulneráveis

Desta forma, as mesmas autoras apontam que as aplicações do SIG em análises espaciais em saúde incluem, principalmente, atividades nas áreas de:

- Vigilância epidemiológica: possibilitando determinar padrões da situação de saúde de uma área, evidenciar disparidades espaciais delimitando áreas de risco para mortalidade e incidência de eventos

mórbidos, mapear indicadores básicos de saúde, surtos e doenças de notificação compulsória, além de programar atividades de prevenção e controle de doenças.

- Avaliação de serviços de saúde: possibilitando a análise do fluxo de pacientes para definir áreas de onde provém a demanda que busca determinado recurso de saúde, podendo facilitar a utilização dos serviços de saúde com estudos de acessibilidade (física, econômica, social, étnica e psicológica) e de planejamento e otimização dos recursos da saúde (locação-alocação).
- Urbanização e ambiente: possibilitando o monitoramento de ações em saneamento e tendências de doenças preveníveis após ações do meio e melhoria da qualidade de vida em função de obras realizadas, além de análises de características epidemiológicas das áreas próximas às fontes de infecção e de fatores ambientais adversos em locais onde há concentração de agravos em saúde.

Para a realização dessas atividades, algumas bases de dados são de suma importância para a concretização das análises espaciais (Quadro 1). No Brasil, as principais fontes de dados (não gráficos) que agregam informações sobre saúde e ambiente incluem o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (SUS) – DATASUS e o Centro Nacional de Epidemiologia – CENEPI, da Fundação Nacional de Saúde (FNS).

Existem fontes de dados cartográficos que disponibilizam informações gráficas a respeito de dados em saúde, geralmente por competência de uma ou mais organização governamental, como é o caso, por exemplo, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Prefeituras, entre outras (PINA & SANTOS, 2000).

Quadro 1. Principais bases de dados dos sistemas nacionais de informação de interesse da saúde e suas respectivas características.

BASES DE DADOS	ATUALIZAÇÃO	INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL	UNIDADE DE REGISTRO	UNIDADE ESPACIAL DE REFERÊNCIA
sistema de informações de mortalidade				
SIM	anual	DATASUS	óbito	município, endereço*
Sistema de informações de nascidos vivos				
SINASC	anual	DATASUS	nascimento	município, endereço*
Sistema de informações hospitalares - autorização de internação hospitalar (AIH)				
SIH/SUS	mensal	DATASUS	procedimento médico	CEP, endereço*
Sistema de informação de atenção básica				
SIAB	mensal	PACS/PSF	família	microárea
Sistema de notificação de agravos				
SINAN	mensal	CENEPI	agravo à saúde	bairro, endereço*
Censo demográfico				
CD	decenal	IBGE	domicílio	setor censitário

Fonte: Pina & Santos (2000).

Além dessas fontes de obtenção de dados, existem outras formas para aquisição de dados digitais que servem para alimentar um SIG e aumentar seu poder de análise, como é o caso, por exemplo, dos levantamentos de campo com utilização de um GPS e o levantamento por sensoriamento remoto.

- **GPS** (*Global Positioning System*)

O GPS⁵ ou NAVSTAR-GPS (*Navigation System with Time and Ranging - Global Positioning System*) faz uso de 24 de satélites dispostos em órbitas circulares inclinadas em relação à linha do equador. Os satélites estão posicionados a uma altura de cerca de 20.000 km em relação à superfície terrestre e enviam sinais que são capturados por um ou mais receptores em terra. As coordenadas geográficas de um determinado ponto são obtidas a partir da utilização de, no mínimo, quatro

⁵ Sistema de transmissão de dados baseado em rádionavegação por satélites que fornece ao usuário coordenadas precisas de posicionamento tridimensional e informações em tempo real sobre a navegação e o tempo sob quaisquer condições meteorológicas (BRASIL, 2007a).

satélites melhor posicionados em relação aos aparelhos situados na superfície terrestre (FITZ, 2008).

O princípio básico da navegação pelo GPS consiste na medida das distâncias entre o usuário e cada um dos satélites rastreados. Conhecendo-se as coordenadas dos satélites é possível calcular as coordenadas da antena do receptor em terra, no mesmo sistema de referência dos satélites (BRASIL, 2007a).

Segundo Bernardi & Landim (2002), tem crescido o número de aplicações nos levantamentos topográficos, cartográficos e de navegação utilizando receptores GPS, em função das vantagens oferecidas pelo sistema quanto à precisão, rapidez, versatilidade e economia. Apontam também que vem se observando um grande interesse científico na criação de bancos de dados georreferenciados devido à grande precisão do sistema.

O GPS é útil na localização de elementos pontuais complementares à base cartográfica e de eventos para estudo como, por exemplo, os eventos de saúde (BRASIL, 2007a).

É nesse sentido, então, que Barcellos & Ramalho (2002) afirmam que o crescente uso de equipamentos de posicionamento por satélite tem aprimorado os SIG no que diz respeito a ações de vigilância em saúde, uma vez que se pode dispor desses eventos de saúde na forma de pontos em um mapa com escala local. Para os autores, um mesmo evento em saúde pode estar contido em diferentes tipos de unidades espaciais, como um bairro, uma bacia hidrográfica, um distrito sanitário, etc., representados por polígonos em um mapa.

- **Sensoriamento remoto (SR)**

O uso de imagens de satélite vem despertando grande interesse no que diz respeito à caracterização de variáveis ambientais em estudos epidemiológicos, sobretudo quanto à dinâmica e distribuição de doenças infecciosas (CORREIA et al., 2004).

Para a obtenção dessas imagens utilizam-se tecnologias conhecidas por sensoriamento remoto que pode ser definido como um processo de aquisição de informação sobre algum objeto sem o contato com o mesmo (remotamente). O SR usa sensores que podem ser transportados a bordo de satélites (sensores orbitais)

ou a bordo de aviões (câmeras fotográficas) e, de forma geral, baseia-se no registro e na análise das interações entre a radiação eletromagnética e os objetos presentes na superfície terrestre (PINA & SANTOS, 2000).

Para haver essa interação, os sensores captam sinais eletromagnéticos que cobrem todo espectro de ondas eletromagnéticas, desde a longa onda de rádio, passando pelas micro-ondas, infravermelho, visível, ultravioleta, raios x até raios gama (LIU, 2006). Os sensores podem ser entendidos, portanto, como dispositivos capazes de captar a energia refletida ou emitida por alguma superfície qualquer e registrá-la na forma de diferentes dados digitais, como por exemplo, imagens, gráficos, dados numéricos, etc. (FITZ, 2008).

De acordo com esse mesmo autor, para a aquisição de imagens pelos sensores, devem existir pelo menos uma fonte de energia radiante (a solar, por exemplo), um objeto alvo na superfície e um sistema de imagem óptico com detector (sensor em si).

Os sensores dos satélites possuem também diferentes resoluções espaciais que podem ser entendidas como a menor área de terreno possível de ser individualizada. Essa característica pode ser observada na figura 4, que apresenta uma imagem de alta resolução (IKONOS) e uma de resolução inferior (CBERS) (BRASIL, 2007a).

Autores como Richards (1986), Maguirre (1991), Eastman (1995), além de Burrough e McDonnel (1998) destacam a importante relação entre a técnica do SR e sua integração com os SIG (apud ALMEIDA, 2012). Muitos *software* de SIG disponíveis no mercado já possuem várias ferramentas para o trabalho com este tipo de tecnologia. Características básicas como a repetibilidade de informação e custo operacional tornam o Sensoriamento Remoto uma fonte única de informação atualizada para um SIG. Além disso, a união da tecnologia e dos conceitos e teorias de SR e Geoprocessamento possibilita a criação de sistemas de informação mais ricos e sofisticados.

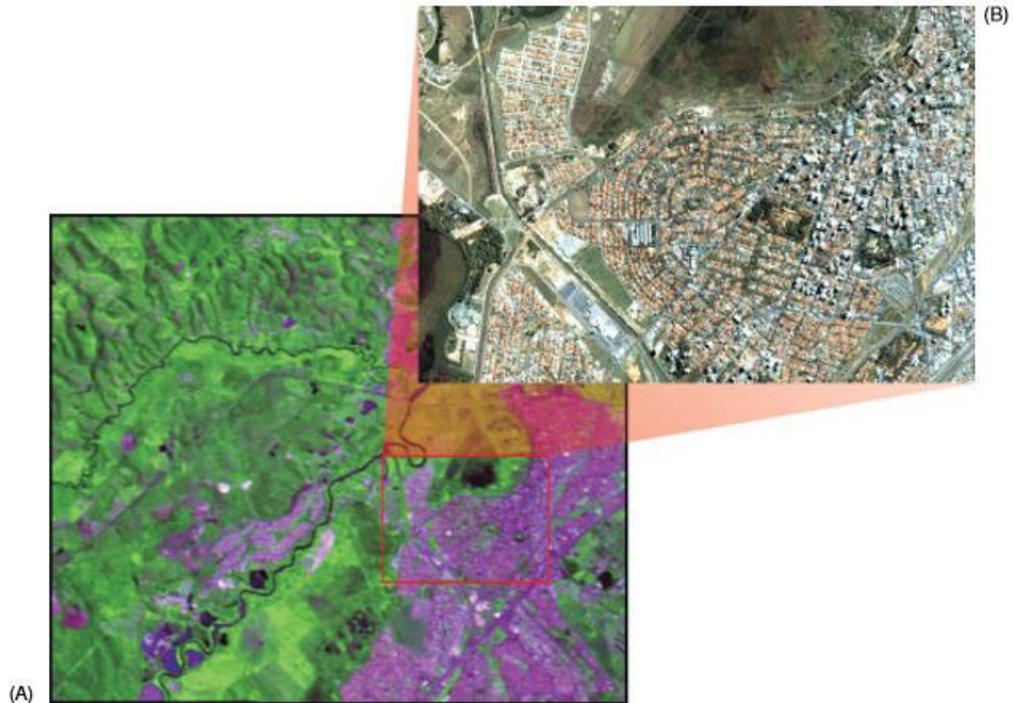


Figura 4. (A) Imagem CBERS com baixa resolução (20 metros) e (B) Imagem IKONOS com alta resolução (4 metros). Fonte: BRASIL, 2007a.

Para ilustrar a importante união de conceitos e práticas entre geoprocessamento e SR, a figura 5 exemplifica a utilização de uma imagem obtida por um satélite da cidade de São Luís com a sobreposição de uma base de dados de temperaturas coletadas em diferentes períodos.

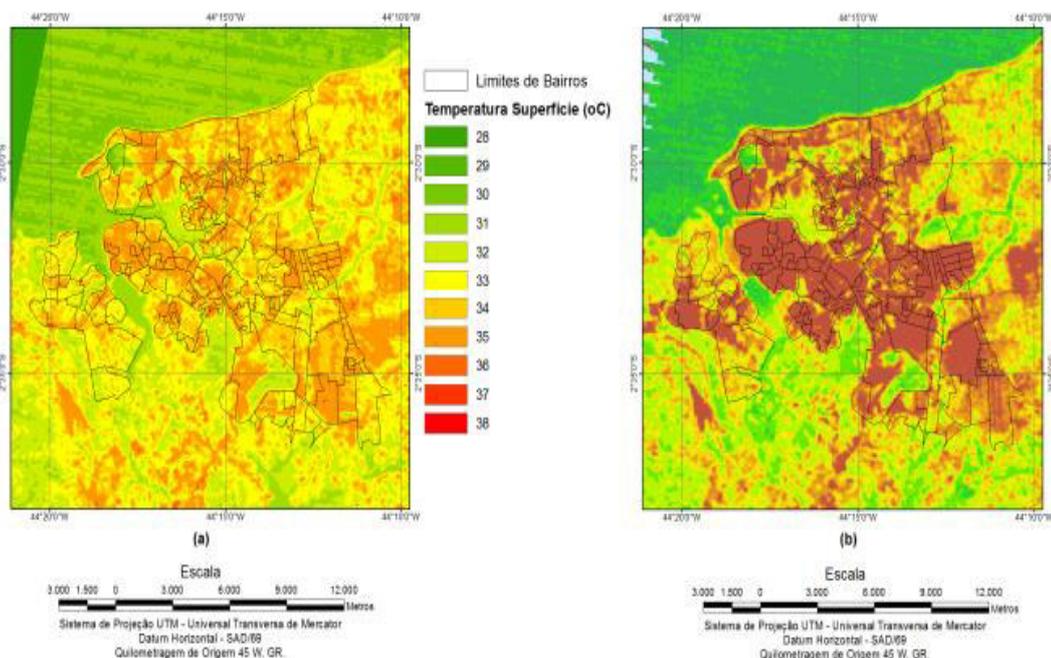


Figura 5. Recorte espaço-temporal do espaço urbano de São Luís (MA) com valores de temperatura de superfície (°C) para os anos de 1992 (a) e 2010 (b). Fonte: (ARAÚJO & RANGEL, 2012).

Corroborando com esse raciocínio, Câmara et al. (2001) afirmam que o SR por si só já não faz tanto sentido. Os autores citam, por exemplo, que em atividades de agronomia os profissionais deixaram de se preocupar apenas em separar uma cultura da outra numa imagem e passaram a pensar em produtividade agrícola, a qual, além dos tipos de cultura interpretados na imagem, depende de outros aspectos como o tipo de solo (mapa de solos), o teor de certos nutrientes no solo (medição de amostras) e a declividade do terreno (carta topográfica).

De acordo com Pina & Santos (2000), as imagens de satélite oferecem uma rica fonte de dados ambientais, que tende a ser cada vez mais importante e solicitada pela crescente comunidade de usuários da tecnologia de geoprocessamento.

De forma análoga, as pesquisas na área de saúde envolvendo o SR e a utilização de satélites para fornecimento de imagens digitais também têm crescido, como pode se observar, por exemplo, no estudo de Correia et al. (2004) no qual os autores desenvolvem uma revisão sistemática para apresentar as características e potencialidades do sensoriamento remoto como uma ferramenta útil para a vigilância ambiental direcionada para o controle das doenças endêmicas no Brasil.

Ao utilizar algumas operações em um SIG, é possível também:

“Sobrepor os dados de localização de casos de doenças a uma malha de setores censitários, a um mapa temático ou a uma imagem obtida por NDVI. O resultado é a integração de informações sobre ocorrência de doenças com dados censitários (sóciodemográficos) e alguns índices “ambientais” para cada setor, como por exemplo, índices de urbanização e de vegetação” (WERNECK et al. 2006).

O que se percebe, então, é que imagens provenientes das atividades de sensoriamento remoto vêm servindo de fonte de dados para diversos tipos de estudos e levantamentos, principalmente porque essas imagens passaram a representar uma das formas mais viáveis de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, em decorrência da rapidez, eficiência e periodicidade que as caracterizam (PINA & SANTOS, 2000).

No caso do presente estudo, por exemplo, pode-se utilizar o sensoriamento remoto de forma fácil e gratuita para obter uma imagem de satélite do condomínio no qual aconteceu o surto de toxoplasmose (Figura 6).



Figura 6. Condomínio residencial, local do surto de toxoplasmose, São Luís/MA – 2006.

4.4 Estudos de casos que utilizaram geotecnologias em saúde

Estudos que envolvem a distribuição espacial e SIG estão se tornando cada vez mais comuns na literatura de saúde pública. Carvalho & Souza-Santos (2005), ao tratar de métodos, problemas e perspectivas da análise de dados em saúde pública, afirmam que desde finais da década de 80 que na área da saúde vem se discutindo, e experimentando, diversas abordagens onde a localização espacial e os SIG têm ganhado destaque. Nardi et al. (2005), cita vários estudos que também revelam a importância do uso das geotecnologias/geoprocessamento na área da saúde, em especial para o acompanhamento de doenças transmissíveis e ações de promoção da saúde em populações de áreas urbanas.

Em ambos os estudos supracitados, os autores fomentam a discussão de algumas aplicações de métodos que lidam com a análise dos padrões espaciais de eventos de saúde, analisando vantagens, desvantagens e aplicabilidade dos modelos propostos em estudos ecológicos e de utilização dos serviços de saúde. Ressaltam, também, a importância da identificação de áreas de vulnerabilidades social, aplicação de análises espaciais através da identificação de *clusters*, a possibilidade de integração de programas como *TabWin* e *R*, bem como o uso do *TerraView* no geoprocessamento dos dados.

Além disso, tanto no estudo de Carvalho & Souza-Santos (2005) como no de Nardi et al. (2005), os pesquisadores fazem revisões bibliográficas e sistemáticas utilizando base de dados como PUBMED, MEDLINE e SciELO, relatando e discutindo diversos estudos que trataram da análise espacial em saúde no Brasil e no mundo.

De forma análoga, ao realizar uma pesquisa exploratória sobre a toxoplasmose nessas mesmas bases de dados, foram encontrados poucos estudos que utilizaram ferramentas de análise espacial para suas discussões. Com os descritores “*spatial analysis*” e “*toxoplasmosis*”, foram encontrados apenas sete artigos que citam ou discutem o uso de ferramentas de geotecnologias associado a esta doença (MODOLO et al., 2008; DJOKIC et al., 2014; INAGAKI et al., 2014; AJZENBERG et al., 2015; CASARTELLI-ALVES et al., 2015; HUTCHINSON & SMITH, 2015; MAGALHÃES et al., 2016).

Na França pesquisadores estudaram o envolvimento de cepas de *Toxoplasma gondii* causadoras de toxoplasmose congênita na França, utilizaram-se do georreferenciamento dos pacientes a partir do endereçamento de correio para identificar grupos de maior risco para esse tipo de infecção. Sugeriram que as fontes de infecção da doença são diferentes em áreas rurais e urbanas do país, orientando a prevenção de acordo com o tipo de residência das pessoas suscetíveis (AJZENBERG et al., 2015).

No País de Gales e na Inglaterra, foi monitorada a infecção por *Toxoplasma gondii* em ovinos e a partir daí realizado uma análise espacial de *cluster*, onde foram identificadas diferentes proporções da infecção em determinadas regiões dos países, sugerindo possíveis variações temporais e regionais na exposição de ovinos ao parasita (HUTCHINSON & SMITH, 2015).

Estudo semelhante foi realizado na Sérvia quando pesquisadores investigaram a distribuição espacial da infecção por *Toxoplasma gondii* em caprinos e identificaram fatores de risco a partir da utilização de um SIG contendo dados sobre a origem, sorologia, cobertura do solo, altitude, meteorologia, e um mapa de previsão espacial com base na técnica de krigagem, mostrando a Sérvia ocidental como a área de maior probabilidade para encontrar cabras com testes positivos para toxoplasmose (DJOKIC et al., 2014).

No Brasil, foi estudada a contaminação ambiental por *Toxoplasma gondii* em uma área endêmica do Rio de Janeiro através do georreferenciamento de frangos em fazendas do Estado. As análises espaciais a partir da utilização do estimador de densidade de Kernel permitiram observar que a frequente presença de gatos, a proximidade de fontes de água, e o elevado consumo de água não tratada sugerem uma alta probabilidade de infecção de seres humanos e animais com este parasita. Os autores apontaram ainda que o mapeamento dessa contaminação ambiental fornece informações úteis para o controle e prevenção da toxoplasmose (CASARTELLI-ALVES et al., 2015).

Em Aracajú, por exemplo, pesquisadores analisaram a distribuição espacial da prevalência da toxoplasmose em gestantes. Utilizaram também o estimador de densidade de Kernel para mapear as áreas de maior prevalência, bem como a faixa etária com maior susceptibilidade à doença, sugerindo a serventia do geoprocessamento como instrumento de avaliação e implementação de medidas preventivas para esses municípios e outras regiões do Brasil (INAGAKI et al., 2014).

Em São Paulo, foi investigada a ocorrência de toxoplasmose em caprinos associada com variáveis epidemiológicas, problemas reprodutivos e riscos à saúde pública. O mapeamento dos criadouros dos caprinos foi feito através de um SIG e os autores concluíram que tais mapas têm contribuído na visualização da distribuição geográfica e na formulação de hipóteses sobre os fatores de riscos da doença nos animais e em humanos (MODOLO et al., 2008).

Estudo semelhante foi realizado no arquipélago de Fernando de Noronha, onde pesquisadores estudaram fatores de riscos para infecção por *Toxoplasma gondii* em ovinos e bovinos e realizaram o georreferenciamento das fazendas por meio de um GPS. Posteriormente, utilizaram-se também do estimador de Kernel para mapear os ruminantes soropositivos para toxoplasmose no arquipélago, gerando um mapa com gradiente de cor representando a densidade de casos por fazenda. Os autores concluíram que na análise dos mapas gerados pelo SIG, percebeu-se que focos de infecção estão espalhados por toda a ilha onde estes animais são criados (MAGALHÃES et al., 2016).

Além dessas pesquisas, foram encontrados apenas outros dois estudos no Brasil fora das bases de dados citadas: (1) Fatores associados à infecção com

Toxoplasma gondii em comunidade rural do Vale do Jequitinhonha – MG (QUITES, 2009); e (2) Boletim epidemiológico do MS que divulgou o mapeamento dos casos de toxoplasmose ocorridos no surto da cidade de Santa Isabel do Ivaí – PR (BRASIL, 2002); pesquisas nas quais os autores utilizaram a técnica de Kernel para o mapeamento da problemática de interesse.

Ao que se percebe, há uma escassez de estudos publicados na área de saúde que associam análises espaciais e temporais à epidemiologia da toxoplasmose e aos seus fatores de risco, controle e prevenção, ratificando ainda mais a importância da realização desta pesquisa.

4.5 Principais métodos geoestatísticos aplicados à saúde

A epidemiologia geográfica constitui hoje o que se conhece pelos estudos dos padrões de distribuição geográfica das doenças e suas relações com fatores socioambientais (BRASIL, 2007).

De acordo com Druck et al. (2004), compreender a distribuição espacial de fenômenos ocorridos no espaço é um ponto chave para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento. A disponibilidade de SIG de baixo custo e com interfaces amigáveis vem tornando cada vez mais comuns esses tipos de estudos, isto porque, apenas com um banco de dados e com uma base geográfica (como um mapa de um estado, por exemplo), o SIG permite representar um mapa colorido facilitando a visualização do padrão espacial do evento estudado.

A análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente as interações espaciais presentes nos fenômenos. Sob esta perspectiva pode-se afirmar que o objetivo principal da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, levando em consideração a localização espacial do fenômeno estudado (DRUCK et al., 2004).

Para tanto, utiliza-se a estatística espacial ou geoestatística nos estudos em saúde que implica modelar a realidade e entender um determinado sistema, estudando seu funcionamento, avaliando intervenções e prevendo desfechos. Esta

denominação surgiu em oposição às técnicas estatísticas comuns, como por exemplo, os testes do tipo qui-quadrado, regressão múltipla e análise de aglomerados, uma vez que necessita inserir diretamente a localização espacial dos eventos e contribuir para uma melhor interpretação dos resultados (BRASIL, 2007).

Os autores apontam ainda que as principais áreas de aplicação da estatística espacial são o mapeamento de doenças, os estudos ecológicos, a identificação de aglomerados espaciais (cluster) e o monitoramento de problemas ambientais. Entre as principais técnicas utilizadas nas análises espaciais em saúde incluem: a distribuição por pontos, a de Kernel e o método de Ponderação do Inverso das Distâncias (IDW).

- **Distribuição por pontos**

Uma das áreas de interesse das análises espaciais de eventos diz respeito aos estudos dos fenômenos identificados como pontos localizados no espaço, como por exemplo, a localização de crimes, a localização de espécies vegetais ou a ocorrência de doenças. Pretende-se através deles estudar a distribuição espacial destes pontos e testar hipóteses para observar o comportamento dos eventos: se são aleatórios, se estão apresentados em aglomerados ou se os pontos estão regularmente distribuídos exibindo um padrão sistemático (DRUCK et al., 2004).

O padrão de distribuição por pontos (Figura 7) é considerado o modo mais simples de representação de dados espaciais, necessitando apenas de uma base de dados contendo a série de localização dos pontos (coordenadas geográficas) numa determinada área de estudo onde ocorreu o evento de interesse (BAILEY & GATRELL, 1995 apud BRASIL, 2007).

Uma das atividades da vigilância em saúde é procurar associações que possam servir para identificar populações mais vulneráveis às doenças. Em caso da ocorrência de uma fonte comum de exposição a riscos, o padrão de distribuição dos pontos tenderá a ser aglomerado, possibilitando avaliar se o aparente aglomerado de casos ocorreu ou não ao acaso (BRASIL, 2007).

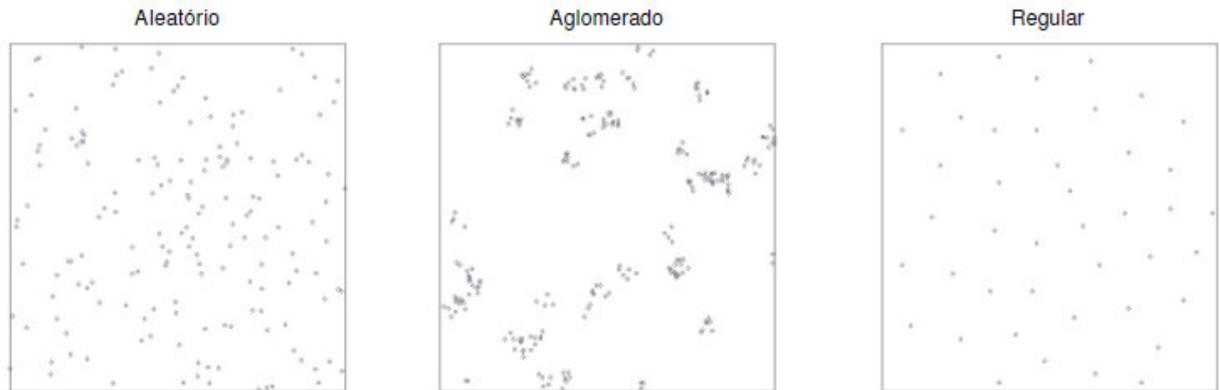


Figura 7. Padrões de distribuição por pontos. Fonte: BRASIL, 2007.

Um exemplo de distribuição por pontos foi apresentado no estudo de Neri (2004), onde a autora colhe dados de casos de hepatite A no município de Macapá (AP) a partir do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) e faz o georreferenciamento desses casos através do registro de coordenadas geográficas no local de residência utilizando um dispositivo GPS (Figura 8).

De maneira geral, pode-se afirmar que a intenção da análise de distribuição por pontos é detectar a existência de conglomerados espaciais (*clusters*), através da constatação de uma quantidade acima do esperado de casos excessivamente próximos, considerando uma distribuição aleatória. Quando o comportamento de eventos pontuais apresentarem desvios significativos do padrão esperado para uma distribuição aleatória e independente, sugere-se a existência de uma distribuição espacial diferente da completa aleatoriedade, evento esse que merece ser alvo de uma análise mais aprofundada (DRUCK et al., 2004).

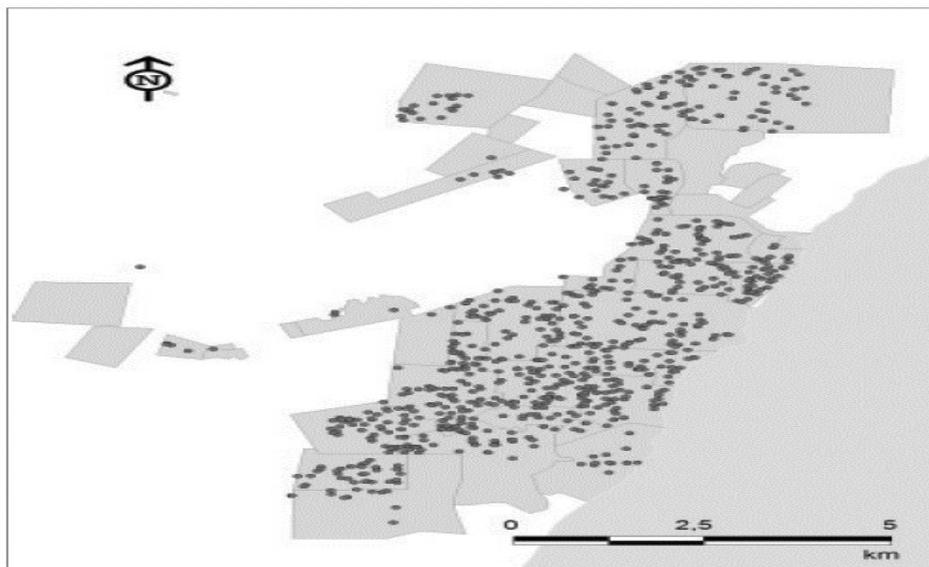


Figura 8. Distribuição dos casos de hepatite A no município de Macapá, de 1999 a 2003. Fonte: NERI, 2004.

- **Kernel**

O estimador de Kernel é um interpolador de dados que permite avaliar a intensidade de um evento numa determinada área. É um estimador probabilístico não paramétrico, ou seja, não utiliza média e desvio padrão como parâmetro e não segue uma distribuição normal. Técnica que se baseia na ordem dos dados e possui como premissa básica a aleatoriedade dos eventos ao avaliar a ocorrência deles no espaço (SANTOS et al., 2012).

De acordo com a figura 9, suponha que s represente uma localização em uma região R e s_1, \dots, s_n são localizações de n eventos observados. Então, a densidade estimada, λ , na localização s é estimada segundo a equação abaixo:

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \sum_{h_i \leq \tau} \frac{3}{\pi\tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right)^2$$

onde, h_i é a distância entre o ponto s e a localização do evento observado s_i , e a soma só acontece para os pontos que estão a uma localização h_i que não ultrapasse τ . A região de influência dentro da qual os eventos contribuem para o cálculo da intensidade é um círculo de raio τ com centro em s . Observando a fórmula, verifica-se que na localização s , a uma distância de zero, o peso é $3/\pi\tau^2$ e cai suavemente para o valor zero quando a distância é τ (BAILEY & GATRELL, 1995 apud TERUIYA, 1999).

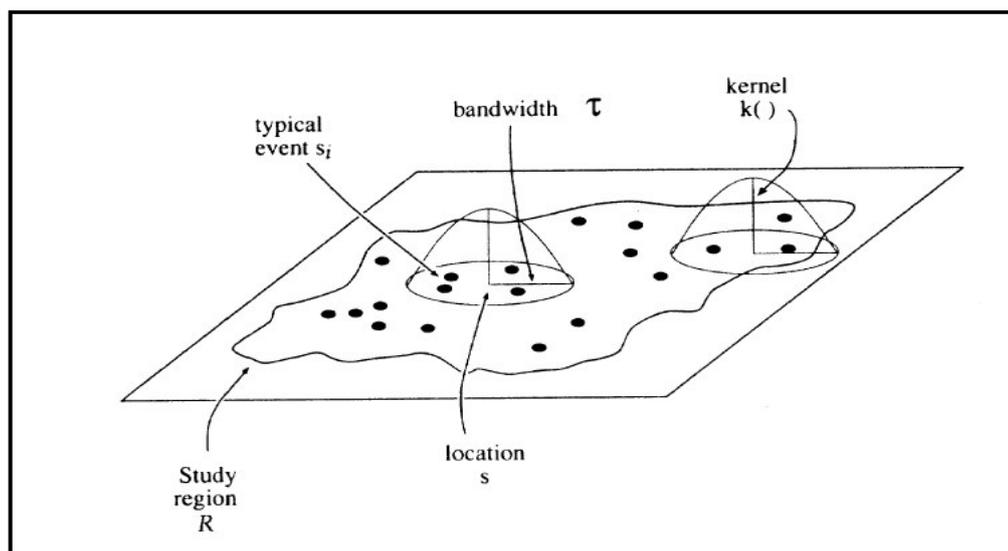


Figura 9. Estimador de Kernel para um padrão de pontos. Fonte: TERUIYA, 1999.

De acordo com Teruiya (1999):

“Quando se estima o Kernel sobre uma grade de localizações em R pode-se pensar em uma função tridimensional que visita cada ponto s dessa grade. Calculam-se as distâncias de cada ponto s aos eventos observados s_i dentro da região de influência limitada pela distância τ . Essas distâncias contribuem para o cálculo da intensidade estimada no ponto s . A escolha de τ define superfícies suaves ou não, sendo que para grandes larguras τ , a intensidade tende a apresentar picos centrados em s .”

O estimador de Kernel generaliza a ideia de que a densidade do evento varia localmente de forma suave, sem picos ou descontinuidades, objetivando produzir superfícies mais suaves, das quais se espera melhores representações dos fenômenos naturais e socioeconômicos. Além disso, serve também como alternativa viável a métodos mais sofisticados de interpolação, pois não requer a parametrização da estrutura de correlação espacial. As desvantagens desse estimador são a forte dependência no raio de busca e a excessiva suavização da superfície, que pode em alguns casos esconder variações locais importantes (DRUCK et al., 2004).

Os autores supracitados ilustraram essa utilidade do estimador ao gerar duas superfícies a partir das mesmas amostras usadas para produzir os mapas da figura 10, com raios de busca de 500 e 1500 metros:

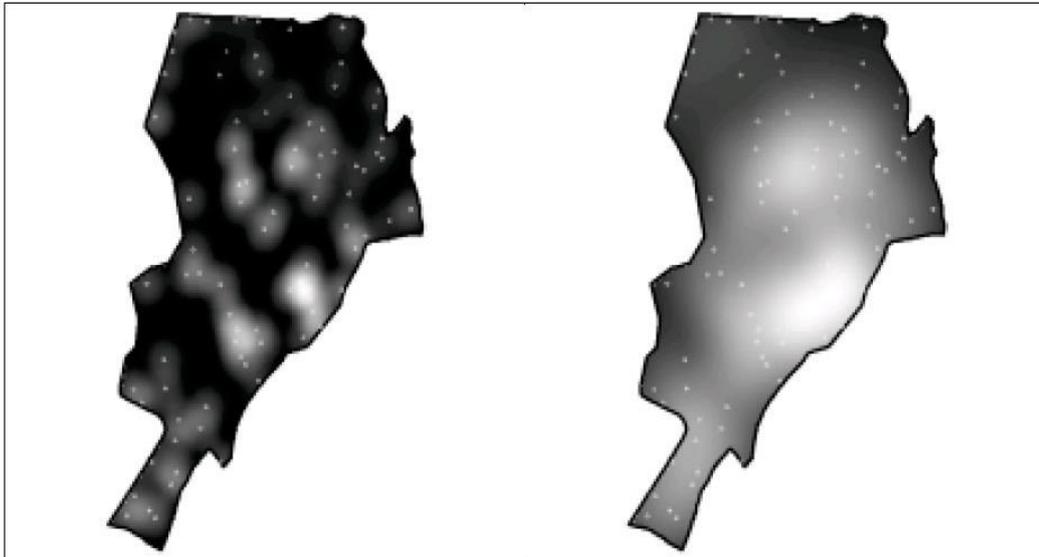


Figura 10. Superfícies interpoladas por Kernel. À esquerda, raio de busca de 500m; à direita, raio de busca de 1500m. Fonte: DRUCK et al., 2004.

Ao compararem os dois mapas, demonstram a grande importância de uma seleção apropriada do raio de busca no uso do estimador de Kernel. No primeiro,

predominam os efeitos locais, pelo uso de um raio de busca reduzido; o segundo mapa evidencia melhor a distribuição do fenômeno.

O estimador de densidade é útil, por exemplo, para fornecer um panorama geral de uma possível tendência na distribuição de alguma doença levando em consideração a distância dos domicílios e, conseqüentemente, um retrato de uma estimativa em um determinado momento (QUITES, 2009).

Registros de casos de toxoplasmose no surto ocorrido em Santa Isabel do Ivaí (PR) foram analisados através da técnica de Kernel (Figura 11), mostrando que a área de maior frequência de casos da doença coincidiu com a região abastecida por um dos reservatórios da cidade que posteriormente foi identificado o *Toxoplasma gondii* em amostras de água coletada durante a investigação do surto (BRASIL, 2002).

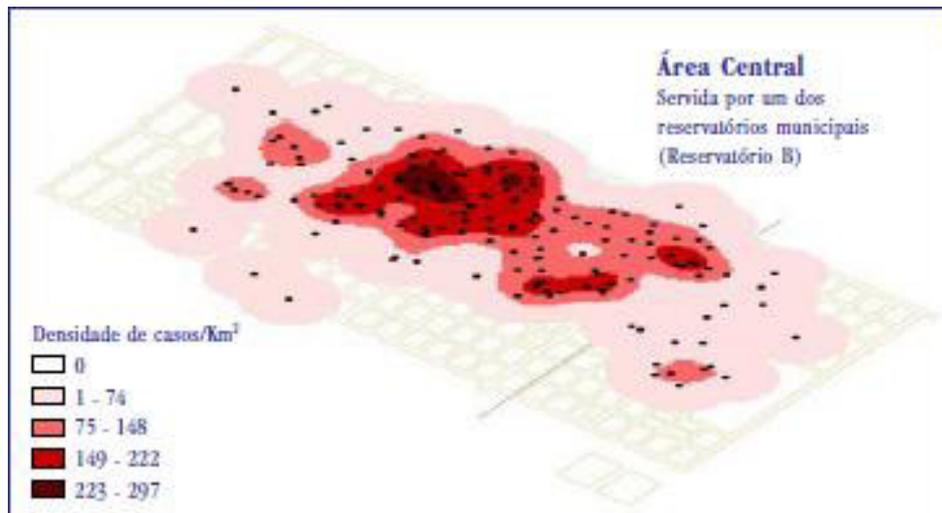


Figura 11. Mapa da distribuição dos casos de toxoplasmose em uma região da cidade de Santa Isabel do Ivaí – PR. Fonte: (BRASIL, 2002)

- **IDW**

A interpolação pelo inverso do quadrado da distância é uma técnica utilizada para a estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos conhecidos na mesma área ou região. Baseia-se no raciocínio de que, em média, os valores do atributo tendem a ser similares em locais mais próximos do que em locais mais afastados. Dessa forma atribui maior peso para as amostras mais próximas do que para as amostras mais distantes do ponto a ser interpolado (CÂMARA & MEDEIROS, 1998; AZPURUA & RAMOS, 2010).

De acordo com Jakob & Young (2006):

“A Ponderação do Inverso das Distâncias (*Inverse Distance Weighting*) implementa explicitamente o pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes. Para prever um valor para algum local não medido, o IDW usará os valores amostrados à sua volta, que terão um maior peso do que os valores mais distantes, ou seja, cada ponto possui uma influência no novo ponto, que diminui na medida em que a distância aumenta, daí seu nome”

O modelo consiste em se multiplicar os valores das amostras pelo inverso das suas respectivas distâncias ao ponto de referência para a interpolação dos valores, conforme equação abaixo (DEODORO & FONSECA, 2014):

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}} \quad (1)$$

Onde,

z = valores estimados;

n = número de amostras;

z_i = valores conhecidos;

d_i = distâncias entre os valores conhecidos e estimados (z_i e z).

A equação 1 pode ser adaptada para incluir uma potência para as distâncias, com isso pode-se atribuir pesos diferentes para a estimativa do valor de uma amostra para uma mesma distância:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p} z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}} \quad (2)$$

Observando-se a equação 2, verifica-se que foi adicionado uma potência “ p ” ao inverso das distâncias “ $\frac{1}{d_i}$ ”. Com essa modificação na equação pode-se atribuir diferentes valores a potência “ p ”, sendo que quanto maior for o valor dessa potência maior será a influência do vizinho mais próximo na estimativa dos valores (JAKOB & YOUNG, 2006).

Este método pode ser adequado para uma visualização ou interpretação preliminar da interpolação de uma superfície, entretanto, não é realizada uma avaliação da predição de erros, que pode produzir um efeito “*bull eyes*” ao redor da localização do dado, pequenas áreas que se diferenciam da suavização geral da variável. Este método assume que a superfície possui uma variação local, e funciona melhor se os pontos amostrais estão igualmente distribuídos pela área, sem estarem concentrados em determinado local. Os parâmetros mais importantes a se detectar, então, são as especificações de vizinhança, o parâmetro de poder (*power*) “*p*” e o fator de anisotropia, se existir (JAKOB & YOUNG, 2006)

Para elaborar, por exemplo, um mapeamento de precipitação pluvial de uma determinada região, não se encontrará suficientes estações meteorológicas distribuídas uniformemente para cobrir a região inteira. Com a utilização destes métodos de interpolação espacial, pode-se estimar o comportamento da precipitação para uma área onde não se verifica a presença de postos pluviométricos a partir de áreas com índices pluviométricos conhecidos ou ainda estimar a temperatura em locais sem dados registrados usando temperaturas conhecidas registradas em estações meteorológicas próximas (MAGALHÃES et al., 2013).

No município de Jaboticabal – SP, uma pesquisa utilizou o interpolador IDW (Figura 12) para identificar as áreas com maior índice de casos de dengue em diferentes regiões da cidade e associar com outras variáveis como a presença do mosquito e quantidade de vasos dentro e fora das casas.

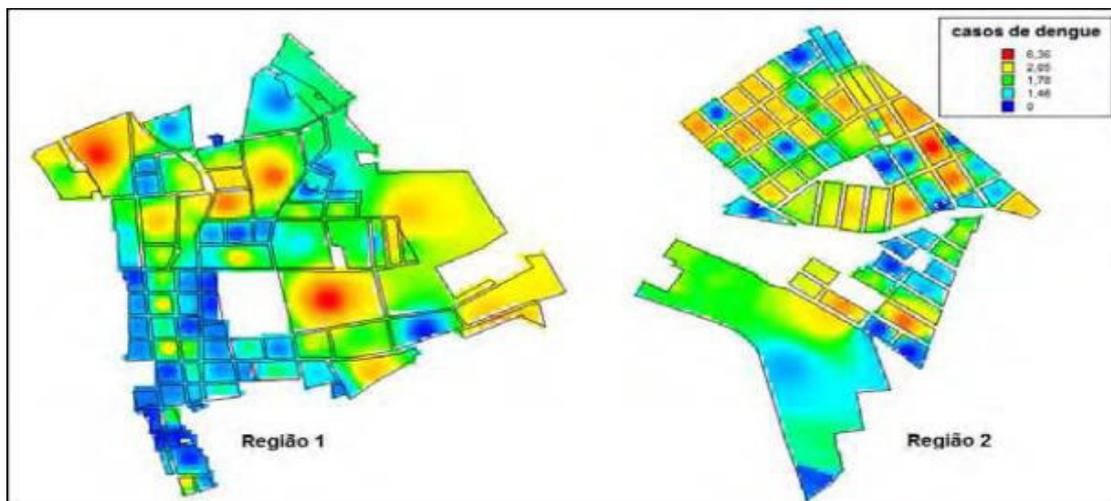


Figura 12. Mapa por quadras em pesquisa realizada em duas regiões de Jaboticabal, SP, 2011- 2012, indicando a distribuição quanto ao número de casos de dengue. Fonte: PICINATO (2012).

5 METODOLOGIA

5.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo ecológico a partir de um banco de dados histórico da investigação de um surto de toxoplasmose aguda realizada pela SVES/SEMUS/SL ocorrido em 2006 em um condomínio residencial de São Luís - Maranhão.

5.2 Cenário do estudo

A pesquisa foi realizada em um condomínio residencial que dispunha de 40 casas, 126 moradores/empregadas domésticas e quatro funcionários, totalizando 130 pessoas, tendo sido 110 entrevistadas e 20 pessoas não foram encontradas. Seis casas encontravam-se fechadas durante o período de investigação do surto. O local de estudo está localizado em área urbana do município de São Luís. A água utilizada para consumo humano provinha de um poço localizado no próprio condomínio e da Companhia de Água e Esgotos do Maranhão (CAEMA), que abastece o condomínio de forma intermitente.

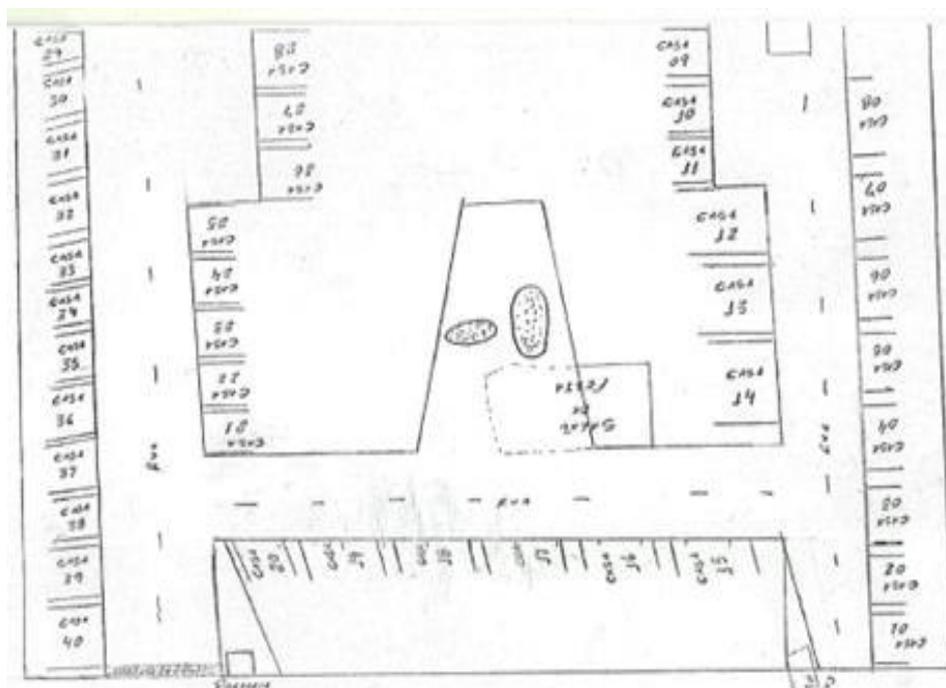


Figura 13. Croqui da planta do condomínio onde aconteceu o surto de toxoplasmose, São Luís/MA – 2006.

5.3 Etapas da pesquisa

O presente estudo foi desenvolvido em duas etapas: a primeira, realizada em 2006 que incluiu a investigação do surto por uma equipe multidisciplinar da SVES/SEMUS/SL; e a segunda desenvolvida pelos autores deste trabalho nos anos de 2015 a 2017, incluindo as análises estatísticas, espaciais e temporais a partir das informações do banco de dados colhido na investigação do surto, bem como a realização de uma pesquisa exploratória em bases de dados digitais de saúde.

5.3.1 Investigação do surto

Em junho de 2006 um médico infectologista notificou à SVES/SEMUS/SL sobre a ocorrência de cinco casos de toxoplasmose aguda entre indivíduos de um mesmo condomínio de casas na cidade de São Luís – Maranhão. A investigação do surto durou de junho a agosto de 2006 e contou com uma equipe de técnicos do Centro de Controle de Zoonoses e da SVES/SEMUS/SL que realizou inspeção sanitária no condomínio e coleta de 14 amostras de solo de jardinagem, cinco amostras de fezes de gatos e oito amostras de reservatórios de água (poço artesiano e caixas d'água do condomínio e das residências) para pesquisa direta de *Toxoplasma gondii*. Para imunofluorescência indireta para toxoplasmose, foram coletadas cinco amostras de soro de gatos pertencentes a moradores do condomínio.

A equipe multidisciplinar da SVES/SEMUS/SL entrevistou 110 pessoas, identificou os sinais e sintomas dos pacientes, determinou a incidência de casos de toxoplasmose aguda e investigou as prováveis fontes de infecção. Além disso, realizou também um inquérito soropidemiológico em 90 moradores, funcionários e empregadas domésticas do condomínio, sendo utilizado um questionário no qual constavam dados sobre identificação, informações epidemiológicas e história clínica (Anexo A).

O diagnóstico sorológico de toxoplasmose aguda foi estabelecido através da quantificação de anticorpos específicos (IgM e IgG) pela técnica de ELISA. Todas as pessoas que tiveram sangue coletado para a realização dos exames laboratoriais e

que apresentaram resultados acima dos valores de referência (Quadro 2) foram considerados casos reagentes para toxoplasmose.

Quadro 2. Valores de referência para diagnóstico de toxoplasmose pelo método de ELISA.

Técnica de ELISA para toxoplasmose		
Classes de anticorpos	Resultado	Valores de referência
IgM	Não Reagente	0,000 a 0,470 UI/ml
IgG	Não Reagente	0,00 a 15 UI/ml

De acordo com esses resultados sorológicos de quantificação dos anticorpos IgM e IgG contra o *Toxoplasma gondii*, os pacientes foram então classificados como suscetíveis ou não à doença conforme o quadro 3 abaixo.

Quadro 3. Susceptibilidade e tipo de infecção apresentada pelos pacientes investigados durante o surto de toxoplasmose, São Luís/MA – 2006.

Susceptibilidade à toxoplasmose			
Suscetível	IgM	IgG	Tipo de infecção
Sim	Não reagente	Não reagente	-
Sim	Reagente	Não reagente	Aguda
Sim	Reagente	Reagente	Recente
Não	Não Reagente	Reagente	Pregressa

Sabendo, então, a distribuição da quantidade de casos de toxoplasmose e a quantidade de pacientes suscetíveis à infecção por domicílio, foi calculado a taxa de ataque por casa. O cálculo da taxa de ataque consistiu na razão entre o número de casos de toxoplasmose e o número de suscetíveis em cada domicílio, expressa em porcentagem. Além disso, consideraram-se neste estudo que mulheres em idade fértil, eram aquelas que se encontravam na faixa de 14 a 49 anos de idade.

5.3.2 Análise estatística

Os dados foram inseridos no programa de análise estatística aplicada em epidemiologia de domínio público, denominado EPI INFO, versão 7.1.2.0, do CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) de Atlanta, Estados Unidos da América e a análise estatística foi utilizado o *software* STATA versão 10.0.

As variáveis categóricas foram apresentadas em frequências absolutas e em proporções: caso (sim ou não), sexo (masculino e feminino), situação (morador, empregada doméstica e funcionário do condomínio), resultado do ELISA para toxoplasmose IgM e IgG (reagente e não reagente), susceptibilidade à toxoplasmose (sim ou não), gestantes entre as mulheres em idade fértil (sim ou não) e taxa de ataque (em percentual). Para variáveis quantitativas foram calculadas as medidas de tendência central e de dispersão: idade em anos e número de pessoas por casa/portaria.

5.3.3 Análise espaço-temporal: geoprocessamento dos dados

Para as análises espaciais, bem como da distribuição dos casos notificados, este estudo utilizou abordagens empregadas pela Geografia da Saúde, a qual utiliza análises espaços-temporais no intuito de responder problemáticas ligadas à saúde e suas correlações com o ambiente. Para tanto, a pesquisa lançou mão do georreferenciamento de cada casa do condomínio com o auxílio de um dispositivo GPS, com o intuito de georreferenciar as casas/portaria do condomínio com seus respectivos registros de casos notificados.

Assim, através de técnicas de geoprocessamento, dados de localização do endereçamento das casas/portaria da área pesquisada coletados pelo dispositivo GPS foram utilizados para realizar as seguintes atividades com a finalidade de produzir mapas:

- Distribuição espacial dos registros de casos, por residência/portaria;
- Análise temporal da data do início dos sintomas.

Foi utilizado o *Google Earth Pro*[®] para captura de imagens por imagiadores orbitais que contribuíram qualitativamente nas representações espaciais. Para a confecção do gráfico de análise temporal da ocorrência do surto e a data da manifestação dos sintomas, foi utilizado o programa *Exce*[®] 2010.

Para analisar a distribuição espaço-temporal da problemática aqui discernida, esta pesquisa utilizou dois SIG (*ArcGIS*® 10.1 e *QGIS*® 2.14) para realização do tratamento computacional dos dados geográficos (análises geoestatísticas), com destaque para as técnicas de distribuição espacial por pontos, o estimador de Kernel, e o interpolador IDW.

A partir da coleta dos pontos referentes à localização de cada uma das casas e portaria do condomínio, foi confeccionada uma planilha com suas respectivas coordenadas (X e Y). Com o auxílio do software *QGIS*® 2.14, utilizou-se uma base já georreferenciada em um sistema de coordenadas planas disponibilizada pelo IBGE, correspondente ao limite territorial do município de São Luís e, através da opção “adicionar camada”, foi selecionada a planilha com as coordenadas de interesse da pesquisa e os pontos foram automaticamente inseridos no seu devido local.

Foi realizada a ligação entre essa base vetorial em formato de pontos recém-produzida com a base de dados da investigação do surto através da ferramenta “uniões”. Após esta etapa, já com a quantidade de casos e de indivíduos não suscetíveis por cada casa/portaria organizada em planilhas separadas, selecionou-se uma de cada vez para a elaboração da análise espacial usando o interpolador IDW e o estimador de Kernel com o auxílio do software *ArcGIS*® 10.1.

A partir do número de casos confirmados e de pessoas não suscetíveis, foi utilizado o algoritmo IDW que estimou valores de ocorrências a partir da distância média ponderada entre vizinhos próximos. Foram interpoladas as colunas com valores de casos por casa/portaria, sendo que o fator de interpolação é calculado de maneira automatizada pelo software de acordo com os valores dos dados e suas distancias médias. Assim, o algoritmo estabeleceu valores de inferência de 137,70m.

Já na técnica do estimador de Kernel, foram analisadas as densidades dos pontos referentes aos casos e às pessoas não suscetíveis distribuídos na área do estudo. Assim, para a elaboração dos mapas através desta técnica, utilizou-se o algoritmo da densidade de Kernel Gaussiano ou normal, sendo o valor de raio de 55,5m, calculado automaticamente pelo SIG.

5.3.4 Pesquisa exploratória

Foi realizada uma pesquisa exploratória nas bases de dados PUBMED, MEDLINE e SciELO, utilizando-se concomitantemente os descritores “*spatial analysis*” e “*toxoplasmosis*”. Todas as referências encontradas que citavam ou discutiam o uso de geotecnologias associado à toxoplasmose foram analisadas e descritas no referencial teórico desta pesquisa.

5.4 Aspectos éticos

O condomínio e os envolvidos na investigação não foram contatados, já que os dados pesquisados fazem parte do referido banco de dados da SVES/SEMUS/SL. O estudo não identificou os envolvidos, e não envolveu intervenção diagnóstica ou terapêutica, atendendo-se aos princípios éticos para a realização de pesquisas que envolvem seres humanos conforme a Resolução nº466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa e aprovada sob parecer número 1.331.465(ANEXO B) e Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 49732315.5.0000.5086.

6. RESULTADOS

Na investigação do surto não foram encontradas formas do *Toxoplasma gondii* em nenhuma das amostras ambientais (solo, fezes de gatos, água dos reservatórios), assim como nas amostras de sangue coletadas dos gatos pertencentes aos moradores do condomínio. Entretanto, foi relatada por moradores a presença de um gato que habitava as proximidades da caixa d'água do condomínio, mas não foi possível realizar a coleta de fezes deste animal para pesquisa do parasita.

6.1 Análise epidemiológica

6.1.1 Características gerais da população do estudo

Houve um surto com 33 casos de toxoplasmose aguda num condomínio residencial em São Luís – MA, onde a SEVS/SEMUS/SL realizou um inquérito epidemiológico em 110 moradores, empregadas domésticas e funcionários (Tabela 1). Dentre esse total de pessoas entrevistadas, sete referiram possuir gato, tendo ocorrido dois casos de toxoplasmose aguda neste grupo, gerando uma proporção de 28,57% (2/7), porém sem significância estatística.

Tabela 1. Distribuição dos indivíduos quanto à condição clínica e aspectos sóciodemográficos. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Características	n	%
Condição clínica		
Casos de toxoplasmose aguda	33	30,00
Assintomáticos	77	70,00
Sexo		
Masculino	46	41,82
Feminino	64	58,18
Situação de moradia		
Morador	85	77,27
Doméstica	21	19,09
Funcionário do condomínio	4	3,64
Total	110	100,00

Foi possível realizar a sorologia para toxoplasmose em 90 pessoas. Destas, 37 já tinham exposição prévia ao *Toxoplasma gondii*, 53 eram suscetíveis e 33

apresentaram infecção aguda ou recente, tendo sido a taxa de ataque 62,26% (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados da sorologia e susceptibilidade à doença. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Características	n	%
Resultados ELISA, n=90		
IgG reagente/IgM reagente	30	33,33
IgG não reagente/IgM reagente	3	3,33
IgG não reagente/IgM não reagente	20	22,22
IgG reagente/IgM não reagente	37	41,11
Suscetível, n=90		
Sim	53	58,88
Não	37	41,11
Taxa de ataque, n=53	33	62,26

6.1.2 Características dos casos de toxoplasmose aguda

A média e o desvio padrão da idade e do número de pessoas por casa/portaria dos casos foi de $27,81 \pm 14,24$ e $0,94 \pm 1,21$, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação dos casos com os não casos, segundo características demográficas. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Características	Casos	
	Sim (n=33)	Não (n=77)
Idade (anos)		
Mínimo	1	0
Máximo	57	84
Média \pm DP	$27,81 \pm 14,24$	$27,97 \pm 16,62$
Mediana	29	28
Nº pessoas por casa/portaria		
Mínimo	0	0
Máximo	6	6
Média \pm DP	$0,94 \pm 1,21$	$2,23 \pm 1,59$
Mediana	1	2

Houve predomínio do sexo feminino. Dentre os 20 casos ocorridos em mulheres, 15 (75%) estavam em idade fértil, sendo uma gestante (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação dos casos com os não casos, segundo características demográficas e resultados da sorologia. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Características	Casos	
	Sim n (%)	Não n (%)
Sexo		
Masculino	13 (39,39)	33 (42,86)
Feminino	20 (60,61)	44 (57,14)
Situação de moradia		
Morador	27 (81,82)	58 (75,32)
Doméstica	5 (15,15)	16 (20,78)
Funcionário	1 (3,03)	3 (3,90)
Resultado dos exames		
IgG reagente/IgM reagente	30 (90,91)	-
IgG não reagente/IgM reagente	3 (9,09)	-
IgG reagente/IgM não reagente	-	37 (64,91)
IgG não reagente/IgM não reagente	-	20 (35,08)
Gestantes entre as mulheres em idade fértil		
Não	14 (93,33)	36 (97,30)
Sim	1 (6,67)	1 (2,70)

Além disso, a frequência máxima de casos por casa/portaria ocorreu na casa de número 35, registrando 6 casos num total de 9 moradores (Gráfico 1).

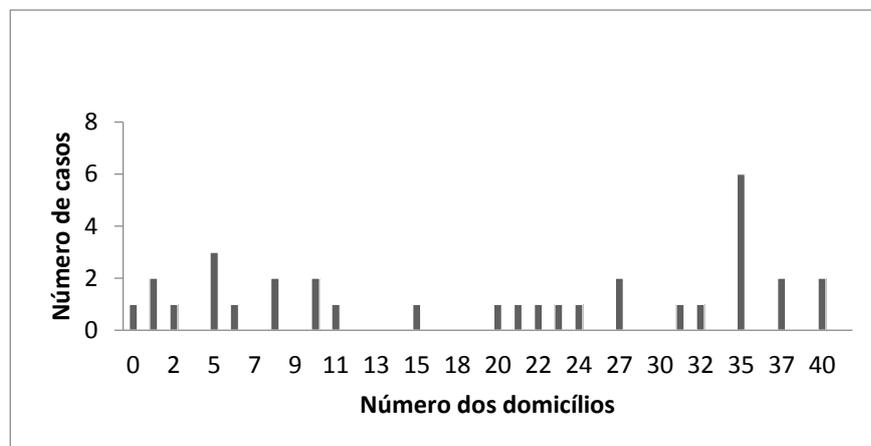


Gráfico 1. Número de casos por casa/portaria. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

6.1.3 Características dos suscetíveis à toxoplasmose

A média e o desvio padrão da idade e do número de pessoas por casa/portaria dos suscetíveis foi de $25,19 \pm 14,59$ e $1,51 \pm 1,61$, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Comparação dos suscetíveis com os não suscetíveis, segundo características demográficas. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Características	Suscetíveis	
	Sim (n=53)	Não (n=37)
Idade (anos)		
Mínimo	0	9
Máximo	57	84
Média ± DP	25,19 ± 14,59	35,62 ± 14,47
Mediana	25	31
Número de moradores por casa/portaria		
Mínimo	0	0
Máximo	8	4
Média ± DP	1,51 ± 1,61	1,06 ± 1,03
Mediana	1	1

Dentre 31 mulheres suscetíveis, 23 (74,19%) encontravam-se em idade fértil (Tabela 6), sendo a taxa de ataque de 65,21%.

Tabela 6. Comparação dos suscetíveis com os não suscetíveis, segundo características demográficas e resultados da sorologia. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Características	Suscetíveis	
	Sim n (%)	Não n (%)
Sexo		
Masculino	22 (41,51)	11 (29,73)
Feminino	31 (58,49)	26 (70,27)
Situação de moradia		
Morador	44 (83,02)	23 (62,16)
Doméstica	8 (15,09)	12 (32,43)
Funcionário	1 (1,89)	2 (5,41)
Resultado dos exames		
IgG reagente/IgM reagente	30 (56,60)	-
IgG não reagente/IgM reagente	3 (5,66)	-
IgG reagente/IgM não reagente	-	37 (100)
IgG não reagente/IgM não reagente	20 (37,74)	-
Gestantes entre as mulheres em idade fértil		
Não	22 (95,65)	23 (95,83)
Sim	1 (4,35)	1 (4,17)

6.1.4 Número de pessoas e taxa de ataque por casa/portaria

Foram pesquisadas 34 casas e a portaria do condomínio. A média e o desvio padrão da quantidade de moradores/empregadas domésticas/funcionários e a taxa de ataque (%) por quantidade de casas/portaria estão representadas na tabela 7.

Tabela 7. Média e desvio padrão da quantidade de pessoas por casa/portaria e taxas de ataque por quantidade de casas/portaria (n=35). Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Características	Resultados
Moradores/empregadas domésticas/funcionários por casa/portaria	
Mínimo	1
Máximo	9
Média ± DP	3,14 ± 1,91
Mediana	2
Taxa de ataque em %	Quantidade de casas/portaria
0	15
50	3
67	1
75	2
100	14

A taxa de ataque e o número de casos por casa/portaria estão representados na Figura 14.



Figura 14. Taxa de ataque e número de casos por casa/portaria. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

6.1.5 Consumo de água mineral ou filtrada

O consumo de água filtrada foi um fator de risco para o adoecimento dentre os suscetíveis (Tabela 8).

Tabela 8. Comparação dos casos com os não casos dentre os suscetíveis, segundo consumo de água mineral ou filtrada. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Variável	Casos		Total (n=53)	Valor de p*
	Sim(n=33)	Não(n=20)		
Água mineral				0,535
Sim	9	6	15	
Não	24	14	38	
Filtro comum				0,377
Sim	0	1	1	
Não	33	19	52	
Filtro de torneira				0,049
Sim	33	17	50	
Não	0	3	3	

*Teste exato de Fisher

6.1.6 Sintomas dos casos de toxoplasmose

Os sintomas mais comuns foram: cefaléia, febre e linfadenopatia (Tabela 9).

Tabela 9. Sinais e sintomas de casos de toxoplasmose aguda. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Sinais e sintomas	n	%
Cefaléia	29	87,88
Febre	29	87,88
Linfadenopatia	24	72,73
Cansaço/fadiga	23	69,7
Dor muscular	21	63,64
Anorexia	16	48,48
Sudorese noturna	16	48,48
Artralgias	15	45,45
Náuseas/Vômitos	13	39,39
Fotossensibilidade	11	33,33
Odinofagia	11	33,33
Dor ocular	10	30,3
Dor abdominal	8	24,24
Vista embaçada	8	24,24
Rash exantemático	7	21,21
Gânglios	5	15,15

6.2 Análise espacial e temporal

6.2.1 Representação temporal e espacial do surto

A distribuição do número de casos a partir da data de início dos sintomas mostrou que o surto atingiu o pico em 25 de maio (20 dias depois da observação do primeiro caso) e teve seu término em 15 de agosto de 2006 (Gráfico 2).

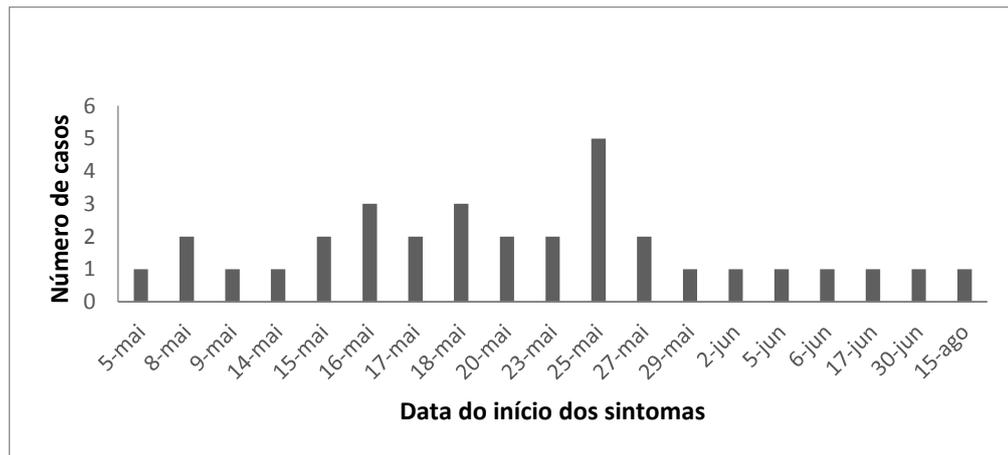


Gráfico 2. Número de casos por data do início dos sintomas. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Espacialmente, os casos foram representados por pontos distribuídos em cima de cada casa/portaria (Figura 15).



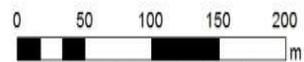
Figura 15. Mapa da distribuição dos casos. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

De forma análoga, os moradores, funcionários do condomínio ou empregadas domésticas suscetíveis à doença, foram representados na figura 16.



Surto de toxoplasmose em condomínio residencial de São Luís, Maranhão - Brasil

Frequência de suscetíveis



Sistemas de coordenadas planas
 Projeção Universal Transversa de Mercator
 Sirgas 2000, 23 M 45° Wgr
 Base: Imagem Geoway

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de São Luís (SEMUS)
 Organização dos dados: Guilherme Nunes
 Elaboração: Paulo Roberto Mendes Pereira

Figura 16. Mapa da distribuição dos suscetíveis. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

6.2.2 Geoestatística

De acordo com a técnica do estimador de Kernel, a frequência de casos de toxoplasmose foi maior na área oeste e nordeste do condomínio (Figura 17).

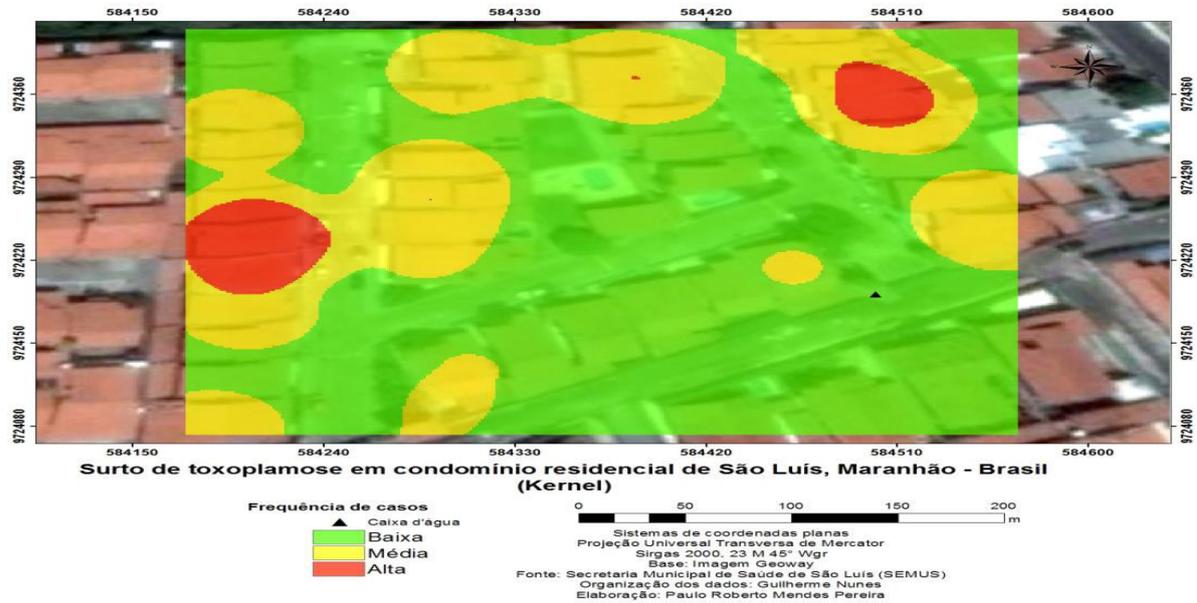


Figura 17. Mapa da distribuição dos casos pela técnica de Kernel. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Paralelamente, os moradores, empregadas domésticas e funcionários do condomínio que não poderiam adquirir a doença devido ao prévio contato (não suscetíveis), foram representados de acordo com a figura 18.

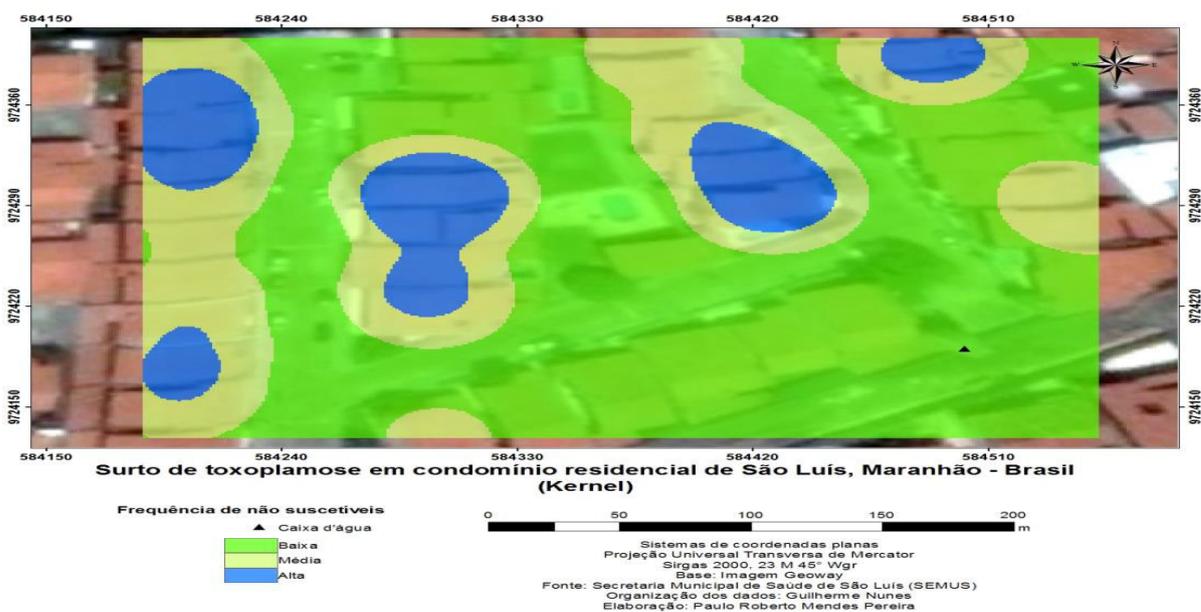


Figura 18. Mapa da distribuição dos não suscetíveis pela técnica de Kernel. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

Quanto ao método IDW percebe-se que a distribuição dos casos e dos não suscetíveis permaneceu, de maneira geral, com o mesmo padrão de distribuição do estimador de Kernel (Figuras 19 e 20, respectivamente).

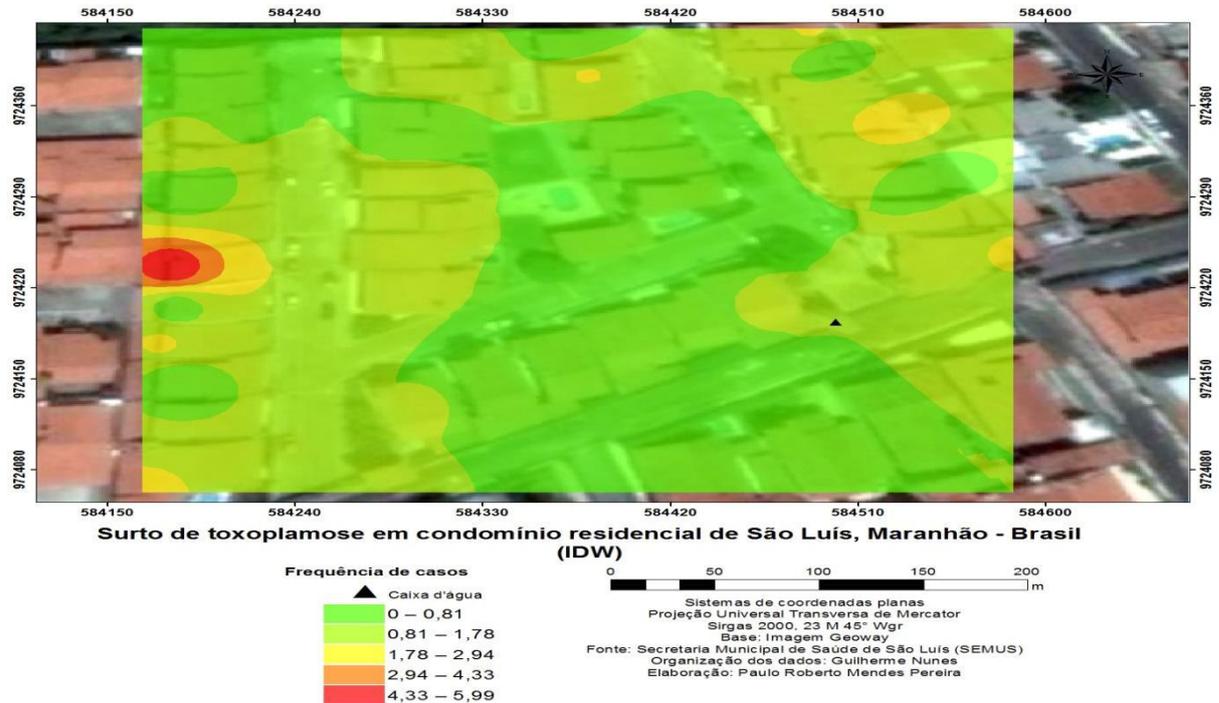


Figura 19. Mapa da distribuição dos casos pela técnica IDW. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).



Figura 20. Mapa da distribuição dos não suscetíveis pela técnica de IDW. Surto de toxoplasmose em condomínio residencial em São Luís – MA (2006).

7 DISCUSSÃO

Na investigação deste surto encontrou-se associação entre uso de filtro de torneira (valor de $p=0,049$) e o adoecimento por toxoplasmose. Considerando que os doentes não tiveram participação em nenhum evento comum em que pudessem ter se exposto à mesma alimentação, acredita-se que o reservatório comum de água do condomínio tenha sido contaminado com oocistos de *Toxoplasma gondii*, sobretudo porque foi observado que todos os 33 casos de toxoplasmose aguda referiram consumir água de filtro de torneira.

Por outro lado, não foi possível comprovar a presença de formas infectantes do parasita na água devido a dificuldades operacionais como, por exemplo, o fato de que quando a SVES/SEMUS/SL tomou conhecimento do surto, 30 pessoas já apresentavam sintomas da doença; também não foi coletada água dos reservatórios das casas que estavam fechadas antes e durante o surto e que ainda poderiam ter água contaminada; além disso, a quantidade de água coletada para pesquisa de oocistos do parasita foi insuficiente.

Na literatura, os dois surtos de toxoplasmose de maior importância mundial no que diz respeito à quantidade de indivíduos infectados, foram os de veiculação hídrica, mais precisamente em 1995 na província de *Greater Victoria* no Canadá com 110 pessoas infectadas (BOWIE et al., 1997) e, posteriormente, em 2002 o maior surto registrado até hoje no município de Santa Isabel do Ivaí (PR) no Brasil, com 426 pessoas apresentando sorologia reagente para toxoplasmose (BRASIL, 2002; MOURA et al., 2006; ALMEIDA et al., 2011).

O MS divulgou um boletim epidemiológico tratando do surto em Santa Isabel de Ivaí, onde utilizou a técnica de Kernel para mapear os registros de casos da doença no município, mostrando que a área de maior densidade de casos de toxoplasmose foi exatamente a região abastecida pelo reservatório B da cidade, cujas instalações foram encontradas em precárias condições de manutenção, apresentando infiltrações e vazamento (BRASIL, 2002), sendo importante destacar que se a análise espacial tivesse sido feita concomitantemente à investigação do surto, a fonte suspeita poderia ter sido descoberta com maior antecedência e garantido o fechamento imediato daquele reservatório, podendo, inclusive, ter amenizado a velocidade de disseminação da doença.

Em ambos os surtos citados, diversos fatores associados contribuíram para a contaminação dos reservatórios de água para abastecimento da população, dentre eles, o de maior destaque foi a constante presença de gatos domésticos infectados e liberando oocistos de *Toxoplasma gondii* próximos aos reservatórios. De acordo com a FUNASA (2002), este tipo de contaminação pode levar a surtos ou epidemias em uma cidade ou mesmo numa região.

A frequência de casos de toxoplasmose aguda dentre todos os 110 indivíduos que tiveram sua situação clínica investigada foi de 30%. No surto de toxoplasmose ocorrido em 2004 numa aldeia surinamesa, 11 pessoas adoeceram de um total de 33 moradores investigados (33%), tendo ocorrido três óbitos: um adulto, um recém-nascido e um feto (DEMAR et al., 2007).

Já se tratando dos 90 indivíduos em que houve coleta de sangue para investigação laboratorial, 36,66% apresentaram padrão sorológico de infecção aguda/recente. No surto de toxoplasmose humana ocorrido em 2004 no Distrito de Monte Dourado, município de Almeirim-PA, dentre 186 testados, 40 (21,5%) apresentaram padrão sorológico de infecção aguda/recente (CARMO et al., 2010).

A triagem sorológica permitiu observar a ocorrência de 33 casos de toxoplasmose dentre 53 indivíduos suscetíveis à doença, revelando uma elevada taxa de ataque (62,26%). No surto de toxoplasmose intrafamiliar ocorrido em 2005 na cidade de Santa Vitória do Palmar – RS no qual se suspeitou de um embutido de carne suína (“copa”) e cuja taxa de ataque foi de 62,5% entre os suscetíveis (BRASIL, 2006b). No surto de toxoplasmose aguda ocorrido em 2009 numa unidade industrial do Estado de São Paulo, a taxa de ataque foi de 35,5% em pessoas suscetíveis que consumiram o mesmo tipo de alimentação dentro da empresa (EKMAN et al., 2012). No surto ocorrido no ano de 2006 em Anápolis – GO, os pesquisadores identificaram uma taxa de ataque de 19,4% em participantes suscetíveis de uma festa de confraternização da Polícia Civil do Estado de Goiás que consumiram quibe cru provavelmente contaminado com *Toxoplasma gondii* (BRASIL, 2007b).

Por outro lado, Lopes & Berto (2012) afirmam que os surtos de veiculação hídrica possuem taxas de ataque superiores aos surtos que envolvem ingestão de produtos de origem animal contaminados por cistos do *Toxoplasma gondii*, uma vez que a água contaminada com oocistos propaga a infecção a um grande número de

peessoas, aumentando o número de casos no decorrer dos dias. Estes mesmos autores afirmam ainda que a infecção por esporozoítos (presentes nos oocistos eliminados nas fezes de felinos que podem contaminar a água e os alimentos) tende a ser mais patogênica, corroborando com os achados do presente estudo, bem como os dos já citados surtos de veiculação hídrica ocorridos em *Greater Victoria* no Canadá (BOWIE et al., 1997) e em Santa Isabel do Ivaí no Brasil (MOURA et al., 2006).

Neste surto, 41,11% das pessoas testadas já apresentavam infecção pregressa por toxoplasmose (IgG reagente). No surto de Anápolis – GO houve 48,5% de prevalência de toxoplasmose antiga (BRASIL, 2007b), assim como no surto de toxoplasmose do Distrito de Monte Dourado no município de Almeirim - PA: 44,1% de prevalência de infecção pregressa (CARMO et al., 2010). No Brasil, a prevalência da infecção variou de 50 a 80% na população, sendo encontrados valores mais elevados em algumas regiões do norte e do sul do país (ORÉFICE & BONFIOLI, 2000 apud VIEIRA, 2010).

A data do início dos sintomas do primeiro caso foi dia 05 de maio de 2006 e o último dia 15 de agosto do mesmo ano. Não foi possível determinar o período de incubação, uma vez que não se tem uma data específica de exposição ao *Toxoplasma gondii* por se tratar de um surto com provável veiculação hídrica. Entretanto, supõe-se que a exposição aconteceu em abril do mesmo ano, considerando-se que o período de incubação da doença varia de quatro a 21 dias.

Em alguns surtos é possível determinar o período de incubação, por exemplo, no surto acontecido no município de Anápolis-GO em que todos os doentes foram expostos a uma alimentação comum provavelmente contaminada (quibe cru) no dia 17 de dezembro de 2005, tendo ocorrido o aparecimento do primeiro sintoma no primeiro caso dois dias após a exposição e o último, 27 dias depois (BRASIL, 2007b).

Os sinais e sintomas mais frequentes encontrados por este estudo foram: cefaléia, febre e linfadenopatia. Levando em consideração que cefaléia e febre são sinais e sintomas inespecíficos e que por isso podem ser confundidos com outras doenças, a frequência de relatos de linfadenopatia neste surto mereceu destaque uma vez que, durante a fase aguda da toxoplasmose adquirida, esta é a manifestação clínica mais comum, geralmente na região cervical, embora outros

grupos de gânglios também possam estar aumentados (McCABE et al., 1987). Desde o início dos anos 1950 que Siim et al. já descreviam que a forma linfadenopática da toxoplasmose é reconhecida como a manifestação clínica mais frequente entre pacientes acometidos pela toxoplasmose (apud REMINGTON, 1974).

A idade dos casos de toxoplasmose variou de 1 a 57 anos, com mediana de 29 anos. No surto na cidade de Anápolis que teve a idade dos doentes variando de 1 a 66 anos, com mediana de 28 anos (BRASIL, 2007b), assim como no surto de Santa Vitória do Palmar – RS no qual a idade dos pacientes variou de dois meses a 54 anos, com mediana de 24 anos (BRASIL, 2006b).

Quanto ao sexo, 39,39% dos casos eram do sexo masculino, enquanto 60,61% eram mulheres. Numa investigação de um surto de toxoplasmose ocorrido em 2006 associado ao consumo de prato à base de carne crua ocorrido nas cidades do Guarujá e de São Paulo, os autores perceberam uma frequência de 67% de casos atingindo mulheres e 33% deles acontecendo entre os homens (EDUARDO et al., 2007). Por outro lado, no surto intrafamiliar em Santa Vitória do Palmar – RS, os pesquisadores encontraram uma frequência de casos de toxoplasmose menor entre as mulheres (40%), enquanto que entre os homens essa mesma taxa foi de 60% (BRASIL, 2006b). No presente surto, a maior frequência de casos em mulheres pode ser justificada pela maior quantidade de mulheres suscetíveis à infecção toxoplásmica (58,49%) do que os homens suscetíveis (41,51%).

Essa maior frequência de casos entre indivíduos do sexo feminino assume grande importância quando se observa que 74,19% das mulheres suscetíveis à doença (23/31) ainda se encontravam em idade fértil, grupo este que também apresentou uma alta taxa de ataque (65,21%), inclusive tendo ocorrido um caso de transmissão vertical. De acordo com Pedreira (1995, apud LEÃO et al, 2004), é importante se estabelecer o perfil sorológico da mulher em idade fértil por permitir que sejam tomadas medidas terapêuticas a fim de minimizar a transmissão vertical na vigência de infecção aguda na gravidez, ou ainda, de se fazer uma orientação higienodietética no pré-natal adequada à paciente suscetível para evitar a sua contaminação.

No Brasil, inquéritos epidemiológicos realizados em gestantes com diferentes testes sorológicos têm mostrado uma alta prevalência de toxoplasmose

(RODRIGUES, 2007), sendo que 30% a 45% das mulheres em idade fértil não apresentam anticorpos específicos para a toxoplasmose, com risco de contraí-la na gestação e transmiti-la ao concepto (FRENKEL, 2002 apud RODRIGUES, 2007).

De acordo com Avelino et al. (2003), espera-se que as infecções agudas com detecção de anticorpos do tipo IgM ocorram com mais frequência em pacientes jovens, devendo se dar atenção especial às gestantes, uma vez que elas têm risco 7,7 vezes maior de adquirir a doença (apud Inagaki et al., 2014). Desta forma, pode-se afirmar que a toxoplasmose é uma infecção com uma taxa de prevalência importante no surto estudado, sobretudo por refletir os riscos que as mulheres e as gestantes suscetíveis possuíam de contrair a infecção.

Apesar da demanda pela utilização de SIG vir aumentando consideravelmente no Brasil em estudos que tratam de saúde pública para análise de riscos e vulnerabilidades socioambientais de uma população, o mapa da distribuição das casas no condomínio onde aconteceu o surto (2006) foi feito manualmente pela SVES/SEMUS/SL (Figura 13), da mesma forma como John Snow (1854) mapeou os casos do surto de cólera ocorrido em Londres (Figura 2), ou seja, mesmo depois de mais de 150 anos ainda foi usado um mapa manual para representar situações de riscos epidemiológicos.

Em decorrência disso, no presente estudo o risco de adoecimento e a ocorrência de casos de toxoplasmose na população daquele condomínio, foram apresentados em mapas digitais utilizando-se o *Google Earth Pro*[®] ou ainda por diferentes técnicas geoestatísticas com o auxílio de dois SIG. De acordo com Ferreira et al. (2012), há estudos que apontam para a importância da análise espacial na saúde pública no Brasil, sobretudo na avaliação de riscos e no mapeamento de doenças (BARCELLOS & RAMALHO, 2002; SKABA et al., 2004).

A figura 14, por exemplo, apresenta dois importantes dados do presente estudo sob uma perspectiva espacial: taxa de ataque e o número de casos por cada domicílio do condomínio. É possível ver também a localização da caixa d'água bem como da portaria e das casas que estavam fechadas quando do acontecimento do surto, ou ainda, a própria disposição das casas dentro do condomínio, tudo isso de forma rápida, gratuita e intuitiva através do programa *Google Earth Pro* que ainda permanece pouco utilizado.

A distribuição do número de casos foi representada de outra maneira (Figura 15), através de legendas em mapa que conta com escala e orientação, confeccionado a partir de um programa robusto (*ArcGIS®*), não gratuito, mas que possui valor acessível, sobretudo em decorrência da boa relação custo-benefício que ele pode trazer ao permitir a produção de mapas por diferentes técnicas geoestatísticas e de quaisquer outros problemas que se pretenda estudar, facilitando até mesmo no processo de tomada de decisões por parte de um órgão gestor que necessite intervir, por exemplo, em um determinado evento de saúde pública, ocorrido numa casa, num bairro, numa cidade ou até mesmo em um país.

Além disso, o mapa da figura 16 representa a distribuição das pessoas por casa/portaria do condomínio que poderiam adquirir a toxoplasmose naquele surto (suscetíveis), permitindo visualizar facilmente que a casa em que ocorreu a maior quantidade de casos da doença foi exatamente a que possuía a maior quantidade de pessoas suscetíveis à infecção. Desta forma, a representação espacial desse grupo de risco se torna importante, pois acaba sendo uma análise de riscos e vulnerabilidades da população que está exposta ao agente infeccioso, servindo o surto como um exemplo para outras pesquisas em saúde ou ainda para gestores quanto à adoção de estratégias específicas de prevenção e controle de doenças no âmbito da saúde pública.

Ao analisar os resultados obtidos a partir da técnica de Kernel (Figuras 17 e 18), destaca-se que foram observadas duas áreas com alta densidade de casos (oeste e nordeste), fato que está associado principalmente à quantidade de registros de casos da doença naquelas regiões. Já ao analisar a distribuição de pessoas não suscetíveis, observou-se alta densidade em diversos setores (maior área), indicando que mesmo apresentando elevado número de registros para toxoplasmose, os casos se concentraram em sua maioria em setores pontuais da área de estudo.

Já em relação aos resultados das análises espaciais por meio do interpolador IDW (Figuras 19 e 20), foi possível observar que a área do condomínio que apresentou maior estimativa de casos, com distribuição espacial de até 5,99 casos, foi a região oeste, seguida da porção nordeste que incluiu valores de até 2,94 casos em pequenas regiões. A área central apresentou baixa estimativa de casos, com setores pontuais entre 0,00 a 0,81. Observou-se também que as maiores áreas

apresentaram entre 0 e 1,78 casos, sendo encontrada em todos os setores do condomínio. O mapeamento das pessoas não suscetíveis seguiu uma lógica contrária aos registros dos casos. É importante destacar que regiões alheias aos limites do condomínio apresentaram estimativas para ocorrência de casos e de pessoas não suscetíveis, fato que está associado ao cálculo matemático que envolve a distância média dessas variáveis.

Desta forma, ao se comparar as técnicas aplicadas, se destaca certa semelhança na localização das áreas com maior frequência de casos, porém o modelo Kernel se mostrou com uma melhor demonstração da realidade, por utilizar a distribuição dos casos a partir de sua densidade, e estimar áreas com frequências mais fidedignas. Este fato parece estar associado com o tamanho do condomínio bem como da quantidade de casos, indicando que para se utilizar técnicas com estimativas a partir do interpolador IDW se necessita de uma melhor distribuição, maior área a ser estudada e maior quantidade de casos registrados.

É importante destacar, portanto, como essas ferramentas ajudam a interpretar situações como a do presente surto, onde, a partir dos mapas de cores, os casos da doença foram representados por cores quentes (vermelho), enquanto que os indivíduos que não poderiam mais adquirir a doença foram representados por cores frias (azul). Desta forma pode-se perceber que uma imagem interfere na outra, ou seja, as manchas de não suscetíveis impediu de certa forma que a mancha do agravo (casos) se difundisse para aquela área.

A geoestatística, de modo geral, permite fazer relações com variáveis socioambientais ou socioeconômicas, mas no presente surto foi realizada uma análise de correlação somente no quesito distância, ou seja, os mapas de Kernel e IDW aqui apresentados apresentaram o problema apenas através do cálculo de área, concluindo que as áreas quentes (de maior concentração de casos) não se encontravam próximas da fonte suspeita, ou seja, as casas mais próximas da caixa d'água não apresentam manchas vermelhas. Sob esta análise, portanto, não é possível afirmar que os pacientes das casas mais próximas da caixa d'água possuíam um risco maior de adoecimento em comparação com os das casas mais afastadas.

Percebe-se, então, que a análise geoestatística mostrou que a proximidade física/espacial de área não apresentou associação entre as casas com maior

quantidade de casos da doença e a fonte suspeita, sugerindo que seria importante estudar outros elementos ambientais para provar a ligação estatística com a caixa d'água, como é o caso, por exemplo, da engenharia dos canos que distribuem a água dentro do condomínio.

Destaca-se ainda que, o fato desta pesquisa não ter encontrado correlações significativas no que diz respeito às análises espaciais, isto não invalida a associação estatística encontrada entre os dados epidemiológicos do tipo de abastecimento de cada casa com a fonte suspeita. Ao contrário, as duas são importantes maneiras de se analisar um banco de dados e que, dessa forma, de fato a geoestatística está complementando as essenciais análises epidemiológico-descritivas de um evento de saúde, melhorando a visualização do problema numa perspectiva espacial e incluindo possibilidades mais didáticas de representação de situações de riscos e vulnerabilidades em saúde de uma determinada população.

O ponto forte deste estudo foi a utilização de geotecnologias para análise de um surto de toxoplasmose, associação que tem sido pouco descrita na literatura. Por outro lado, a principal limitação foi o fato de não ter sido coletada amostra de água dos reservatórios das casas fechadas que, por não terem a água renovada, poderiam conter o parasita e, por conseguinte, permitir a identificação do mesmo, ratificando de maneira mais contundente a hipótese de que o surto ocorrido se deu por veiculação hídrica.

8 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu observar que os resultados dos exames sorológicos para toxoplasmose revelaram a ocorrência de 33 casos de infecção aguda ou recente da doença dentre as 53 pessoas suscetíveis, gerando uma taxa de ataque de 62,26%. Os registros de casos e de suscetíveis foram mais frequentes no sexo feminino, merecendo destaque o fato de que o surto apresentou uma alta taxa de ataque entre as mulheres em idade fértil, grupo que merece destaque em decorrência da possibilidade de transmissão vertical da infecção e de eventuais sequelas para a criança.

As pessoas suscetíveis que consumiram água de filtro de torneira apresentaram maior risco de adoecimento, corroborando a hipótese de que o surto tenha sido de veiculação hídrica, provavelmente a partir da contaminação do reservatório de água do condomínio.

Por outro lado, observou-se que usando somente o critério da distância de cada casa/portaria em relação à caixa d'água, não foi possível inferir que os moradores das casas que se encontravam mais próximas da fonte suspeita apresentavam maior risco de adoecimento, já que os resultados demonstraram que as áreas mais quentes (focos da doença) se encontravam distantes do reservatório de água do condomínio. Além disso, a análise espacial demonstrou que o padrão de distribuição dos casos foi, de modo geral, semelhante em ambas as técnicas utilizadas, sendo que a técnica de Kernel representou melhor a realidade do surto ocorrido quando comparada ao interpolador IDW.

Destaca-se, portanto, que a análise espacial serviu nesta pesquisa para mostrar que estudos epidemiológicos devem ser complementados com a abordagem da geoestatística, sobretudo porque ela inclui fatores socioeconômicos e ambientais à problemática em questão e por isso facilita a visualização e interpretação dos dados, garantindo uma forma de representação mais didática do surto através de mapas digitais, além de tornara vigilância e o controle em eventos de saúde pública cada vez mais efetivos.

REFERÊNCIAS

- ABRÃO, L. R. E.S. O espectro da fome: se metade da humanidade não dorme, é por medo da outra metade que não come. **Revista Pegada**, Pres. Prudente, v. 10, n. 1, p. 179-187, 2009.
- AJZENBERG, D. et al. The rural-urban effect on spatial genetic structure of type ii toxoplasma gondii strains involved in human congenital toxoplasmosis, France, 2002-2009. **Infection, Genetics and Evolution**, [S.l.], v. 36, p. 511-516, dec. 2015.
- ALMEIDA, E. S.; CASTRO, C. G. I.; LISBOA, C. A. **Distritos sanitários: concepção e organização**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 1998. (Série Saúde & Cidadania, 1).
- ALMEIDA, M. J. et al. Aspectos sociopolíticos da epidemia de toxoplasmose em Santa Isabel de Ivaí (PR). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, supl.1, p. 1363-1373, 2011.
- ALMEIDA, J.S. Uso de geotecnologias na análise espacial e temporal (1993-2007) da cobertura vegetal e uso da terra na APA do litoral norte. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Feira de Santana – Bahia, 2012.
- ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan.-jun. 2006
- AMATO NETO, V.; RIVETTI, F. S.; MALHEIROS JÚNIOR, O. Concomitância de casos de toxoplasmose adquirida, forma linfoglandular, em habitação coletiva da cidade de São Paulo. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 73-78, mar./abr. 1967.
- AMATO NETO, V. et al. **Parasitologia: uma abordagem clínica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- AQUINO JUNIOR, J. **A dengue na área urbana contínua de Maringá (PR): uma abordagem socioambiental da epidemia de 2006-2007**. 2010. 188 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Geografia, Curitiba, 2010.
- ARAÚJO, F. A. P.; TEIXEIRA, M. C. Toxoplasma. In: **MANUAL de zoonoses**, Curitiba: CRMV – PR, 2009.
- ARAÚJO, R.R.; RANGEL, M. E.S. Crescimento urbano e variações térmicas em São Luís – MA. **Revista Geonorte**, Amazonas, v. 2, n. 5, p. 308-318, 2012. Edição especial 2.

AZPURUA, M.; RAMOS, K. A comparison of spatial interpolating methods for estimation of average electromagnetic field magnitude. **Progress in Eletromagnetics Research M**, [S.l.], v. 14, p. 135-145, 2010.

BACKES, M. T. S. et al. Conceitos de saúde e doença ao longo da história sob o olhar epidemiológico e antropológico. **Rev. Enfermagem**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 111-117, jan./mar. 2009.

BARCELLOS, C. A saúde nos sistemas de informação geográfica: apenas uma camada a mais? **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 25, p. 29-43, 2003.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 389-397, jul./set. 1996.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Informática pública**, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p. 221-230, 2002.

BERNARDI, J. V. E.; LANDIM, P. M. B. **Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados**. Rio Claro, SP: UNESP/Rio Claro, 2002. 31 p. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>. Acesso em: 10 out. 2016.

BHOPALE, G. M. Pathogenesis of toxoplasmosis. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 26, n. 4, p. 213-222, July 2003.

BITENCOURT, M. D; APARÍCIO, C. Análise espacial de leishmaniose tegumentar americana. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1247-1254.

BONAMETTI, A. M. et al. Surto de toxoplasmose aguda transmitida através da ingestão de carne crua de gado ovino. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 30, n.1, p. 21-25, jan./fev.1997.

BONILLA, N. M. F. **Registro da incidência de câncer na cidade de Joinville e uso da técnica de geoprocessamento**. 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) - Universidade da Região de Joinville, Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente da UNIVILLE, Joinville, 2007.

BOWIE, W. R. et al. Outbreak of toxoplasmosis associated with municipal drinking water. **The Lancet**, Reino Unido, v. 350, n. 9072, p. 173-177, 1997.

BRANCO, M. R. F. C. et al. Investigação de surto de toxoplasmose aguda em funcionários e moradores de um condomínio em São Luís – MA, junho de 2006. In: EXPOEPI Mostra Nacional de Experiências Bem-Sucedidas em Epidemiologia, Prevenção e Controle de Doenças, 7., 2007, Brasília. **Anais**. Brasília, 2007. p. 100-101.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Surto de toxoplasmose no município de Santa Isabel do Ivaí – Paraná. **Boletim eletrônico epidemiológico**, ano 2, n. 3, ago. 2002.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Abordagens espaciais na saúde pública**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006. 136 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, v. 1).

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria da Saúde de Goiás. **Surto de toxoplasmose no município de Goiânia - GO, Fevereiro de 2006**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006a. Nota Técnica.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Surto intrafamiliar de toxoplasmose, Santa Vitória do Palmar - RS. **Boletim eletrônico epidemiológico**, Brasília, ano 6, n. 3, out. 2006b.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2007. 122 p. (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, v. 3)

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2007a. 148 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde) (Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde, v. 2).

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Surto de toxoplasmose adquirida, Anápolis – GO, fevereiro de 2006. **Boletim eletrônico epidemiológico**, Brasília, ano 7, n. 8, nov. 2007b.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº. 1.271, de 06 de junho de 2014. Define a lista nacional de notificação compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 de jun. de 2014. Seção 1. p. 67-69.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n.º 204, de 17 de fevereiro de 2016. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de fevereiro de 2016.

BRITISH COLUMBIA CENTRE FOR DISEASE CONTROL. Outbreak of toxoplasmosis associated with municipal drinking water - British Columbia. **Canada Communicable Disease Report**, Canada, v. 21, n. 18, p.1-4, Sept. 1995.

- CÂMARA, G., DAVIS, C., MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação: conceitos básicos em Ciência da Geoinformação**. INPE: São José dos Campos, 2001.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CPAC, 1998. p.3-11.
- CARMO, E. L. et al. Surto de toxoplasmose humana no Distrito de Monte Dourado, Município de Almeirim, Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Pará, v. 1, n. 1, p. 61-66, 2010.
- CARVALHO, M. S; SOUZA SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, mar./abr. 2005.
- CASARTELLI-ALVES, L. et al. Mapping of the environmental contamination of *Toxoplasma gondii* by georeferencing isolates from chickens in an endemic area in Southeast Rio de Janeiro State, Brazil. **Geospatial Health**. v. 10, n. 1, 2015.
- CAVICCHIOLI NETO, V. et al. Desenvolvimento e Integração de Mapas Dinâmicos Georreferenciados para o Gerenciamento e Vigilância em Saúde. **Journal of Health Informatics**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 3-9, 2014.
- CORDOVEZ, J. C. G. Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, I, 2002, Aracaju. **Anais do I Simpósio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. Aracaju, 2002.
- CORREIA, V. R. M. et al. Remote sensing as a tool to survey endemic diseases in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 891-904, july/aug. 2004.
- COSTA, G. F. **Geoprocessamento: uso e aplicação na saúde pública e na saúde ambiental**. 2002. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública – USP, São Paulo, 2002.
- COUTINHO, S. G. et al. Outbreak of human toxoplasmosis in a rural area. A three year serologic follow-up study. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 77, n. 1, p. 29-36, jan./mar. 1982.
- CRUZ, M.M. **Concepção de saúde-doença e o cuidado em saúde**. 2011. Disponível em: <www.fiocruz.br/biblioteca/dados>. Acesso em: 10 out. 2016.
- CURY, M. R.C.O. et al. Análise espacial da incidência de hanseníase e fatores socioeconômicos associados. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 110-118, 2012.

DABRITZ, H. A.; CONRAD, P. A. Cats and Toxoplasma: implications for public health. **Zoonoses and Public Health**, Berlin, v. 57, n. 1, p. 34-52, feb. 2010.

DEMAR, M. et al. Fatal outbreak of human toxoplasmosis along the Maroni River: epidemiological, clinical, and parasitological aspects. **Clinical Infectious Diseases**, [S.l.], v. 45, n. 1, p. 88-95, out. 2007.

DEODORO, S.C.; FONSECA, B. M. Análise da bacia hidrográfica do rio santa bárbara (MG) baseada em análises morfométricas e multicriteriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, XXVI; CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, V; EXPOCICARTA, XXV, 2014, Gramado. **Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento XXV Exposicarta**. Rio de Janeiro: SBC, v. 1, p. 1-14, 2014.

DIAS, R. A. F.; FREIRE, R. L. Surtos de toxoplasmose em seres humanos e animais. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 239-248, abr./jun. 2005.

DJOKIC, V. et al. Spatial epidemiology of *Toxoplasma gondii* infection in goats in Serbia. **Geospatial Health**, v. 8, n. 2, p. 479-88, 2014.

DUBEY, J. P. Toxoplasmosis: a waterborne zoonosis. **Veterinary Parasitology**, v. 126, n. 1-2, p. 57-72, 2004.

_____. The History of *Toxoplasma gondii*—The First 100 Years. **The Journal of Eukaryotic Microbiology**, v. 55, n. 6, p.467-475, 2008.

DUBEY et al. Effect of high temperature on infectivity of *Toxoplasma gondii* tissue cysts in pork. **The Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 76, n. 2, p. 201-204, 1990.

DUBEY, J. P.; FRENKEL, J. K. Cyst-induced toxoplasmosis in cats. **The Journal of protozoology**, v. 19, n. 1, p. 155-177, 1972.

DUBEY, J. P.; LAPPIN, M. R.; THULLIEZ, P. Long-term antibody responses of cats fed *Toxoplasma gondii* tissue cysts. **The Journal of Parasitology**, Lawrence, v. 81, n. 6, p. 887-893, 1995.

DUBEY, J. P.; LINDSAY, D. S.; SPEER, C. A. Structures of *Toxoplasma gondii* tachyzoites, bradyzoites, and sporozoites and biology and development of tissue cysts. **Clinical Microbiology Reviews**, v.11, n. 2, p. 267-299, 1998.

DUBEY, J. P.; JONES, J. L.; *Toxoplasma gondii* infection in humans and animals in the United States. **International Journal for Parasitology**, v. 38, n. 11, p. 1257–1278, Sep. 2008.

DRUCK, S. et al (Ed.). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

EDUARDO, M. B. P. et al. **Investigação do surto de toxoplasmose associado ao consumo de prato à base de carne crua ("steaktartar"), nos municípios de São Paulo e Guarujá**. SP: BEPA, 2007.

EKMAN, C. C. J. et al. Case-control study of an outbreak of acute toxoplasmosis in an industrial plant in the state of São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 54, n. 5, p. 239-244, Sep./Oct., 2012.

ELSHEIKHA, H. M. Congenital toxoplasmosis: Priorities for further health promotion action. **Journal of the Royal Institute of Public Health**, London, v. 122, n. 4, p. 335-353, Apr. 2008.

EYLES, D. E.; COLEMAN, N. Synergistic effect of sulfadiazine and daraprim against experimental toxoplasmosis in the mouse. **Antibiotics and Chemotherapy**, v. 3, n. 5, p. 483-490, 1953.

FERGUSON, D. J. *Toxoplasma gondii*: 1908-2008, homage to Nicolle, Manceaux and Splendore. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 104, n. 2, p. 133-148, 2009.

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FRENKEL, J. K. Toxoplasmosis: mechanisms of infection, laboratory diagnosis and management. **Current Topics in Pathology**, Berlin, v. 54, p. 28-75. 1971.

_____. Toxoplasmosis in human beings. **J Am Vet Med Assoc**, v. 196, n. 2, p. 240-248, 1990.

GARCIA, J. L. et al. Soroprevalência, epidemiologia e avaliação ocular da toxoplasmose humana na zona rural de Jaguapitã (Paraná), Brasil. **Revista Panamericana Salud Publica**, Washington, v. 6, n. 3, p. 157-163, Sept. 1999.

GARCIA, C. L et al. O processo saúde–doença: aspectos históricos e conceituais. **Revista e Ciência**, v. 3, n. 2, 2016.

GARWEG, J. G. Determinants of immunodiagnosics success in human ocular toxoplasmosis. **Parasite Immunology**, v. 27, n. 3, p. 61-68, 2005.

GODOI, F.S.; NISHI, S.M.; PENA, H.F.; GENNARI, S.M. *Toxoplasma gondii*: diagnosis of experimental and natural infection in pigeons (*Columba livia*) by serological, biological and molecular techniques. **Rev Bras Parasito IVet** 19: 238–243, 2010.

GUTIERREZ, P. R.; OBERDIEK, H. I. Concepções sobre a saúde e a doença. In: ANDRADE, S. M. et al. **Bases de Saúde Coletiva**. Londrina/PR: Abrasco, 2001.

HILL, D. E.; DUBEY, J. P. *Toxoplasma gondii*: transmission, diagnosis and prevention. **Clinical Microbiology and Infection**. v. 8, n. 10, p. 634-640, 2002.

HILL, D. E.; CHIRUKANDOTH, S.; DUBEY, J. P. Biology and epidemiology of *Toxoplasma gondii* in man and animals. **Animal Health Research Reviews**, v. 6, p. 41-61, 2005.

HUTCHINSON, J. P.; SMITH, R. P. Seropositivity to *Toxoplasma* infection in sheep samples submitted to Animal and Plant Health Agency laboratories between 2005 and 2012. **Veterinary Record**, v. 176, n. 22, 2015.

INAGAKI, A. D. M. et al. Análise espacial da prevalência de toxoplasmose em gestantes de Aracaju, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 12, p. 535-540 Dec. 2014.

JAKOB, A. A. E.; YOUNG, A. F. O uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, XV, 2006, Caxambu/MG.

JONES, J. L. et al. Surveillance for AIDS-defining opportunistic illnesses, 1992–1997. **Morbidity and Mortality Weekly Report CDC Surveill Summ**, v. 48, n. 2, p.1-22, 1999.

JUNQUEIRA, R. D. Geografia médica e geografia da saúde. **Hygéia: revista brasileira de geografia médica e da saúde**, Uberlândia, v. 5, n. 8, p. 57-91, jun. 2009.

KAWAZOE, U. *Toxoplasma gondii*. In: NEVES, D. P. et al. **Parasitologia Humana**. 10. ed. São Paulo: Atheneu, 2000. cap. 18. P. 147-163..

LAURELL, A. C. A saúde-doença como processo social. In: Nunes, E. D. (Org.). **Medicina social: aspectos históricos e teóricos**. São Paulo: Global, 1983.

LEÃO, P.R.D.; MEIRELLES-FILHO, J.; MEDEIROS, S.F. Toxoplasmose: soroprevalência em puérperas atendidas pelo Sistema Único de Saúde. **RBGO**, v. 26, n. 8, p. 627-632, 2004.

LEMONS, J. C.; LIMA, S. C. A geografia médica e as doenças infecto-parasitárias. **Caminhos de Geografia**, v. 3, n. 6, p. 74-86, jun/ 2002.

LESCANO, S. A. Z. et al. Avaliação da eficácia da azitromicina e pirimetamina em camundongos infectados por cepa cistogênica de *Toxoplasma gondii*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 37, n. 6, p. 460-462, 2004.

LIU, W. T. H. **Aplicações do Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006

LOPES, C. C. H.; BERTO, B. P. Aspectos associados à toxoplasmose: uma referência aos principais surtos no Brasil. **Saúde & Ambiente em Revista**, v.7, n. 2, p.1-7, jul./dez. 2012.

MAGALDI, C. et al. Surto de toxoplasmose em um seminário de Bragança Paulista (Estado de São Paulo). Aspectos clínicos, sorológicos e epidemiológicos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.1, n. 2, p.141-171, dez. 1967.

MAGALHÃES, F.J.R. et al. Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in sheep and cattle from Fernando de Noronha Island, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v. 25, n. 4, 2016.

MAGALHÃES, I. A. L. et al. Análise de métodos de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na região Norte do estado do Espírito Santo, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XVI, 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, 2013, p. 5651-5657.

MARTINS, R. A. et al. **Contágio**: história da prevenção das doenças transmissíveis. São Paulo: Moderna, 1997.

MASTROMAURO, G. C. Surtos epidêmicos, teoria miasmática e teoria bacteriológica: instrumentos de intervenção nos comportamentos dos habitantes da cidade do século XIX e início do XX. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA-ANPUH, XXVI, 2011, São Paulo. **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH**, São Paulo: Unicamp, 2011.

McCABE, R.E. et al. Clinical spectrum in 107 cases of toxoplasmic lymphadenopathy. **Reviews of Infectious Diseases**, v. 9, n. 4, p. 754-774, 1987.

MODOLO, J. R. et al. Avaliação da ocorrência de anticorpos anti-*Toxoplasma gondii*, em soros de caprinos do estado de São Paulo, e associação com variáveis epidemiológicas, problemas reprodutivos e riscos à saúde pública. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 12, p. 606-610, dezembro 2008.

MOURA, L. et al. Waterborne toxoplasmosis, Brazil, from field to gene. **Emerging Infectious Diseases**, v. 12, n. 2, p.326-329, feb. 2006.

NAVARRO, I. T. Toxoplasmosis. In: CONGRESSO DA ABRAVES, X, 2001, Porto Alegre. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/abravessc/pdf/Palestras2001/Italmar_Navarro.pdf>. Acesso em 10 Mar. 2016.

NARDI, S. M. T. et al. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 72, n. 3, p. 185-191, 2013.

NEVES, D. P. **Parasitologia dinâmica**. São Paulo: Atheneu, 2003.

NEVES, D. P. et al. **Parasitologia humana**. 11 ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

Organização Pan-Americana da Saúde. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. **Cad Saúde Pública** [Internet]. 2004 [acesso em 05 Mai 2016]; 20(6):17531756. Disponível em: <http://www.opas.org.br/>

PEREHOUSKEI, N.A.; BENADUCE, G. M. C. Geografia da saúde e as concepções sobre o território. **Gestão & Regionalidade**, v. 23, n. 68, p. 34-44, set/dez 2007.

- PICINATO, M.A.C. Dengue: padrões ambientais, conhecimento da população e cenários potenciais à transmissão em duas regiões de Jaboticabal, SP. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo, 2012.
- PINA, M.F.; SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000.
- QUITES, H. F. O. **Fatores associados à infecção com *Toxoplasma gondii* em comunidade rural do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais**. 2009, 70f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Enfermagem). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- REMINGTON, J. S. Toxoplasmosis in the adult. **Bulletin of the New York Academy of Medicine**, v. 50, n. 2, p. 211-227, 1974.
- REMINGTON, R. M.; DESMONTS, G. **Infectious diseases of the fetus and newborn infant**. Philadelphia: Sanders, 1997.
- REY, L. **Parasitologia** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 856p.
- RODRIGUES, F. F. **Perfil epidemiológico da toxoplasmose no município de Anápolis no período de 2001 a 2005**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde). Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2007.
- RODRIGUES, Z. M.R. **Geografia da saúde e o espaço urbano de São Luís-MA: interfaces da relação saúde e ambiente no período de 1854 – 1954**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente, São Luís, 2004.
- ROJAS, L. I. Geografia y salud: temas y perspectivas en América Latina. In: **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, p. 701-711, 1998.
- SANTOS, B. S.; SANTOS, R. L.; SANTO, S. M. Análise espacial aplicada à expansão de condomínios fechados na cidade de Feira de Santana (BA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, IV, 2012, Recife.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. **Guia prático de investigação epidemiológica de surtos de doenças transmissíveis**. São Paulo, 2008. 10 p.
- SCHNELL, M. **Toxoplasmose felina: revisão de literatura e soroprevalência de *Toxoplasma gondii* em felinos domésticos atendidos no Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 55 p.
- SCHUCH, M.I.S. Arborização Urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias. 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geomática). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SCLIAR, M. História do Conceito de Saúde. **PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 29-41, 2007.

SILVA, L.A.A. et al. Um olhar sócio-epidemiológico sobre o viver na sociedade atual e suas implicações para a saúde humana. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, v. 15, p. 170-177, 2006.

SILVA, S. P.A. **Proposta de realocação de um posto de saúde da família no bairro do Rangel utilizando um sistema de informação geográfica como apoio à decisão**. 2006. 78 f. TCC - Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET-PB. João Pessoa, 2006.

SILVA, T.E M. Josué de Castro e os estudos sobre a fome no Brasil. **Revista Cronos**, Rio Grande do Norte, v. 10, n. 1, 2012.

SILVEIRA, C. Toxoplasmose: revisão de literatura (1997 a 2000). **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 64, n. 3, p. 263-270, 2001.

SKABA, D. A. **Metodologias de Geocodificação dos dados da Saúde**. 2009, 169 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2009.

SKABA, D. A. et al. Geoprocessamento dos dados da saúde: o tratamento dos endereços. **Cad Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v 20, n. 6, p. 1753-1756, 2004.

SOUZA, V. R. **Contrarreforma psiquiátrica: o modelo hospitalocêntrico nas políticas públicas em saúde mental no Rio Grande do Sul**. 2012. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais). Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SOUZA, W. V. et al. A Tuberculose no Brasil: Construção de um sistema de vigilância de base territorial. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 1, p. 82-89, 2005.

SOUZA, W.; BELFORT JUNIOR, R. **Toxoplasmose e Toxoplasma gondii**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2014.

SPEER, C. A.; DUBEY, J. P. Ultrastructural differentiation of *Toxoplasma gondii* schizonts (types B to E) and gamonts in the intestines of cats fed bradyzoites. **International journal for parasitology**, v. 35, n. 2, p. 193-206, 2005.

TENTER, A. M; HECKEROTH, A. R.; WEISS, L. M. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *International Journal for Parasitology*, Lawrence, v. 30, n. 12-13, p. 1217-1258, 2000.

TERUIYA, R. K. **Análise exploratória de dados socioeconômicos do município do Rio de Janeiro**. São José dos Campos: INPE, 1999.

VASCONCELOS, F.A.G. Josué de Castro and The Geography of Hunger in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 11, p. 2710-2717, 2008.

VIEIRA, F.P. **Correlação entre a vulnerabilidade de aquíferos e a prevalência da Toxoplasmose humana e animal em Campos Goytacazes- região norte do estado do Rio de Janeiro**. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2010.

WEBSTER, J. P. Rats, cats, people and parasites: the impact of latent toxoplasmosis on behaviour. **Microbes and Infections**, v. 3, n. 12, p. 1037-1045, october 2001.

APÊNDICE A - PRINCIPAIS SURTOS DE TOXOPLASMOSE NO BRASIL, 1965 - 2009.

Localidade	Ano	Fonte de infecção/ forma infectante	Via de transmissão	Nº casos	Referências
São Paulo, SP	1965	Desconhecida	Desconhecida	14	AMATO NETO et al., 1967
Bragança Paulista, SP	1965	Desconhecida	Desconhecida	30	MAGALDI et al., 1967
Além Paraíba, MG	1976	Oocistos eliminados nas fezes de gatos; cistos na musculatura de suínos	Alimentos contaminados ou inalação de oocistos presentes no solo; carne suína mal cozida	36	COUTINHO et al., 1982
Bandeirante, PR	1993	Cistos na musculatura de ovinos	Carne de ovino crua	17	BONAMETTI et al., 1997
Santa Isabel do Ivaí, PR	2002	Oocistos eliminados nas fezes de gatos	Água - contaminação do reservatório da cidade	426	BRASIL, 2002; MOURA et al., 2006; ALMEIDA et al., 2011
Distrito de Monte Dourado, Almeirim, PA	2004	Oocistos eliminados nas fezes de gatos	Alimentos contaminados ou inalação de oocistos presentes no solo	40	CARMO et al., 2010
Santa Vitória	2005	Cistos na	Embutido de	10	BRASIL,

do Palmar, RS		musculatura de suínos	carne suína		2006b
Anápolis, GO	2006	Cistos na musculatura de bovinos	Quibe cru	61	BRASIL, 2007b
Goiânia, GO	2006	Cistos na musculatura de bovinos (mesma origem do surto de Anápolis, GO)	Quibe cru	11	BRASIL, 2006a
São Paulo e Guarujá	2006	Desconhecida	Carne bovina crua	5	EDUARDO et al., 2007
Araraquara, SP	2009	Oocistos eliminados nas fezes de gatos	Vegetais crus	11	EKMAN et al., 2012

Fonte: LOPES & BERTO, 2012, modificado.

ANEXO A–FICHA-PROTOCOLO UTILIZADA NA INVESTIGAÇÃO DO SURTO

**INVESTIGAÇÃO DE SURTO DE TOXOPLASMOSE EM UM CONDOMÍNIO
RESIDENCIAL EM SÃO LUÍS, MARANHÃO**

1 INFORMAÇÕES DEMOGRÁFICAS

1.1 Número da ficha: _____

1.2. Morador: Sim () Não ()

1.3 Funcionário: Sim () Não ()

1.4 Número da casa: _____

1.5 Sexo: Masculino () Feminino ()

1.6 Data de Nascimento: _____ / _____ / _____

1.7 Quanto tempo reside/trabalha no condomínio? _____

1.8 Reservatório de água da residência: Alto () Baixo ()

1.9 Ocupação: Do lar () Estudante () Comerciante ()
Professor () Agricultor () Outra: _____

2 CARACTERÍSTICAS DA RESIDÊNCIA E SÓCIO-ECONÔMICAS

2.1 Possui residência própria: Sim () Não () Não sabe ()

2.2 Na sua residência, você tem:

Televisão: Sim () Não () Não sabe ()

Geladeira: Sim () Não () Não sabe ()

Automóvel: Sim () Não () Não sabe ()

Quartos: 01 () 02 a 03 () \geq 04 ()

2.3 Quantas pessoas residem na casa? 01 () 02 () 03 () > 04 ()

2.4 Tem quintal? Sim () Não ()

2.5 Qual a despesa mensal da sua família (R\$)? _____

3 HISTÓRICO

3.1 Apresenta alguma doença crônica? Sim () Não ()

Se sim, qual? Diabetes () HIV () Transplantados ()

Renal crônico () Câncer () Outra: _____

3.2 Usou medicamento, por mais de três semanas, nos últimos 6 meses:

Sim () Não ()

Se sim, qual e por quanto tempo? _____

TODAS AS QUESTÕES (ITENS 4, 5, 6, 7 E 8) RELACIONADOS A EXPOSIÇÃO REFEREM-SE AOS ÚLTIMOS 6 MESES, SALVO AS QUESTÕES REFERENCIADAS

4 EXPOSIÇÃO A GATOS

4.1 Você tem/teve Gato ou Filhote “< 1 ano” em casa?

Sim () Não ()

Se sim, quantos gatos? _____ e filhotes? _____

Se não, passe para questão 4.4

4.2 Qual o tipo de alimentação do seu gato?

Tipo	Sim	Não	Todos os dias	1 a 6 x por semana	1 a 3 x por mês	< 1 x por mês	Não sabe
Caça (rato, passarinho)							
Carne crua							
Carne cozida							
Ração							

4.3 Você limpa o local onde seu gato deposita suas fezes ou urina?

Sim () Não () Não Sabe ()

Se sim, com qual frequência:

todos os dias () 1 vez por semana ()

> 1 vez por semana () 1 a 3 vezes por mês ()

< 1 vez por mês ()

4.4 Você teve contato (brincou ou acariciou) com algum outro gato?

Sim () Não ()

Se sim, com que frequência:

1 vez por semana () > 1 vez por semana ()

1 a 3 vezes por mês () < 1 vez por mês ()

4.5 Viu as fezes ou a presença de gato no seu quintal?

Sim () Não () Não Sabe ()

5- EXPOSIÇÃO A OUTROS ANIMAIS

5.1 Você teve algum outro tipo de animal de estimação que não seja gatos?

Sim () Não () Não sabe ()

Se sim, qual? Cachorro Sim () Não ()

Pássaros Sim () Não ()

Porco Sim () Não ()

Galinha Sim () Não ()

Pombo Sim () Não ()

Coelho Sim () Não ()

Hamster Sim () Não ()

Outro: _____

			sabe					origem
Água								
Suco								
Caldo de cana								
Gelo								
Juçara								

7.3 Quantidade de água e líquidos ingeridos **por dia**:

Tipo	Nenhum	1 a 3 copos	4 a 5 copos	6 a 10 copos	> 10 copos
Água					
Suco					

7.4 Faz tratamento d'água e líquidos, e se filtrada qual o tipo de filtro?

Tipo	Sim	Não	Não sei	Fervida	Filtrada	Filtro de barro	Filtro de torneira	Outro
Água								
Suco								
Gelo								

7.5 Qual água é utilizada para escovar os dentes?

Torneira() Filtrada ou fervida() mineral()

7.5 Você bebeu leite de vaca?

Sim () Não () Não sabe ()

Se sim, de qual tipo? Caixa () De saco () Em pó ()

Da fazenda () Não sabe ()

Se sim, costuma ferver o leite? Sim () Não () Não sabe ()

7.6 Você bebe leite de cabra? Sim () Não () Não sabe ()

Se sim costuma ferver o leite? Sim () Não () Não sabe ()

8 EXPOSIÇÃO POR ALIMENTAÇÃO

8.1 Você ingeriu algum desses alimentos e com que frequência?

Alimentos	Sim	Não	Todo s os dias	1 a 6 x por seman a	1 a 3 x por mês	< 1 x por mês	Não sabe
Carne de frango							
Carne de boi							
Carne de porco							
Carne de carneiro/cabra							
Carne de coelho							
Carne de peru							
Linguiça caseira							
Linguiça industrial							
Quibe cru							
Cachorro quente							
Salsicha							
Presunto							
Mortadela							

Patê							
Hambúrguer							
Bacon							
Queijo caseiro							
Queijo industrial							
Manteiga caseira							

Alimentos	Sim	Não	Todo s os dias	1 a 6 x por seman a	1 a 3 x por mês	< 1 x por mês	Não sabe
iogurte caseiro							
iogurte comercial							
Sorvete caseiro							
Sorvete comercial							
Alface							
Agrião							
Outras folhas							
Tomate							
Outros legumes							
Frutas							

--	--	--	--	--	--	--	--

8.2 Você ingeriu algum desses alimentos cárneos?

Tipo	Sim	Não	Não sabe	Boi	Porco	Cordeiro	Frango	Outro
Fígado								
Rim								
Coração								
Cérebro								
Língua								
Estômago								
Carne mal passada/crua								
Carne que foi congelada								

8.3 Com que frequência você ingeriu esses alimentos?

Alimentos	Nunca	Todos os dias	1 a 6 x por semana	1 a 3 x por mês	< 1 x por mês	Não sabe
Fígado						
Rim						
Coração						
Cérebro						
Língua						
Estômago						
Carne mal passada/crua						
Carne que foi congelada						

8.4 Você prova carne ou linguiça crua antes de cozinhar?

Sim () Não ()

Se sim, especificar qual o tipo: _____

8.5 Você tem o hábito de lavar as mãos antes de comer? Sim () Não ()

8.6 Qual a origem dos produtos consumidos?

Cárneos: _____

Frutas e verduras: _____

Outros: _____

9 Você alimentou-se em algum destes locais, de abril até hoje?

Tipos de locais	Sim	Não	Qual alimento	Locais/Data
Vendedores ambulantes (barracas)				
Evento no colégio				
Casamentos ou reuniões familiares				
Algum show ou exposição/festa				
Evento na igreja				

10 DADOS CLÍNICOS:

10.1 Esteve doente nos últimos 6 meses ? Sim () Não ()

10.2 Se doente, data de início de sintomas: _____/_____/_____

10.3 Sinais e sintomas de abril até hoje:

Sintomas	Sim	Não	Não sabe

Dor de cabeça			
Febre			
Rash/exantema			
Dor muscular			
Dor nas articulações			
Dor de garganta			
Dor abdominal			
Gânglios (caroços)			
Localização	PESCOÇO ()	AXILA ()	VIRILHA ()
Dor no olho			
Vista embaçada			
Perda da visão			
↑ Sensibilidade à luz			
Náuseas/vômitos			
Perda de apetite			
Cansaço/fraqueza			
Suor noturno			
Outros:			

10.4 Alguém na família apresentou febre e/ou gânglios (caroços) nos últimos 6 meses? Sim () Não () Não sabe ()

11 EXAMES LABORATORIAIS

11.1 Data da coleta: ____/____/____

IgM: Reagente () Não Reagente () DO, INDEX: _____

IgG: Reagente () Não Reagente () Titulação:

11.2 Data da coleta: ____/____/____

IgM: Reagente () Não Reagente () DO, INDEX: _____

IgG: Reagente () Não Reagente () Titulação:

11.3 Data da coleta: ____/____/____

IgM: Reagente () Não Reagente () DO, INDEX: _____

IgG: Reagente () Não Reagente () Titulação:

ENTREVISTADOR: _____ **DATA** ____/____/____

ANEXO B - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SURTO DE TOXOPLASMOSE AGUDA EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL, SÃO LUIS, MARANHÃO, BRASIL

Pesquisador: Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 49732315.5.0000.5086

Instituição Proponente: Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão/HU/UFMA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

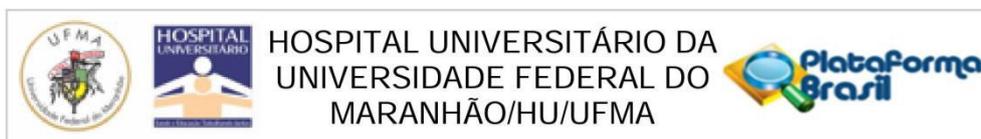
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.331.465

Apresentação do Projeto:

Introdução: A toxoplasmose é uma antrozoose de distribuição universal. Apresenta quadros graves em imunodeprimidos e, na forma congênita, alta letalidade e sequelas. No Brasil há relatos de vários surtos de toxoplasmose, sendo que em junho de 2006 aconteceu um surto em um condomínio residencial de São Luís, Maranhão. **Justificativa:** A Superintendência de Vigilância Epidemiológica e Sanitária da Secretaria de Saúde do Município de São Luís (SVES/SEMUS/SL) realizou a investigação do surto, mas na ocasião não dispunha das ferramentas atuais de geotecnologia. **Objetivo:** Realizar a análise espaço-temporal de um surto de toxoplasmose através de ferramentas de geotecnologia. **Métodos:** Na investigação de um surto em um condomínio residencial de São Luís, Maranhão, a SVES/SEMUS/SL determinou a incidência de casos de toxoplasmose aguda; investigou as prováveis fontes de infecção e foram adotadas medidas de controle e prevenção. Realizou um estudo analítico transversal (soroprevalência) entre funcionários e moradores do condomínio para identificação de casos de infecção aguda ou recente, de suscetíveis e de não suscetíveis devido à infecção progressiva. Realizou também um estudo caso-controle para identificar fatores de risco entre funcionários e moradores do condomínio. Foi utilizado um questionário, no qual constavam dados sobre identificação, informações epidemiológicas e história clínica. De forma complementar, houve inspeção sanitária no

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227
Bairro: CENTRO **CEP:** 65.020-070
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)2109-1250 **Fax:** (98)2109-1223 **E-mail:** cep@huufma.br



Continuação do Parecer: 1.331.465

condomínio e coleta de 14 amostras de solo de jardinagem, cinco amostras de fezes de gatos e oito amostras de reservatórios de água (poço artesiano e caixas d'água do condomínio e das residências) para pesquisa direta de *T. gondii*. Foram também coletadas cinco amostras de soro de gatos para imunofluorescência indireta. Para a análise estatística será utilizado o software STATA versão 10.0. Para variáveis quantitativas, medidas de tendência central e de dispersão serão calculadas. As variáveis qualitativas serão apresentadas em frequências absolutas e em proporções. Para analisar a concordância entre as variáveis serão utilizados testes de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo e índice de Kappa. Para análise de associação será utilizado um modelo de regressão logística, estimando-se os valores da razão de chances com intervalo de 95% de confiança (IC95%). Impactos esperados: Pretende-se elaborar uma figura da distribuição espaço-temporal do surto de toxoplasmose e contribuir de forma mais efetiva com as políticas públicas aprimorando os programas de controle de agravos em saúde pública mediante a utilização de ferramentas atuais de geotecnologia.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Realizar análise espaço-temporal de um surto de toxoplasmose ocorrido em um condomínio residencial.

Objetivo Secundário:

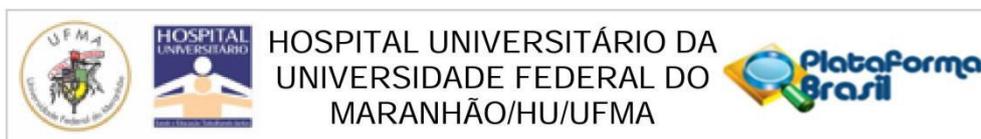
- a) Identificar os fatores de risco entre funcionários e moradores do condomínio.
- b) Realizar análise espaço-temporal do surto através de ferramentas de geotecnologia (geoestatística e geoprocessamento).
- c) Sugerir políticas públicas voltadas para prevenção de outros surtos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

De acordo com os pesquisadores, para minimizar os riscos de quebra de sigilo e para manter a confidencialidade dos dados, as fichas não serão identificadas pelo nome dos participantes, assim como em todas as etapas não será tomada nenhuma medida que possa identificar o condomínio.

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227	CEP: 65.020-070
Bairro: CENTRO	
UF: MA	Município: SAO LUIS
Telefone: (98)2109-1250	Fax: (98)2109-1223
	E-mail: cep@huufma.br



Continuação do Parecer: 1.331.465

Benefícios:

De acordo com os pesquisadores, é que os benefícios é que utilizando o surto de toxoplasmose ocorrido em 2006 como um exemplo de uso de um banco de dados histórico de saúde poderá contribuir de forma mais efetiva com os programas de controle de agravos em saúde pública.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo relevante pois busca realizar análise espaço-temporal de um surto de toxoplasmose ocorrido em um condomínio residencial que poderá contribuir de forma mais efetiva com os programas de controle de agravos em saúde pública.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo apresenta documentos referente aos "Termos de Apresentação Obrigatória": Folha de rosto, Orçamento financeiro detalhado, Cronograma com etapas detalhada, Termo de dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Autorização do Gestor responsável do local para a realização da coleta de dados e Projeto de Pesquisa Original na íntegra em Word. O protocolo apresenta ainda as declarações de anuência, declaração de responsabilidade financeira e termo de compromisso com a utilização dos dados resguardando o sigilo e a confidencialidade.

Recomendações:

Após o término da pesquisa o CEP-HUUFMA sugere que os resultados do estudo sejam devolvidos aos participantes da pesquisa ou a instituição que autorizou a coleta de dados de forma anonimizada.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

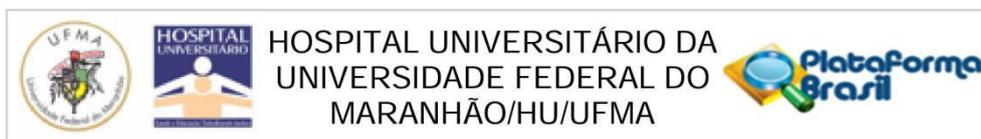
O PROTOCOLO atende aos requisitos fundamentais da Resolução CNS/MS nº 466/12 e suas complementares, sendo considerado APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa–CEP-HUUFMA, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº.466/2012 e Norma Operacional nº. 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do projeto de pesquisa proposto.

Eventuais modificações ao protocolo devem ser inseridas à plataforma por meio de emendas de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Relatórios parcial e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente após a coleta de dados e ao

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227
Bairro: CENTRO **CEP:** 65.020-070
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)2109-1250 **Fax:** (98)2109-1223 **E-mail:** cep@huufma.br



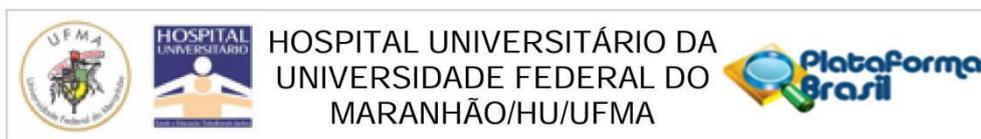
Continuação do Parecer: 1.331.465

término do estudo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_550527.pdf	10/11/2015 12:55:19		Aceito
Outros	Carta_resposta_CEP_HUUFMA.pdf	10/11/2015 12:54:03	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	10/11/2015 12:53:15	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	10/11/2015 12:52:54	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_surto_toxoplasmose_101112015.pdf	10/11/2015 12:52:37	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_surto_toxoplasmose_101112015.doc	10/11/2015 12:51:59	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Outros	Carta_de_anuencia_da_SVE_SEMUS.pdf	01/10/2015 21:55:53	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Outros	Autorizacao_da_SEMUS.pdf	01/10/2015 21:53:54	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_justificativa_pedido_dispenza.pdf	01/10/2015 21:52:29	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_compromisso_para_publicacao_de_dados.pdf	01/10/2015 21:51:44	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_para_publicacao_de_dados.pdf	01/10/2015 21:50:14	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_responsabilidade_financeira.pdf	01/10/2015 21:49:52	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_anuencia_da_equipe_executora.pdf	01/10/2015 21:49:23	Maria dos Remedios Freitas	Aceito

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227
Bairro: CENTRO **CEP:** 65.020-070
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)2109-1250 **Fax:** (98)2109-1223 **E-mail:** cep@huufma.br



Continuação do Parecer: 1.331.465

Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_anuencia_da_equipe_executora.pdf	01/10/2015 21:49:23	Carvalho Branco	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada.pdf	22/08/2015 14:42:39	Maria dos Remedios Freitas Carvalho Branco	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO LUIS, 20 de Novembro de 2015

Assinado por:
FABIO FRANÇA SILVA
(Coordenador)

Endereço: Rua Barão de Itapary nº 227
Bairro: CENTRO **CEP:** 65.020-070
UF: MA **Município:** SAO LUIS
Telefone: (98)2109-1250 **Fax:** (98)2109-1223 **E-mail:** cep@huufma.br