

Geotecnologias aplicadas na análise epidemiológica *versus* ambiente: Distribuição da Leishmaniose Tegumentar Americana e Uso do Solo, no município de Ulianópolis-PA

Alcione Ferreira Pinheiro^{1, 2}
Laryssa de Cássia Tork da Silva³
Ricardo José de Paula Souza e Guimarães³
Arthur Carneiro Bernardes⁴
Alessandra Rodrigues Gomes²
Edna Aoba Yassui Ishikawa¹

¹ Universidade Federal do Pará - UFPA
Av. Generalíssimo Deodoro, 01, Umarizal - 66050-160 - Belém - PA, Brasil
ishikawaufpa@gmail.com

² Centro Regional da Amazônia – CRA/INPE/FUNCATE
Av. Perimetral, 2651- CEP 66077-830 - Belém - PA, Brasil
alcione.pinheiro@funcate.org.br; alessandra.gomes@inpe.br

³ Instituto Evandro Chagas - IEC
BR-316, Km 7, s/n - Levilândia - 67030-000 - Ananindeua - PA, Brasil
ricardojpsg@gmail.com; laryssatork@hotmail.com

⁴ Secretaria Municipal de Saúde e Meio Ambiente - SESMA
Tv. Angustura - Marco - 66093-040 - Belém - PA, Brasil
arthurb@gmail.com

Abstract. In the state of Pará, the municipality of Ulianópolis, located in the southeastern region has recorded high prevalence of American Cutaneous Leishmaniasis (ACL) cases in recent years. In order to know the distribution of the localities involved in the infection, the aim of this study was to analyze the American Cutaneous Leishmaniasis (ACL) distribution in the municipality of Ulianópolis, in the period 2010 to 2014. SINAN and INPE data were obtained for epidemiological, socioeconomic and environmental analysis; survey of cartographic databases and satellite images geostatistical analysis based on kernel density estimator. The distribution of LTA cases was observed throughout the municipality, with a displacement of the disease over the years. The localities “Assentamento Nova Vida”, “Fazenda São Marcos”, “Colônia Bom Jesus” and “Km 60” had higher expressivity in numbers of cases and in its vicinity were perceived secondary vegetation, forest, shieling and agriculture. Several focus of occurrences and ACL clusters were identified in different areas of the municipality during the study period, suggesting that the ideal conditions for the establishment and maintenance of transmission are found in these places and that the pattern of occurrence of ACL is not static and diseases may occasionally spread to other areas of the county. The use of tools such as geoprocessing technology provides understand the epidemiological dynamics of ACL that is established in Ulianópolis, which will enable the prevention and promotion activities in priority areas.

Palavras-chave: public health, remote sensing, use and land cover information, kernel estimation, saúde pública, sensoriamento remoto, uso e cobertura do solo, estimativa de kernel.

1. Introdução

A Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) é uma doença infecciosa, crônica, não contagiosa caracterizada pela manifestação de lesões na pele e/ou mucosas. Dependendo da espécie de parasita e do sistema imune do hospedeiro, a doença pode apresentar diferentes formas clínica como lesões ulcerosas, infiltrativas, verrucosas, etc. O agente etiológico compreende um complexo de diferentes espécies de protozoários do gênero *Leishmania*, e completam seu ciclo de vida com a participação de dois hospedeiros: um inseto vetor, denominado flebotomíneo e um hospedeiro mamífero (BRASIL, 2005).

No Brasil, a LTA apresenta-se em expansão geográfica, observando-se aumento de casos a cada cinco anos. Elevados índices de prevalência ocorrem em áreas, onde matas foram derrubadas para aberturas de estradas e atividades agrícolas. Este fato pode ser observado na Região Amazônica, onde ocorreu aumento da incidência da LTA em decorrência da conquista de novos espaços, como abertura de rodovias, estabelecimento de novos grupos populacionais e desenvolvimento de atividades agrícolas, conforme estudos realizados por Negrão e Ferreira (2009). Desde então, a transmissão da doença vem sendo descrita em vários municípios de todas as Unidades Federativas (UF). Na região Norte o Estado do Pará responde pela maioria das ocorrências de casos, tendo no ano de 2014 um registro de 4356 casos de LTA. O coeficiente de detecção registrado na região Norte, corresponde a 60,2 casos por 100.000 habitantes, a região mantém um percentual de casos com 51,17% dos casos registrado no país (SINAN, 2015).

Portanto, diversas análises sobre a espacialização da prevalência e incidência de uma determinada doença têm sido viabilizadas. Carvalho et al. (2000), afirmam que a utilização de técnicas de geoprocessamento na análise da distribuição espacial dos problemas de saúde possibilita determinar locais de risco e delimitar áreas que concentram situações mais vulneráveis (ocorrências das doenças, características do meio ambiente e habitat do hospedeiro intermediário/vetor). Com o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é possível: planejar, programar, controlar, monitorar e avaliar doenças segundo o seu risco de transmissão.

Medronho et al. (2009), destacam a importância de conhecer a distribuição espacial das doenças para fins de planejamento e gestão em saúde. Para isso, utiliza a noção de espaço enquanto meio dinâmico que se modifica em diversos momentos. Estas modificações estão relacionadas a ações que o homem exerce sobre o meio em que vive e que influenciam sua condição de saúde de forma sistêmica. A análise espacial em saúde é uma ferramenta que quantifica a distribuição das doenças geograficamente referenciada, com fins de medir processos espaciais de morbimortalidade para avaliação e controle de doenças.

Neste contexto, Santos et al. (2000), destacam que a abordagem espacial permite a integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais, promovendo o interrelacionamento das informações de diversos bancos de dados. A identificação ou predição de grupos populacionais de áreas de risco é uma iniciativa fundamental para a detecção de grupos prioritários para alocação de recursos de saúde, aumentando a eficiência da aplicação dos recursos públicos.

Desta forma, o objetivo do estudo foi analisar a distribuição da Leishmaniose Tegumentar Americana e as questões ambientais, no município de Ulianópolis-PA, no período de 2010 a 2104, procurando identificar padrões de distribuição espacial de fatores de risco, assim como gerar expressões visuais através de mapa temáticos. Contribuindo ainda para a saúde coletiva do município de Ulianópolis, no Estado do Pará com a produção de análises epidemiológicas através da utilização do SIG e do Sensoriamento remoto.

2. Metodologia de trabalho

2.1. Área de estudo

O interesse pela área de estudo tornou-se pertinente, após a confirmação de uma avaliação de infecção canina em áreas endêmicas, confirmando a presença de parasita em cães no município de Ulianópolis e por se tratar de uma região que tem passado por uma fase de intensa devastação da vegetação primária.

O município de Ulianópolis, pertence ao estado do Pará, localizado na mesorregião Sudeste Paraense e a microrregião Paragominas, as margens da Rodovia BR-010, que liga Belém a Brasília. A sede municipal esta localizada a 03° 45' 21" de latitude ao Sul e 47° 30' 03" de longitude a Oeste. O território do município é limítrofe ao norte, com o município de

Paragominas; ao sul, com o município de Dom Eliseu; a leste, com o Estado do Maranhão (Figura 1). A vegetação do local é predominantemente de florestas ombrófilas densas e floresta densa de planície aluvial e o clima é classificado como Am da classificação de Köppen, com temperaturas média de 30°C podendo variar de 22 °C a 38 °C. Umidade relativa do ar média em torno de 85 % e a precipitação pluviométrica elevada, variando em torno de 2500 mm durante o ano (LOPES et al, 2013).

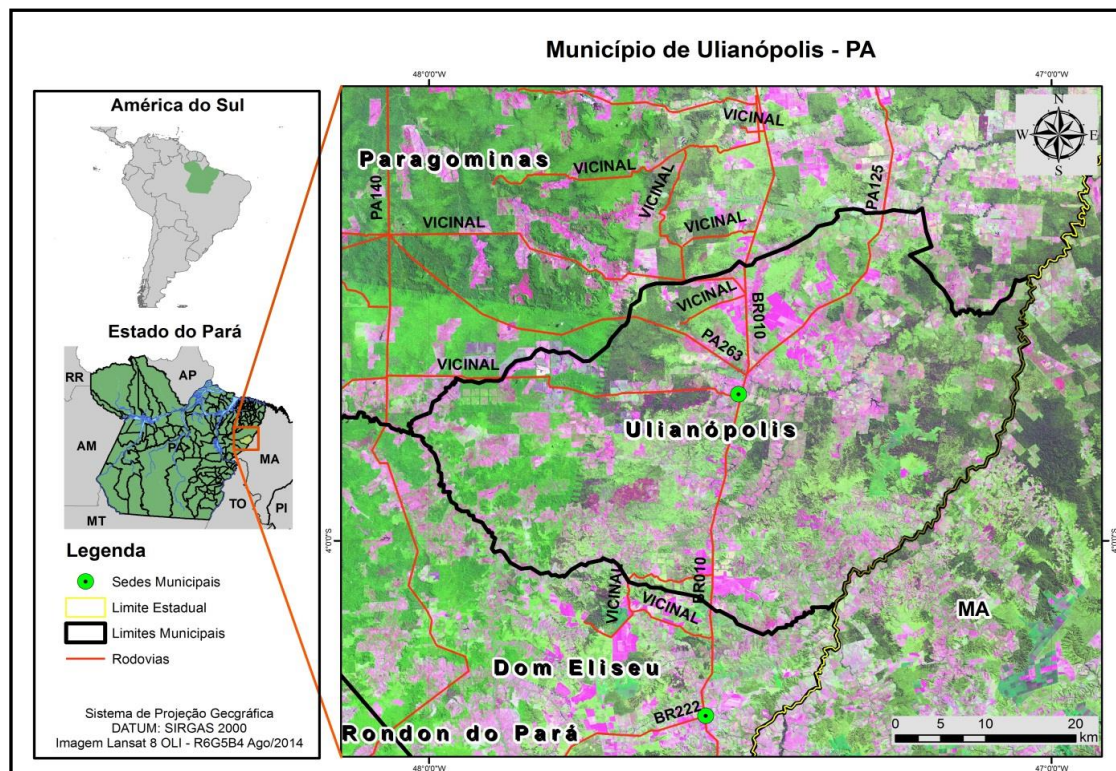


Figura 1: Mapa de localização do município de Ulianópolis – PA

2.2. Materiais

Foram adquiridos os dados epidemiológicos secundários do Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) do Ministério da Saúde referentes ao local provável de infecção dos casos de LTA na região do período de estudo que compreende entre os anos de 2010 a 2014. O georreferenciamento dos casos positivos de LTA foi realizado utilizando o receptor do Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin Montana 650.

Para subsidiar o desenvolvimento e expressar visualmente as relações espaciais relacionadas aos casos de LTA foram utilizadas as bases cartográficas de limites municipais e estaduais, sede, localidades e estradas do município, disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); as imagens de satélite LandSat-5 do sensor TM-5 e do LandSat-8 do sensor OLI, RGB do mês de agosto e ano 2014, na escala de 1:250.000, nas órbitas pontos 222/062, 222/063, 223/062 e 223/063 fornecidas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e dados do Projeto TerraClass com a classificação do Uso e Cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal, referente ao ano de 2012, fornecidos gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

2.3. Método

Inicialmente para a criação de referencial teórico conceitual foi realizada uma revisão da literatura dos seguintes temas: Epidemiologia, LTA, características ambientais e socioeconômicas da área de estudo; Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto aplicado a Vigilância em saúde Pública em bibliotecas eletrônicas e físicas científicas.

Os dados epidemiológicos da LTA foram obtidos do Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) da Secretaria Municipal de Saúde do município de Ulianópolis no período de 2010 a 2014, sendo realizada a depuração dos dados obtidos, no sentido de filtrar o conjunto de variáveis utilizadas para a execução das análises e exportados para o Software Excel 2010. A identificação dos pacientes foram geocodificados para garantir a privacidade dos indivíduos.

Foi criado um Banco de Dados Geográfico (BDGEO) com as informações dos casos notificados (tabela Excel) em relação ao seu local de infecção (georreferenciamento). O BDGEO foi importado para o software TerraAmazon 4.6.1 junto com as imagens digitais de satélites para o processamento dos dados.

Para a análise da distribuição espacial dos casos de LTA, utilizando o Sistema de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto, os casos foram espacializados de acordo com a localização geográfica das localidades com ocorrência, estas obtidas em trabalho de campo e realizada a análise espacial de padrões pontuais e de áreas. Para a caracterização e análise ambiental do Uso e Cobertura do solo foram utilizados e manipulados os arquivos vetoriais do mapeamento do ano de 2012, este por ser o último disponível e realizado o agrupamento das pastagens para um melhor resultado da expressão visual.

Utilizou-se o estimador de densidade Kernel (*KDE - Kernel Density Estimator*) do software ArcGis 10 com um raio de 200 metros para construir uma superfície, cujo valor foi proporcional à intensidade de amostras por unidade de área.

3. Resultados e Discussão

De acordo com os registros do SINAN a expressão visual mostra a distribuição espacial das localidades com os casos notificados de LTA, correspondendo 406 ocorrências segundo o local de infecção dos pacientes, foram a partir da imagem de satélite (Figura 2) pontuadas através das coordenadas geográficas, no município de Ulianópolis-PA, entre os anos de 2010 a 2014, sendo 86 casos (21,18%) em 2010, 73 casos (17,98%) em 2011, 64 casos (15,76%) em 2012, 66 casos (16,26%) em 2013 e 117 casos (28,82%) em 2014.

Analisando as coordenadas geográficas, com fins de detectar a espacialização dos casos notificados segundo as localidades (44) dos pacientes infectados, no intervalo do período estudado, observamos que a distribuição da doença está presente em toda a extensão territorial do município, que tem destaque no cenário epidemiológico da LTA em consequência da ação antrópica e pode ter ocorrido em decorrência da ocupação em áreas de fazendas, conforme casos notificados, em busca de empregos em áreas de plantio de eucalipto para a produção de carvão. Nestes ambientes antropizados, algumas espécies de flebotomíneos são capazes de alterar seus hábitos e se adaptarem a um novo ambiente, passando a circular nos peridomicílios, como foi observado por Rebêlo et al (2001).

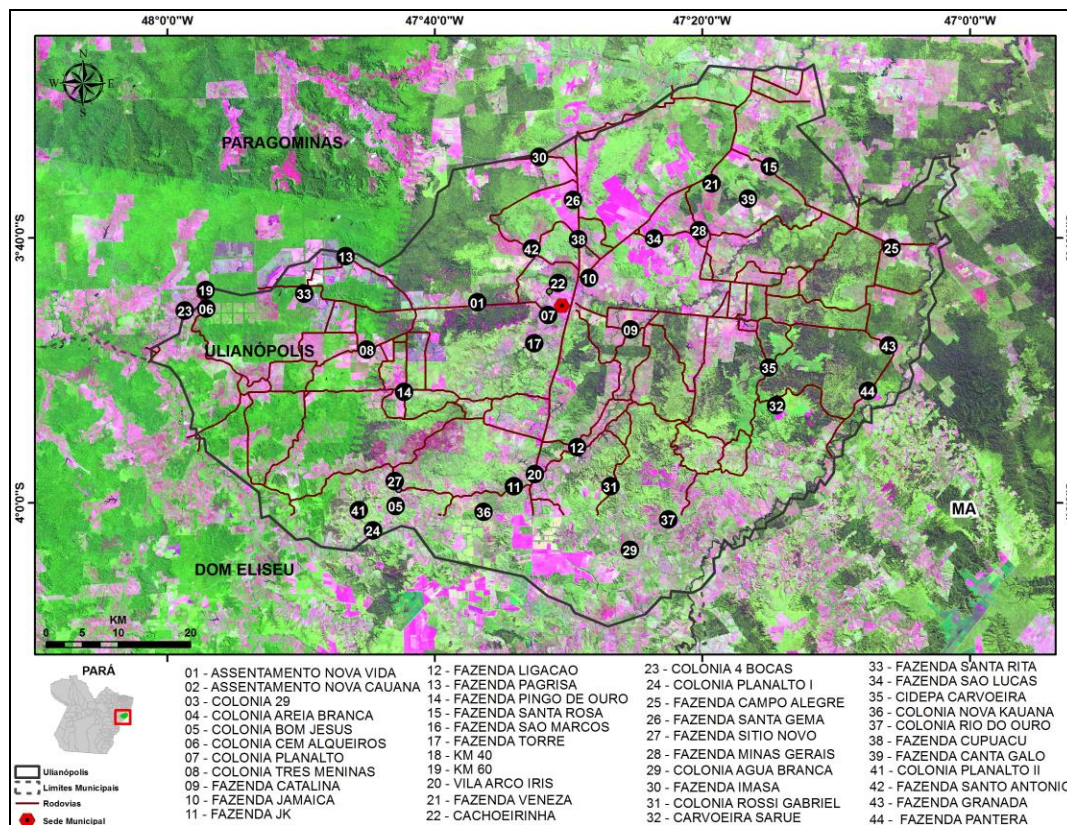


Figura 2: Distribuição espacial das localidades com casos de LTA em Ulianópolis-PA, no período de 2010 a 2014.

Com base na distribuição espaço temporal dos casos notificados foi possível identificar as localidades com ocorrência em anos no período de estudo e não se apresentou constante para todos os anos. Em 2010 os casos foram mais expressivos na parte oeste e central do município. Em 2011 houve uma diminuição nas localidades notificadas, concentrando-se mais na parte central-norte. No entanto, a partir de 2012 até 2014 ocorreu uma expansão para a parte sul e leste com um aumento de localidades notificadas.

As localidades como o Assentamento Nova Vida com registro total de 100 casos notificados, seguido pela Colônia Bom Jesus com a ocorrência de 21 casos, KM 60 com 17 casos, Fazenda Pagrisa responsável por 09 casos e a Colônia 29 com 05 casos da doença apresentaram casos notificados de LTA em todos os anos do período de estudo. As demais localidades não apresentaram ocorrências em anos consecutivos.

Ao analisar o processo de ocupação do uso e cobertura do solo no município de Ulianópolis. A classe temática de maior expressão territorial foi à **vegetação secundária** que apresentou um percentual de 31,11% da área do município. A segunda classe com maior expressão foi à **floresta** com 30,72%, em seguida a **pastagem** com 24,23%, a **agricultura anual** com 9,16%, a classe **outros** representou 4,65% e a classe **mosaico de ocupações** (pequenos aglomerados de habitações) apresentou uma área de 0,13% da área de estudo (Figura 3).

Os dados dessas classes apontam que a pastagem está ganhando área de floresta representando nesse período uma área de 11,18 km². Outra classe importante como a vegetação secundária vem apresentando perda de área para mosaico de ocupações (pequenos aglomerados de habitações) representando 2,54 km², para a pastagem uma área de 265,69 km² e para a Agricultura Anual uma área de 51,30 km². Foi identificado ao entorno das localidades à presença de floresta, vegetação secundária, pastagem e agricultura, classes estas que vem apresentando dinâmica do uso no período de 2008 a 2012, despertando ainda a atenção para a

fazenda Pagrisa, a qual tem sua agricultura destinada à plantação de cana-de-açúcar, onde se sugere que o flebotomo pode está se adaptando a um novo ambiente.

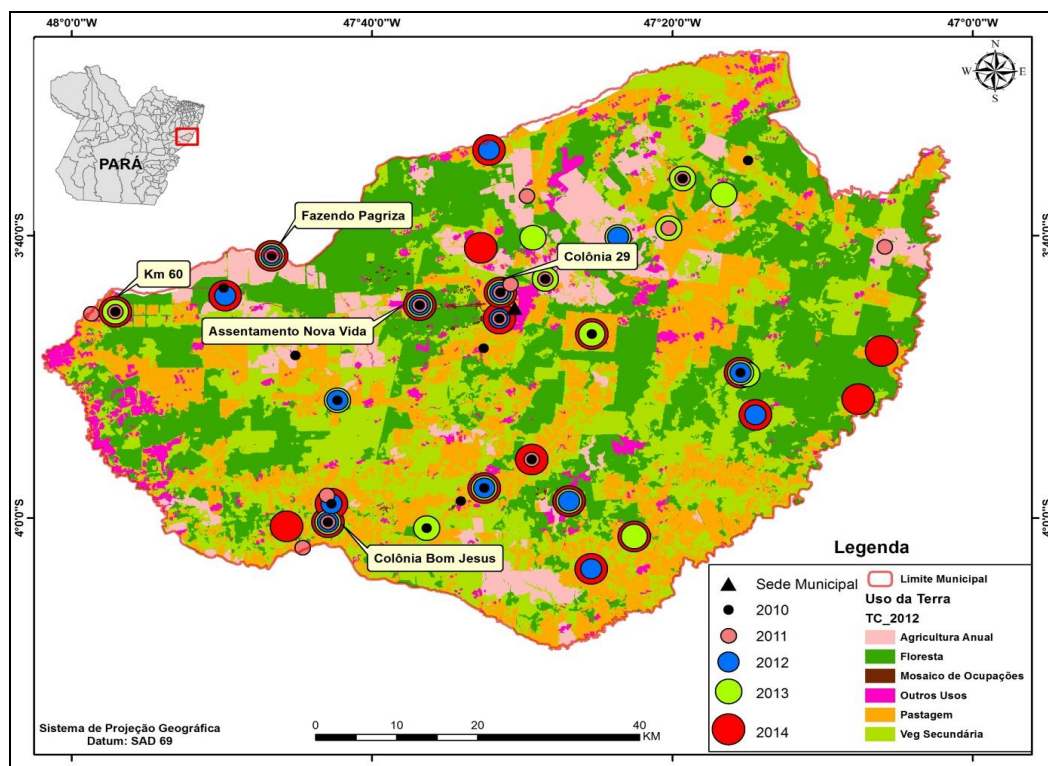


Figura 3: Distribuição das localidades com casos de LTA por ano e as classes de ocupação do Uso e Cobertura do solo de Ulianópolis-PA.

Em relação à análise espacial (Figura 4), o estimador de densidade de *Kernel*, permitiu observar a formação de uma superfície de densidade contínua de risco com a visualização das regiões expostas a diferentes graus de risco de acordo com a intensidade de ocorrência de LTA. A identificação de áreas quentes foi possível através da visualização da escala 1 (alta), 0,5 (média) e 0 (baixa). Na análise das áreas quentes (aglomerados) identificadas, as localidades mais expressivas com maior densidade de casos foram o Assentamento Nova Vida, seguido da Fazenda São Marcos (Sidepar), a Colônia Bom Jesus e o KM 60.

A ocupação do solo do município, mostra que as localidades apresentaram no uso e cobertura do solo a presença de vegetação densa ao redor. Em relação as localidades com a maior densidade de casos, o Assentamento Nova Vida apresentou com mais intensidade em sua proximidade a presença da **vegetação secundária, da floresta, da pastagem e da agricultura**, a Fazenda São Marcos (Sidepar) mostra em seu entorno o predomínio da **vegetação secundária e floresta**, a Colônia Bom Jesus observa-se a presença de grande área de **pastagens e vegetação Secundária** e o KM 60 em sua proximidade apresenta **agricultura, vegetação secundária, floresta e pastagem**, suscita a possibilidade de que esses fatores ambientais estejam influenciando a presença do mosquito devido às condições favoráveis para sua proliferação (SILVA et al, 2007) (Figura 5).

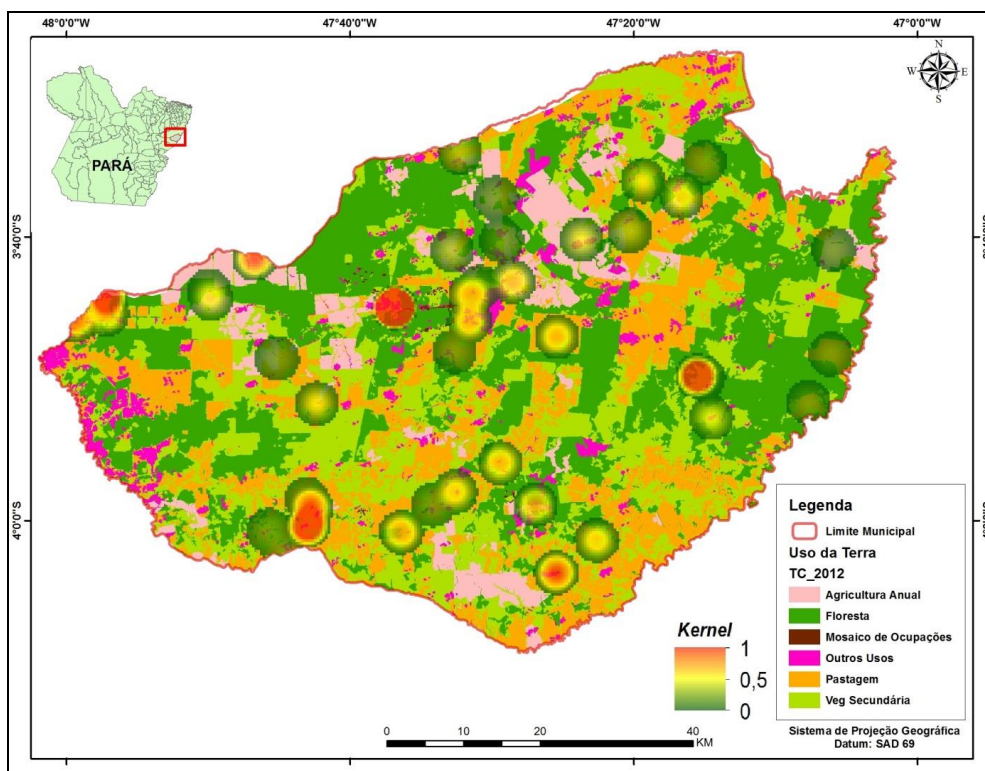


Figura 4: Mapa de distribuição de Kernel e Uso e Cobertura do Solo no município de Ulianópolis

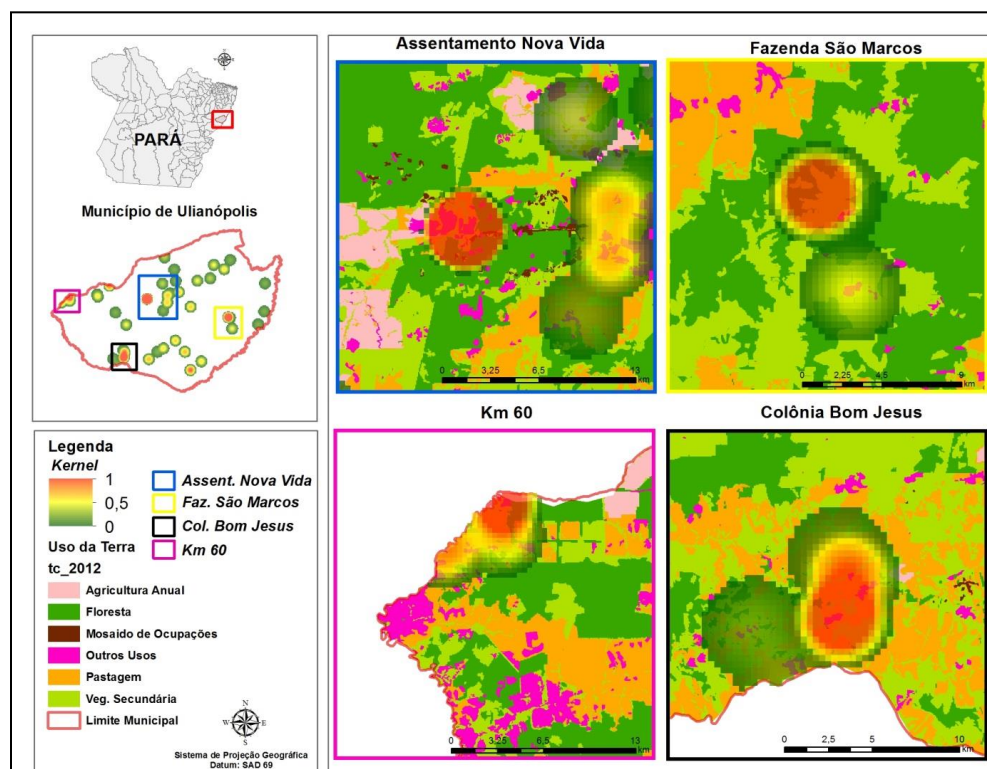


Figura 5: Kernel, localidades mais expressivas e as classes do Uso e cobertura do solo.

4. Conclusões

A partir das análises geradas com a distribuição espacial, foi possível verificar que as localidades mais expressivas com maiores números de casos foram: Assentamento Nova Vida, Fazenda São Marcos (Sidepar), Colônia Bom Jesus e KM 60. O aumento do número de casos de LTA no Assentamento Nova Vida, torna-se bastante preocupante, por ser uma área muito próxima do centro urbano (14 Km do centro).

A elevada incidência da LTA em Ulianópolis, a cada ano, está relacionada ao intenso desmatamento onde as florestas estão cada vez mais perdendo espaço para as **pastagens e mosaico de ocupações** (pequenos aglomerados de habitações).

A utilização de ferramentas como as geotecnologias utilizadas nas análises e na identificação de áreas quentes (aglomerados) foram úteis para a compreensão proporcionando entender a dinâmica epidemiológica da LTA que se estabelece em Ulianópolis-PA, o qual possibilitará as prevenções e promoções de ações em áreas prioritárias que ora se estabelecem no município. Os dados gerados podem ser utilizados para apoiar tomadas de decisões na área da saúde pública.

Foi observado ainda que as condições ambientais e as formas de ocupação humana deverão influenciar na alteração dos indicadores epidemiológico na área de estudo.

Agradecimentos

Secretaria Municipal de Saúde do município de Ulianópolis por ter cedido o banco de dados do SINAN a Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior - CAPES, ao Instituto Evandro Chagas - IEC pelo apoio para o desenvolvimento da Pesquisa.

Referências Bibliográficas

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância epidemiológica**. 6ª ed. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2005.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância epidemiológica** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 9. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2011

Carvalho, M.S; Pina, M.F.; Santos, S.M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicada à Saúde**, 2000. 1. OPS/ Ministério da Saúde, Brasília.

Lopes, M. N. G.; Souza, E. B.; Ferreira, D. B. S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. **Revista brasileira de climatologia**, v. 12, n 9, 2013.

Medronho, R. A. et al. **Epidemiologia**. 2ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

Negrão, G. N. M.; Ferreira, E.M.C. Considerações sobre a dispersão da Leishmaniose Tegumentar Americana nas Americas. 2009. **Revista Percursos - NEMO** Maringá, v. 1, n. 1, p. 85-103

SINAN- Sistema de Informação de Agravos de notificação. **Dados Epidemiológicos. Brasília, 2015**. Disponível em: < <http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/tabnet/dh?sinanet/lta/bases/ltabnet.def>>. Acesso em mar. 2015

Rebêlo, J.M.M. et al. Flutuação sazonal dos flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em área de colonização recente do Município de Buriticupu, Amazônia maranhense, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 45, p.11-6, 2001

Santos, S.M; Pina, M.F.; Carvalho, M.S., 2000. **Sistemas de informação geográfica e cartografia aplicada à saúde**. Ed. Organização Panamericana da Saúde, Ministério da saúde, 2000.122p.

Silva, J.G.D. et al.. Infecção natural de *Lutzomyia longipalpis* por *Leishmania* sp. em Teresina, Piauí, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23(7):1715-1720, jul, 2007