ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbge

Variabilidade da precipitação na Cidade de Belém-PA e sua relação com a incidência de Leptospirose

Fernanda da Silva de Andrade Moreira¹, Giovani Rezende Barbosa Ferreira², Luanna Costa Dias², Maria Isabel Vitorino³

¹ Doutoranda em Ciências do Desenvolvimento Socioambiental, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, CEP 66075110 - Belém PA. (91) 98103-9868. fsamoreira@hotmail.com (autor correspondente). ² Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, CEP 66075110 - Belém PA. (91) 98373-8441, giovani.rezende@hotmail.com, (91) 98161-0850, luana_dias22@hotmail.com. ³ Dra. em Meteorologia, Professora Associada I, Departamento de Meteorologia, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, CEP 66075-110, Belém, (91) 98214-5137, vitorino@ufpa.br.

Artigo recebido em 14/01/2019 e aceito em 14/04/2019

RESUMO

O clima é um fator que pode gerar condições que facilitam o desenvolvimento de micro-organismos, e a frequente exposição da população à contaminação ambiental durante as fortes chuvas e enchentes, são considerados fatores que contribuem com maior magnitude na ocorrência de epidemias de leptospirose e de outras doenças de veiculação hídrica. O objetivo deste trabalho é apresentar os principais fatores climatológicos que explicam a distribuição de chuvas em Belém em diferentes escalas meteorológicas e sua relação com a ocorrência de leptospirose, a partir de uma pesquisa teórica, com bases de dados do TABNET e DATAUS relacionada a análise da anomalia anual de precipitação do período de 1961 a 2007, conjuntamente com a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Esses dados foram trabalhados nas escalas mensal e anual, com o objetivo de analisar a variação temporal, durante a estação chuvosa e menos chuvosa na região. Para a obtenção da correlação das variáveis climáticas e os casos de internação foi utilizada uma defasagem da precipitação, em média, de 30 dias por conta do período de incubação da bactéria. Nos casos confirmados de Leptospirose no município de Belém durante os anos 2000 a 2010 nota-se a baixa relação entre os casos da doença com a precipitação e a temperatura. Como pode ser verificado neste trabalho, a leptospirose não está relacionada apenas com a sazonalidade da precipitação. Fatores como o processo de ocupação desordenada ocorrido nas últimas décadas, com moradias carentes de infraestrutura básica devem também ser analisados.

Palavras-chave: Leptospirose; Clima; Belém-PA.

Variability temporal space of precipitation in the City of Belém-PA and its relation with the incidence of Leptospirosis

ABSTRACT

Climate is a factor that can generate conditions that facilitate the development of microorganisms, and the frequent exposure of the population to environmental contamination during heavy rains and floods, are considered factors that contribute with greater magnitude in the occurrence of leptospirosis epidemics and other diseases of water transport. The objective of this work is to present the main climatological factors that explain the distribution of rainfall in Belém in different meteorological scales and its relation with the occurrence of leptospirosis, based on a theoretical research, with databases of TABNET and DATAUS related to the analysis of the annual precipitation anomaly from 1961 to 2007, in conjunction with the Pacific Decadal Oscillation (ODP). These data were worked on the monthly and annual scales, with the objective of analyzing the temporal variation, during the rainy season and less rainy season in the region. In order to obtain the correlation of the climatic variables and the cases of hospitalization a precipitation lag was used, on average, 30 days due to the incubation period of the bacteria. In the confirmed cases of Leptospirosis in the municipality of Belém during the years 2000 to 2010 the low relation between the cases of the disease with the precipitation and the temperature is noticed. As can be seen in this study, leptospirosis is not only related to the seasonality of precipitation. Factors such as the process of disordered occupation occurred in the last decades, with housing lacking basic infrastructure should also be analyzed.

Keywords: Leptospirosis; Climate; Belém-PA.

Introdução

O clima de uma região é determinado por fatores, denominados controles climáticos, que atuam tanto na escala global como na regional. Os mais importantes são a circulação geral da atmosfera (CGA), a topografia local, a natureza da cobertura vegetal, o ciclo hidrológico e a influência de correntes oceânicas, se a região for costeira. A CGA, que é uma consequência da distribuição latitudinal da energia solar e da distribuição assimétrica de continentes e oceanos, impõe as características gerais do clima regional (Molion, 1987).

No Brasil, o clima não é determinado apenas pela quantidade de radiação solar incidente devido sua posição no globo - o país está localizado entre os trópicos de capricórnio e câncer sendo também cortado pela linha do equador - mas também pelo relevo, vegetação, sistemas meteorológicos atuantes interagindo. A própria ação do homem interfere nas variações climáticas e principalmente nas alterações na escala de tempo.

A convecção tropical é a principal característica do clima sobre a região amazônica, que, por sua vez, é modulada por características atmosféricas de grande escala, incluindo o El Niño Oscilação Sul, a Oscilação Decadal do Pacífico e a Oscilação do Atlântico Norte. O índice da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) é baseado em uma análise de EOF para anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) em toda a bacia do Pacífico Norte (Boers et al., 2014), influenciando a alta variabilidade climática que ocorre na Amazônia.

A manifestação conjunta ou não de diversos sistemas meteorológicos de escala local, meso, sinótica e grande escala atuam para essa variabilidade, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) formada pela confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte e os ventos alísios do Hemisfério Sul (Molion, 1987), linhas de instabilidade (Cohen et al., 1995), Sistema Convectivo de Mesoescala Circular (SCMC) (Sodré et al., 2015), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ciclo El Niño / Oscilação do Sul (ENOS) no Oceano Pacífico (De Souza et al., 2016; Ferreira et al., 2015), além da crescente urbanização e perda da cobertura vegetal (Moreira; Vitorino, 2017),

Estudos (Ferreira et al., 2015; Reboita et al., 2010; Barbosa et al., 2015) apontam que a região tem duas estações bem definidas: chuvosa e menos chuvosa. Evidencia-se claramente que os trimestres de junho, julho e agosto (JJA) e setembro, outubro e novembro (SON)

compreendem os períodos sazonais com regime climático mais seco (ou menos chuvoso) sobre a maior parte da Amazônia. Por outro lado, os trimestres de dezembro, janeiro e fevereiro (DJF) e março, abril e maio (MAM) caracterizam o regime climático mais úmido e chuvoso sobre a Amazônia (De Souza et al., 2016).

Em áreas urbanas, as variações espacial e temporal das precipitações são mais sensíveis, por conta das características da atmosférica local que possuem maior concentração de partículas e disponibilidade de calor sensível. Além do aumento de fatores climatológicos como a radiação solar e a formação de ilhas de calor urbano. Assim, os grandes aglomerados urbanos, ao serem construídos criam um clima urbano, que por suas dinâmicas próprias, acabam gerando anomalias na temperatura do ar e da superfície e na umidade e na circulação local (GEE, 2013; Barbosa et al., 2015; Moreira; Vitorino, 2017).

Identificar e quantificar os fenômenos climáticos urbanos e correlacioná-los com fatores como urbanização ou arborização, são de grande importância para os projetos de planejamento urbano, contribuindo para melhoria da qualidade de vida, de acordo com Oke (1973). Na Região Amazônica esse tema é recente e apresenta atual relevância porque explica algumas das complexas mudanças ambientais envolvidas, destacando-se o consequente desequilíbrio físico dos sistemas solo-plantas-atmosfera (Barbosa et al., 2015). Assim, as mudanças no espaço urbano alteram as condições climáticas locais.

O estudo do clima urbano é complexo por envolver diversas variáveis, as quais, de acordo com Silva Júnior et. al (2013), não respondem da mesma maneira a diferentes situações. Monteiro (1976) propôs a Teoria do Sistema Clima Urbano, numa tentativa de entender e explicar a relação entre estas variáveis, através da meteorologia local e regional, além de abranger aspectos da urbanização como crescimento e cultura da população, economia e expansão das cidades, materiais empregados nas construções, verticalização do solo, morfologia urbana, entre outros.

Nesse contexto merece destaque uma grande cidade da Amazônia, Belém. Segundo Trindade Júnior. (2016), de 1960 a 1990 foram, aproximadamente, um milhão de pessoas que passaram a incrementar a dinâmica do espaço urbano de Belém. Num primeiro momento do processo de metropolização, grande parte desse contingente se concentrou nas áreas centrais da

metrópole, em espaços sem infraestrutura e de péssima qualidade ambiental, as chamadas áreas de baixadas.

Ao longo de sua expansão urbana, a cidade vivenciou diversas fases, sobretudo no período auge da borracha, com o passar do tempo houve uma intensificação na migração no sentido campo para cidade, o que levou a população principalmente de baixa renda a ocupar áreas periféricas e alagáveis, já que a cidade é cortada por inúmeros igarapés, o que também proporcionou a ocupação desordenada. Isto resultou na desigualdade e exclusão social, que hoje é um dos principais problemas urbanos visto na cidade (Santos; Rocha, 2013; Cardoso et al., 2016; Pimentel et al., 2012).

Belém, em 2010, segundo dados do último censo demográfico realizado pelo IBGE, tinha uma população de aproximadamente 1.393.399 habitantes, sinalizando para uma explosão demográfica que traz como consequência o efeito de um crescimento desordenado (Santos; Rocha, 2013).

A cidade que está cercada por rio, baía e é cortada por igarapés e lagos, apresenta um elevado índice pluviométrico. Somando-se esse fato com uma urbanização intensa, alguns problemas surgem, como redução das áreas verdes, formação de ilhas de calor, além dos sistemas de drenagem pluvial que não são suficientes para conter os frequentes pontos de alagamento.

Essa alta variabilidade da precipitação pode contribuir para o aumento e a migração de vetores de epidemias e doenças; a redução da produtividade; o aumento dos gastos e de cuidados com a saúde. Também podem levar a eventos climáticos extremos como: os temporais, as inundações e as secas. Estes fatores têm importantes impactos na saúde das coletividades, quer no aparecimento de surtos de doenças transmissíveis, quer provocando vítimas por acidente (Oliveira et. al., 2012).

Além dos fatores climáticos, a topografia da cidade contribui para o desenvolvimento de microorganismos e a frequente exposição da população à contaminação ambiental durante as fortes chuvas e enchentes. Segundo Ribeiro e Amaral (2012), os terrenos de planície, como os de Belém, são suscetíveis aos efeitos das enchentes e inundação e estas áreas não deveriam ser ocupadas, caso contrário vários impactos socioambientais podem ocorrer. Esses fenômenos surgem com periodicidade nos cursos d'água, devido as frequentes chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração.

Esses fatores contribuem com maior magnitude para a ocorrência de epidemias de doenças de veiculação hídrica. Além disso, a alta densidade demográfica contribui para o aspecto explosivo das epidemias geradas em ambientes submetidos às condições ambientais propícias, como a falta de saneamento básico nos grandes centros urbanos, principalmente nas comunidades mais carentes. (Oliveira et. al., 2012).

Como uma das doenças de veiculação hídrica e vinculada indiretamente ao clima tem-se a Leptospirose. O agente causal é uma bactéria que pertence ao gênero *Leptospira* (Dutra et al., 2018). De acordo com o Guia de Vigilância Epidemiológica (2006), trata-se de zoonose de grande importância social e econômica por apresentar elevada incidência em determinadas áreas, alto custo hospitalar e perdas de dias de trabalho, bem como por sua letalidade, que pode chegar a até 40% dos casos mais graves. As formas mais comuns de se adquirir a doença são em situações de inundações e enchentes, quando a urina dos ratos, presentes em esgotos e bueiros, mistura-se à enxurrada e à lama das enchentes. Qualquer pessoa em contato com a água ou lama contaminada poderá se infectar.

De acordo com Gonçalves et al (2016), o homem é um hospedeiro acidental e terminal dentro da cadeia de transmissão. A responsabilidade pela maior parte da transmissão é dos roedores, estes são os principais reservatórios da doença. A proliferação da leptospirose ocorre em cidades onde a coleta de lixo é insatisfatória e a rede pluvial e de esgotos não recebem tratamento adequado.

A leptospirose é uma doença infecciosa febril, aguda e potencialmente grave, causada pela bactéria *Leptospira Interrogans*, que comumente se aloja nos rins do *Rattus norvegicus*, principal responsável pela infecção humana. A infecção ocorre por meio da penetração da bactéria através da pele ou mucosa em contato com a urina, sangue, tecidos ou órgãos de animais infectados (Dutra et al., 2018). O período de incubação da leptospirose pode variar de 1 a 30 dias. A forma ictérica (pele amarelada) é a forma mais grave e acomete 10% dos doentes, podendo levar à morte. Já a forma anictérica é a forma benigna e ocorre entre 60-70% dos casos. Em caso de complicações, em ambas as formas, podem ocorrer: disfunção renal, hemorragia, alterações cardíaca e pulmonar, cuja taxa de letalidade é de 5 a 20% (Levett, 2001).

A ocorrência de leptospirose está intimamente relacionada a fatores ambientais (Buffon, 2018). Assim, na área urbana,

especialmente no período chuvoso, as inundações são o principal fator de risco para a ocorrência de surtos da doença. Este fator associado aos altos índices pluviométricos e terrenos de baixas cotas altimétricas facilitam a incidência da doença.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A cidade de Belém (PA) é a capital do estado do Pará, com uma área territorial de 1059,406 km², situada na zona equatorial, às margens da Baía do Guajará e Rio Guamá, distante 120 quilômetros do Oceano Atlântico no estuário do Rio Pará. Situa-se próximo à linha do equador - o que justifica suas altas temperaturas -, e com coordenadas de latitude 01° 26'S e longitude 48° 26'W. A Figura 1 apresenta o mapa de localização da cidade de Belém.

Figura 1. Mapa de localização da Cidade de Belém e localização da estação utilizada.

O clima é do tipo tropical úmido, encontra-se situada na zona climática Af (segundo a classificação de Köppen), que representa um clima equatorial chuvoso ou de floresta equatorial, caracterizado por sua grande precipitação anual

acumulada, que, segundo Alvares et. al (2013), é em torno de, 2300 mm, com áreas de precipitação superior a 3000 mm, localizadas nos setores oeste, noroeste e no litoral norte; nas sub-regiões entre estes máximos, há mínimos de 1600 mm. Na área de estudo ocorrem dois períodos climáticos distintos: um mais chuvoso (dezembro a maio) e outro menos chuvoso (junho a novembro).

A topografia é pouco variável e baixa. Na área urbana, há grandes áreas que estão abaixo do nível do mar e que sofrem influência das marés altas, com dificuldades para reter a água da chuva. Isto somado ao acúmulo inadequado de resíduos próximos aos canais resulta em sérios problemas de inundação e alagamento no período chuvoso (dezembro a maio), afetando diretamente a população e a qualidade dos recursos hídricos da região.

Ressalte-se que esses locais eram caracterizados pela deficiência de drenagem pluvial e pela população muito pobre, que residia em casebres ou 'barracas' construídas em lotes muito pequenos localizados sobre áreas alagáveis, como os igapós e às margens de igarapés (Pimentel, et al., 2012).

Metodologia

A primeira etapa da pesquisa caracterizou-se por uma fundamentação teórica do objeto de estudo, visando à elaboração de uma base teórica e metodológica que desse suporte à análise da precipitação, temperatura do ar e a leptospirose nas escalas a serem observadas.

Os dados referentes à leptospirose correspondem ao número de internações na rede pública de Belém para o período de 2000 a 2017, no qual foram coletados na plataforma de Informações de Saúde (TABNET) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

Para a anomalia anual da precipitação foi utilizada a precipitação média anual do período de 1961 a 2017 da Estação Convencional de Belém/PA do INMET (Figura 1) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Ressalta-se que há diferença do período temporal das séries, contudo, a maior série é necessária para uma ampla caracterização climática (dados superiores a 30 anos). Essa anomalia anual foi analisada conjuntamente com a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), disponível no site da National Climatic Data Center (NCDC) da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), para obtenção da modulação da precipitação anual na área de estudo. Ainda foram utilizados desse

Instituto os dados mensais de precipitação e temperatura do ar apenas para o período de 2000 a 2017, que combinam com os dados de leptospirose disponíveis no DATASUS.

Esses dados foram trabalhados nas escalas mensal e anual, com o objetivo de analisar a variação temporal, durante a estação chuvosa e menos chuvosa na região. Para a obtenção da correlação das variáveis climáticas e os casos de internação foi utilizada uma defasagem da precipitação, em média, de 30 dias por conta do período de incubação da bactéria (Levett, 2001).

Para a análise do relevo foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE), tendo como base a imagem do dia 23 de setembro de 2014 do LANDSAT 8, disponível no USGS partir de uma cena SRTM 1 Arc-Second Global. A área de estudo foi recortada com suporte do software Quantum Gis (QGIS).

Segundo Andrade (2008) essa técnica é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real. Os arquivos MDE (modelos digitais de elevação), gerados a partir de radar, tem resolução 30x30 metros.

O tratamento dos dados foi feito no programa Microsoft Excel, com a proposta de ter gráficos que mostrem a variação das anomalias dos dados climáticos com as anomalias das internações por leptospirose no município de Belém/PA.

Resultados e discussão

A figura 2 mostra que no período de 1961 a 1992 ocorreram as anomalias negativas de precipitação anual e fase positiva da ODP, seguidas de fases opostas até 2017. Isto reflete em um maior número de anos de El Niño e La Niña, respectivamente, o que concorda com os resultados de Silva e Galvêncio (2011).

Figura 2. Variabilidade temporal da anomalia de precipitação anual e a Oscilação Decadal do Pacífico para os anos de 1961 a 2017.

Observa-se na Figura 3a que as anomalias de precipitação anual apresentam tendência de aumento de precipitação no período de 2000 a 2017 e redução dos casos de internação de leptospirose. Por outro lado, no período de 2000 a 2009, o comportamento das variáveis é concordante, pois há redução da leptospirose e redução da precipitação. No entanto, no período a diante houve redução dos casos de maneira abrupta, mas não convergiu com a precipitação, pois esta apresentou anomalias positivas.

Destaca-se que além da precipitação e temperatura do ar, o saneamento básico é fator determinante para contaminação por leptospirose (Lopes et al., 2014; Ventura, 2017). De acordo com Gonçalves e outros (2016), a infraestrutura sanitária deficiente desempenha uma interface com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento, onde as doenças infecciosas continuam sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade. A prevalência destas doenças constitui um forte indicativo de fragilidade dos sistemas públicos de saneamento.

Figura 3. Anomalias de precipitação (a) e de temperatura (b) anos de 1961-2016 em Belém/PA.

A Figura 3b mostra que a temperatura média do ar apresenta uma tendência crescente, o que concorda com a precipitação, porém ocorre a redução dos casos de internação de leptospirose. As anomalias positivas para a maior parte do período estudado chegam a 1,4 °C, no qual é justificado pelo aumento da população e da área urbana no município de Belém/PA (Moreira; Vitorino, 2017).

No período de 2000 a 2004, as Figuras 3a e 3b mostram que os casos de internação de leptospirose apresentam anomalias positivas, porém já apresentando um decréscimo, que é possível de ser justificado pelas anomalias negativas de precipitação no período. De 2005 a 2010, tem-se uma fase de transição com um aumento no número de casos da doença. Contudo, a partir de 2011, os casos de internação pela doença apresentam anomalias negativas de ocorrências, já as variáveis meteorológicas possuem comportamento oposto, dando-se a entender que as ocorrências da leptospirose foram independentes das condições de precipitação e temperatura do ar na região.

É importante destacar que nem todos os casos evoluem para a forma mais grave, corroborando com esta afirmação, dados do Ministério da Saúde (2014), apontam que aproximadamente 15% dos casos de Leptospirose indicam taxas de internação registradas pelo DATASUS.

Apesar da relevância do saneamento básico, a correlação entre o número de casos de leptospirose e a precipitação acumulada mensal (Figura 4) é forte e fica na casa de 0,7863. Um fator relevante nesta correlação é possível identificar a influência da topografia da cidade.

Figura 4. Relação entre nº de casos de Leptospirose e precipitação acumulada mensal.

De acordo com a Secretaria de Saúde do Estado, cerca de 40% dos casos ocorreram em áreas de baixa topografia e que são áreas periféricas (Figura 5), como os bairros do Guamá, Terra Firme e Jurunas. Esses locais sofrem influência das marés altas e dificuldades de escoamento das águas de chuva, que somadas à deficiente infraestrutura de saneamento, podem intensificar a ocorrência da doença.

Figura 5. Modelo Digital de Elevação do município de Belém.

Historicamente, a transmissão desta doença ocorre em áreas com problemas de infraestrutura sanitária, tais como, ausência de esgotos, acúmulo de lixo a céu aberto e inundações nas margens de canais, sendo que estas variáveis aumentam a vulnerabilidade de pessoas com baixa renda per capita, pouca escolaridade e que moram nessas áreas susceptíveis à circulação do patógeno. O presente trabalho teve como objetivo analisar a distribuição espacial e temporal da leptospirose e sua relação com fatores de risco socioambientais nos bairros Condor, Guamá e Jurunas, em Belém do Pará, no período de 2007 a 2013. Estes bairros foram escolhidos, devido a apresentarem as maiores notificações da doença, no município, ao longo do período de estudo. (Gonçalves et al. 2016).

Como pode ser verificado neste trabalho, a leptospirose não está relacionada apenas com a sazonalidade da precipitação. Fatores como o processo de ocupação desordenada ocorrido nas últimas décadas, com moradias carentes de infraestrutura básica, leva a um ambiente insalubre, aumentando o risco para contrair a doença.

Conclusão

As variações climáticas e seus extremos não são controláveis pela ação humana, por isso o estudo das suas consequências sobre as condições de saúde das populações também se constituem de um desafio processual, sistemático e contínuo.

O estudo revelou uma forte correlação entre a precipitação acumulada mensal e os casos de internação da leptospirose em Belém, isso é favorecido quando se observa que a maior parte do terreno da cidade se encontra em baixas cotas altimétricas. No entanto, é necessário relacionar a leptospirose em função de outros fatores, como os dados de saneamento básico, o qual é precário na área de estudo, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS do ano de 2016 (BRASIL, 2018).

Nesse sentido, medidas voltadas para a melhoria do saneamento básico, tais como coleta adequada de resíduos sólidos, limpeza dos canais a céu aberto e bueiros existentes na área de estudo evitariam inundações e alagamentos, ou seja, a execução de medidas viáveis e mitigadores do agravamento do número de casos de leptospirose. Ressalta-se que estudos desse tipo poderão ser úteis para os processos de tomada de decisão.

Referências

Alvares, C.A.; STAPE, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, 2013. Köppen's Climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711-728.

Barbosa, P. H. D.; Costa, A. C. L.; Cunha, A. C.; Silva Junior, J. DE A., 2015. Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Climatologia* 17.

Boers, N.; Rheinwalt, A.; Bookhagen, B.; Barbosa, H. M. J.; Marwan, N.; Marengo, J.; Kurths, J., (2013). The South American rainfall dipole: A complex network analysis of extreme events. *Geophysical Research Letters*, 40.

Brasil., (2006). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de vigilância

epidemiológica. 6ª ed. Ministério da Saúde, Brasília.

_____, 2014. Ministério da Saúde. Guia de Vigilância em Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 812.

_____, 2018. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações em Saneamento: Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES.

Buffon, E. A. M., 2018. Vulnerabilidade socioambiental à leptospirose humana no aglomerado urbano metropolitano de Curitiba, Paraná, Brasil: proposta metodológica a partir da análise multicritério e álgebra de mapas. *Saúde e Sociedade*, 27, 588-604.

Cardoso, A. C. D.; Lima, J. J. F.; Silva Neto, R. V.; Rodrigues, R.; Ponte, J. P. X.; Gomes, T., 2016. Forma urbana de Belém e seus desdobramentos para a formação de um sistema de espaços livres acessível à população. *Paisagem e Ambiente* 37.

Castro, A.R.C.C., 2009. Aplicação de sensoriamento remoto na análise espaço-temporal das ilhas de calor e ilhas de frescor urbanas no município de Belém-PA, nos anos de 1997 e 2008. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará, Belém. 2009.

Cohen, J. C. P.; Silva Dias, M. A.; Nobre, C. A., 1995. Environmental conditions associated with Amazonian squall lines: a case study. *Monthly Weather Review*.

Confalonieri, U. E.; Dutra, F. R. L. S., 2014. Climate change and Vector-borne diseases in Latin America. In: Rais Akhtar and Abdul Malik (Orgs.). *Environmental Degradation and Human Health. Climate Change*. Nova Deli: Springer Publisher, Book Part III, 315-324. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7890-0_13

De SOUZA, E. B.; Carmo, A. M. C.; Moraes, B. C.; NACIF, A.; Ferreira, D. B. S.; Rocha, E. J. P.; Souza, P. J. O. P., 2016. Sazonalidade da precipitação sobre a Amazônia Legal Brasileira: clima atual e projeções futuras usando o modelo REGCM4. *Revista Brasileira de Climatologia* 18.

Demuzere, M.; Orru, K.; Heidrich, O.; Olazabal, E.; Geneletti, D.; Orru, H.; Bhawe, A. G.; Mittal, N.; Feliu, E.; Faehnle, M., 2014. Mitigating and adapting to climate change: multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management* 146, 107-15. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025>

- Dutra, F. R. L. S.; Quadro, M. F. L.; Muller, G. V.; Valadao, R. C., 2018. Associações entre a zona de convergência do atlântico sul e o El Niño e sua influência sobre a distribuição espaço temporal da leptospirose em minas gerais. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*. DOI://dx.doi.org/10.14393/Hyg>
- Ferreira, D. B. S.; De Souza, E. B.; De Moraes, B. C.; Meira Filho, L. G., 2015. Spatial and Temporal Variability of Rainfall in Eastern Amazon during the Rainy Season. *The Scientific World Journal* 2015, 1-9.
- Gee, O. K. et al., 2013. Monitoring the effects of land use/land cover changes and heat island generation. *Earth resources and environmental remote sensing/GIS applications IV* 8893.
- Gonçalves, N. V.; Araújo, E. N.; Júnior, A. S. S.; Pereira, W. M. M.; Miranda, C. S. C.; Campos, P. S. S.; Matos, M. W. S.; Palácios, V. R. C. M., 2016. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. *Revista Ciência e Saúde Coletiva* 21. Rio de Janeiro.
- Levett, P. N., 2001. Leptospirosis. *Clin. Microbiol.* 14, 296. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.2.296-326.2001>.
- Lima, R. J. S.; Abreu, E. M. N.; Ramos, F. L. P.; Santos, R. D.; Santos, D. D.; Santos, F. A. A.; Matos, L. M.; Saraiva, J. M. B. Costa, A. R. F., 2012. Análise da distribuição espaço-temporal da leptospirose humana em Belém, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amaz Saúde* 3.
- Limberger, L.; Silva, M. E. S., 2016. Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)* 20. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.105393>
- Lopes, E. R. N.; Costa, M. O.; Nunes, L. A. Santos, A. B.; Ferraz, M. I. F., 2014. Estudo da relação entre saneamento básico e a incidência de doenças na Bahia – uma análise comparativa entre 2002, 2007 e 2012. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia* 10.
- Molion, L.C.B., 2015. Aquecimento Global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico, *Revista Climanalise*.
- Molion, L.C.B., 1987. Climatologia dinâmica da região amazônica: mecanismos de precipitação. *Revista Brasileira de Meteorologia* 2, 107-117.
- Monteiro, C. A. de F., 1976. Teoria e Clima Urbano. São Paulo, IGEOG/USP, 181.
- Moreira, F. S. A.; Vitorino, M. I., 2017. Relação de áreas verdes e temperatura da superfície para a cidade de Belém. *Papers do Naea (UFPA)* 369, 1-25.
- Oke, T. R., 1973. City size and urban heat island. *Atmospheric environment* 7, New York, 769–779.
- Oliveira, A. S.; C. NOBRE., 1986. Interactions between frontal systems in South America and tropical convection over Amazon. 2nd International Conference on Southern Hemispheric Meteorology, Wellington, New Zealand, 1-5.
- Oliveira, T. V. S.; Marinho, D. P.; Neto, C. C.; Kligerman, D. C., 2012. Variáveis climáticas, condições de vida e saúde da população: a leptospirose no Município do Rio de Janeiro de 1996 a 2009. *Revista Ciência e Saúde Coletiva* 17. Rio de Janeiro.
- Pimentel, M. A. S.; Santos, V. C.; Silva, F. A. O.; Gonçalves, A. C., 2012. A ocupação das várzeas na cidade de Belém: causas e consequências socioambientais. *Revista Geonorte* 2, 34-45.
- Reboita, M. S.; Gan, M. A.; Da Rocha, R. P.; Ambrizzi, T., 2010. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia (Impresso)* 25, 185-204.
- Santos, F. A. A.; Rocha, E. J. P., 2013. Alagamento e inundação em áreas urbanas. Estudo de caso: cidade de Belém. *Revista Geoamazonia* 02, Belém. 33-55.
- Santos, O. C. O., 2012. As chuvas, alagamentos e enchentes no período chuvoso em Belém, Estado do Pará. *Revista Geonorte* 2, edição Especial 2, 173-183.
- Silva, D. F.; Galvêncio, J. D., 2011. Estudo da Influência da Oscilação Decadal do Pacífico no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 04, 665-676.
- Silva Júnior, J. A.; Costa, A. C. L.; Pezzuti, J. C. B.; Costa, R. F., 2013. Variabilidade espacial do conforto térmico e a segregação social do espaço urbano na cidade de Belém-PA. *Revista Brasileira de Meteorologia* 28.
- Silva Júnior, J.A.; Costa, A. C. L.; Pezzuti, J. C.; Costa, R. F.; Galbraith, D., 2012. Análise da distribuição espacial do conforto térmico na cidade de Belém, PA no período menos chuvoso. *Revista Brasileira de Geografia Física* 2, 218-232.
- Sodré, G. R. C.; Vitorino, M. I.; Cohen, J. C. P.; Moraes, B. C., 2015. Estudo observacional da convecção de mesoescala em diferentes

- superfícies no Estado do Pará. Revista Brasileira de Geografia Física 8, 45-55.
- Souza, M. H. F.; Júnior, R. N. N. A.; Costa, A. C. L., 2010. Leptospirose humana: uma análise de sua manifestação no município de Belém/Pa. In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010, Belém. A Amazônia e o Clima Global.
- Trindade Júnior., S-C. C., 2016. Formação Metropolitana de Belém (1960-1997). Belém: Paka-Tatu.
- Ventura, G. K. A., 2017. Infraestrutura de saneamento básico e incidência de doenças associadas: uma análise comparativa entre Belo Horizonte e Ribeirão das Neves. Caderno de Geografia 27.