

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS NA OCORRÊNCIA DE TUBERCULOSE NA REGIÃO NORTE DO BRASIL

Luana Costa da Silva¹
Bianca Cristina Cirino Saraiva²
Lorena Fernanda Araujo Soares³
Glênea Rafaela da Costa⁴
Denílson do Socorro Pinheiro Martins⁵
Amanda Rosa Gama⁶

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo comparar e analisar a influência das variáveis climatológicas na ocorrência de tuberculose nas capitais da região norte do Brasil com interferência de anomalias ocorridas nos anos de 2007 e 2017. Segundo a Organização Mundial de Saúde a tuberculose é a doença de agente único que mais mata, superando o HIV. Para avaliar a relação do aumento na quantidade de casos confirmados de tuberculose pelo Datasus com as variáveis climatológicas como precipitação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, adquiridos pelo Instituto Nacional de Meteorologia, foram feitas análises de correlação utilizando o programa estatístico Rstudio 3.4. Observou-se que o município de Macapá foi o único que apresentou redução na incidência de tuberculose na região amazônica. Além disso, verificou-se outliers em Manaus - AM na variável de velocidade média do vento nos anos de 2007 e 2017, Palmas -TO nas variáveis de precipitação no ano de 2007 e velocidade média do vento no ano de 2007 e no Rio Branco - AC na variável de temperatura média compensa no ano de 2017. Para reduzir o número de pacientes com tuberculose, faz-se necessário o desenvolvimento de maiores estudos e um maior comprometimento na implantação de políticas públicas para a região amazônica.

Palavras-chave: Doenças respiratórias. Mudanças climáticas. Amazônia.

¹ Mestranda em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais pelo Instituto Tecnológico Vale – ITV. E-mail: luanacostaisaias@gmail.com

² Mestranda em Conservação e Biodiversidade pela Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: biancasaraiva.ufra@gmail.com

³ Mestranda em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: lorenaasoaares@gmail.com

⁴ Engenheira Ambiental e de Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. E-mail: g_rafaela_91@hotmail.com

⁵ Engenheiro Ambiental e de Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. E-mail: denilsonmartinsufra2015@gmail.com

⁶ Doutoranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: amandarosagama@gmail.com

ABSTRACT

Pollution can cause climate change, which in your time, can harm human health, interfering in the occurrence of some respiratory diseases. Among these respiratory diseases is tuberculosis, which according to the World Health Organization (who) is the disease of single agent that kills more, overcoming HIV. To assess the relationship of the increase in the number of confirmed cases of tuberculosis by Datasus with climatological indicators such as precipitation, temperature, relative humidity and wind speed, acquired by INMET. The Graphics were generated in boxplot RStudio 3.4 to better show the behavior of the variables. Therefore, this study aims to compare and analyze the influence of climatological indicators on occurrence of tuberculosis in the capitals of the North region of Brazil with interference from anomalies in the years 2007 and 2017. In the study, showed the regional differences to climatic variables. To meet the mitigation goals in the number of tuberculosis patients larger studies are needed, the data had great variability, in addition to greater commitment in the implementation of public policies for the northern region of Brazil.

Keywords: Respiratory diseases. Climate change. Amazon.

INTRODUÇÃO

Após a revolução industrial ficou evidente a relação desarmônica entre o homem e a natureza, pois essa relação foi construída sem um determinado planejamento e exploração irracional dos recursos naturais, acarretando em impactos negativos a natureza e gerando poluição. Dentre os impactos, evidencia-se a poluição do ar, que pode ser perceptível pela população, uma vez que elevadas concentrações de poluentes no ar podem ocasionar doenças respiratórias, intoxicação, alergias e outras. Geralmente, a contaminação da atmosfera terrestre por substâncias tóxicas tem sido, por conta da emissão de fontes geradoras de poluentes como as indústrias, automóveis, termelétricas entre outras fontes (MANISALIDIS et al., 2020).

A liberação de CO₂ proveniente da queima de combustíveis fósseis pode provocar alterações climáticas, que por sua vez, pode prejudicar a saúde humana (MARTINS et al., 2019). Estudos mostram que o clima e o tempo provocam problemas de saúde na população (LINARES et al., 2020), principalmente em centros urbanos, onde as condições meteorológicas têm influência na dispersão dos poluentes (ADREÃO et al., 2019), já que a presença de ventos e precipitações podem influenciar no período de prolongação dos poluentes na atmosfera.

De acordo com Alves; Freitas (2021), as mudanças climáticas resultam das alterações das variáveis meteorológicas, como a precipitação pluvial, temperatura do ar, vento, radiação solar e umidade relativa do ar, ou seja, das variáveis representativas do clima. Essas mudanças provocam uma maior incidência de doenças respiratórias (faringite, enfisema pulmonar, câncer de pulmão, tuberculose e pneumonia) (LIMA et al., 2021).

Dentre as inúmeras doenças respiratórias está a tuberculose que, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é a doença de agente único que mais mata, superando o HIV (OMS, 2019). De acordo com a OMS (2016) 10,4 milhões de pessoas adoeceram de tuberculose no mundo, e cerca de 1,3 milhão de pessoas morreram em decorrência da doença. Conforme Fernandes (2018) as variáveis climatológicas como precipitação, temperatura média, velocidade média do tempo e umidade média relativa podem contribuir significativamente com a incidência de tuberculose.

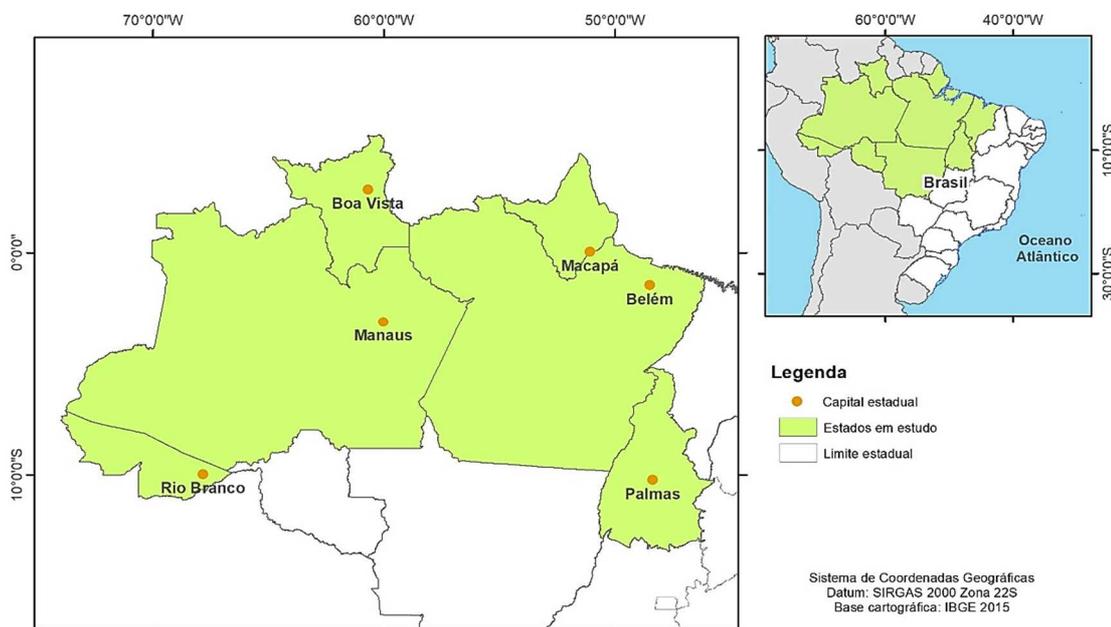
Como as condições ambientais podem interferir na qualidade da saúde das pessoas, evidencia-se os indicadores climatológicos como possíveis fatores de adoecimento de tuberculose (FERNANDES, 2018). O clima pode apresentar relação direta e indireta com a tuberculose, o meio direto pode estar ligado a eventos como furacões e inundações, por exemplo, e o meio indireto pode ser mudanças decorrentes de ciclos como biogeoquímicos que acontecem no meio (GONÇALVES et al., 2021).

Na epidemiologia, faz-se necessário realizar projeções, com o intuito de criar estratégias para interromper a evolução das doenças, restringir o modo de distribuição e propagação, e criar métodos de prevenção. A partir disso, pode-se perceber a importância de desenvolver pesquisas e métodos que contribuem com a redução da carga de doenças que incide sobre a população (ANTUNES, 2015). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a influência das variáveis climatológicas na ocorrência de tuberculose nas capitais da região norte do Brasil com interferência de anomalias ocorridas nos anos em estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudo localizam-se na região Norte do Brasil nos municípios de Belém, Manaus, Rio Branco, Amapá, Palmas e Porto Velho (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autores, 2019.

Devido a indisponibilidade de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS para o município de Roraima, o mesmo não se encontra em estudo neste trabalho. Para Belém, o clima é As, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 23,2 °C, e a precipitação média anual é de 1138 mm. Para Manaus, o clima é Am, de acordo com Köppen, com temperatura média anual de 27,4 °C, e a precipitação média anual é de 2145 mm. Rio Branco tem o clima classificado segundo Köppen como Am, com temperatura média anual de 25,8 °C, e a precipitação média é de 2054 mm. O município de Amapá tem o clima classificado como Am, conforme Köppen, com temperatura média anual de 26,6 °C, e a precipitação média anual de 3322 mm. Para Palmas, o clima é Aw, com temperatura média anual de 26,7 °C, e a precipitação média anual de 1760 mm. Porto Velho tem o clima classificado como Am, com temperatura média anual de 26 °C, e a precipitação média anual é de 2095 mm. A altitude apresenta grande variação entre as capitais, sendo Belém com 236 m, Manaus 33 m, Rio Branco 143 m, Amapá 8,64, Palmas 230 m e Porto Velho 83 m. A vegetação é composta pela floresta tropical úmida inserida no bioma amazônico.

Tabela 1 – Características da temperatura e do clima dos municípios.

Municípios	T °C	Clima (Köppen)
Belém	23,2	As
Manaus	27,4	Am
Rio Branco	25,8	Am
Amapá	26,6	Am
Palmas	26,7	Aw
Porto Velho	26	Am

Fonte: INMET, 2019.

As características da demografia e do desenvolvimento de cada município podem ser observadas na Tabela 1. O que caracteriza esses municípios na faixa de Desenvolvimento Humano Alto, já que apresentam IDH maior que 0,700. Dentre os municípios, Belém e Manaus possuem a maior população de habitantes e a menor no município do Macapá.

Tabela 2- Características da população e social dos municípios.

Municípios	População (hab)	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)
Belém	1.393.399	0,746
Manaus	1.802.014	0,737
Rio Branco	336.038	0,727
Macapá	398.204	0,733
Palmas	228.332	0,788
Porto Velho	428.527	0,736

Fonte: IBGE, 2010.

Para verificar o número de ocorrência de tuberculose nas capitais dos estados do Norte, utilizou-se do banco de dados disponível na plataforma do DATASUS (<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/tubercAM.def>), em que,

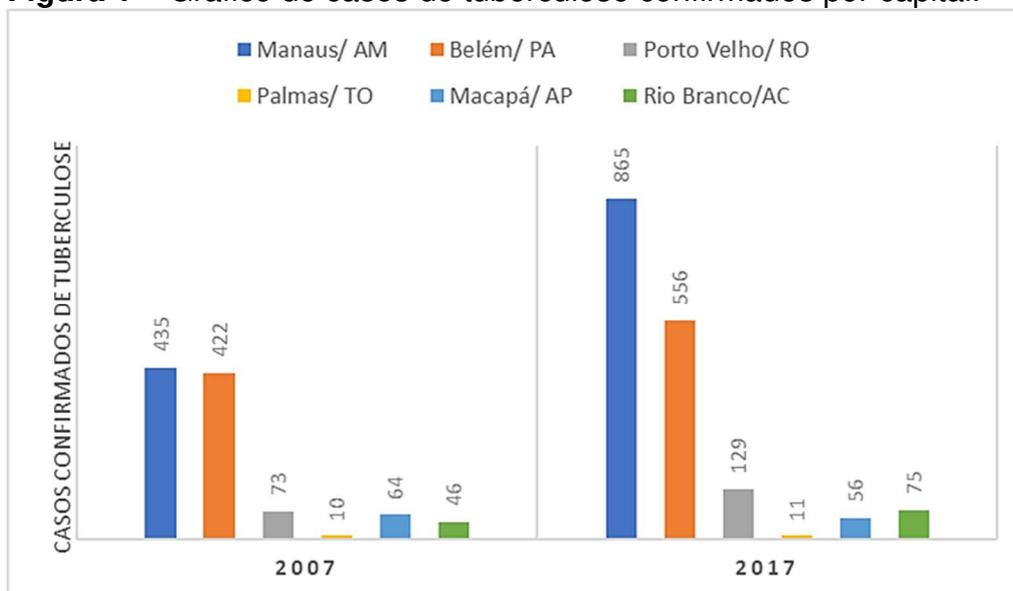
coletou-se os dados na faixa etária de 30 a 50 anos, levando em consideração que essa é a faixa da população economicamente ativa.

A coleta de dados das variáveis climatológicas de precipitação total, temperatura compensada média, umidade relativa média e velocidade do vento foram realizadas através do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>). Foram coletados dados em dois períodos diferentes nos anos de 2007 e 2017, com o intuito de observar a diferença temporal. A escolha dos anos foi em razão da disponibilidade do banco de dados ser a mais atualizada para as regiões em estudo.

Foram feitos gráficos de comparação de casos confirmados de tuberculose nas capitais durante os anos de 2007 e 2017. Além disso, realizou-se uma análise gráfica de Box-plot para averiguar a presença de outliers nas variáveis climatológicas de cada capital em estudo nos anos de 2007 e 2017. Para isso, utilizou-se do programa Rstudio versão 3.4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a OMS a poluição do ar interior é um fator de risco para a doença da tuberculose no nível individual. Há estudos limitado sobre a poluição do ar no ambiente, mas é plausível que está ligado à incidência de tuberculose. O número de casos confirmados de tuberculose na região amazônica foi mais elevado nas capitais de Manaus, que registrou quase o dobro de casos em 2017 e Belém com um aumento de 24% de casos, seguido por Porto Velho com um aumento de até 43%. A única capital que conseguiu diminuir a incidência da doença foi Macapá, com redução de 14% de casos de Tuberculose. Rio Branco e Palmas também registraram aumento na ocorrência da doença (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico de casos de tuberculose confirmados por capital.

Fonte: Autores, 2019.

A análise dos indicadores climatológicos precipitação, temperatura média, umidade relativa e velocidade do vento demonstraram as variações ocorridas no período de diferença de dez anos, em 2007 e 2017 nas capitais da região com exceção de Boa Vista - RO.

A cidade de Belém do estado do Pará, para variáveis como temperatura e precipitação, apresenta dois períodos diferentes, sendo que o acumulado de precipitação anual é de 2893 mm para o período considerado mais chuvoso na cidade que é entre os meses dezembro e maio, e um período menos chuvoso que é entre os meses de junho a novembro, assim a cidade apresenta como temperatura média anual o valor de 26,5°C (COSTA, 2001).

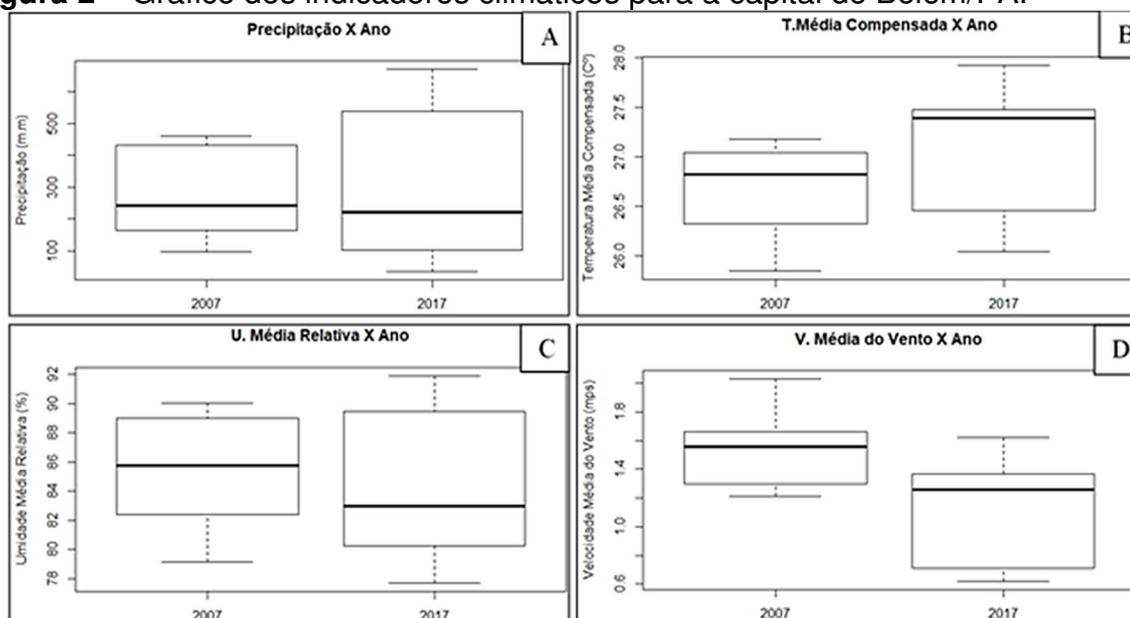
Em relação às temperaturas, além do fenômeno climático El-Niño, vale ressaltar a influência da urbanização na Região Metropolitana de Belém, ocasionando o um efeito chamado “ilha de calor”, contribuindo para temperaturas elevadas, já que a substituição da cobertura natural por concreto e asfalto provocam redução na evapotranspiração (SOUSA, 2015).

Na figura 2B pode-se observar que a temperatura média na cidade de Belém - PA foi maior no ano de 2017, perto dos 27,5 ° C, isso se deve ao fato que de acordo

com Silva; Salvador (2015), a temperatura no Brasil foi maior a partir do ano de 2015, mas também devido aos fenômenos El Niño e La Niña.

Já em relação à precipitação, notou-se que Belém foi pouco influenciada pelos fenômenos El Niño e La Niña nos anos de 2007 e 2017 como mostra a figura 2A. Em relação à velocidade média do vento (Figura 2D) e à umidade média relativa (figura 2C), observamos que ambas as médias foram maiores no ano de 2007, ou seja, o ano em que aconteceu o fenômeno El Niño.

Figura 2 – Gráfico dos indicadores climáticos para a capital de Belém/PA.



Fonte: Autores, 2019.

Os distúrbios respiratórios são provocados tipicamente por reações alérgicas, infecções, ou inalações de poeiras ou produtos químicos, e podem ser influenciados pelo tempo e pelo clima, diretamente, através de quedas súbitas na temperatura ou indiretamente, através do aumento em níveis de poluentes (Conde, 2001; Souza e Neto, 2008).

No ano de 2007 o número de casos de tuberculose na cidade de Macapá foi de 64 e no ano de 2017 foi de 56 (Figura 1), ou seja, houve uma redução de 12,5%. Não houve queda brusca de temperatura (Figura 3F) se comparados os anos de 2007 e de 2017, o que pode ter contribuído para a redução do número de casos de tuberculose confirmados pelo DATASUS.

De acordo com a série histórica sobre incidência de tuberculose realizada pelo Ministério da Saúde e pelo Sistema Nacional de Atendimento Médico de 2019, o estado do Amapá apresentou 38,2 e 31,3 nos anos de 2007 e 2017, respectivamente, R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 453-469, mai. 2021.

o que pode demonstrar que tanto na capital quanto no estado houve uma redução da incidência de tuberculose. Sendo o estado de maior redução em comparação aos demais estados da região norte.

De acordo com Souza e Neto (2008), a precipitação tem a capacidade de dissipar os poluentes, cujas correlações com os casos de internações hospitalares, por doenças respiratórias, são bastante representativas. A ocorrência de precipitação, além de ser um indicador de que a atmosfera está instável (ou seja, com movimentos de ar que favorecem à dispersão de poluentes), promove a remoção do ar impuro, pois uma parcela significativa de materiais particulados suspensos é incorporada à água da chuva. Além disso, o solo úmido evita a re-suspensão das partículas para a atmosfera.

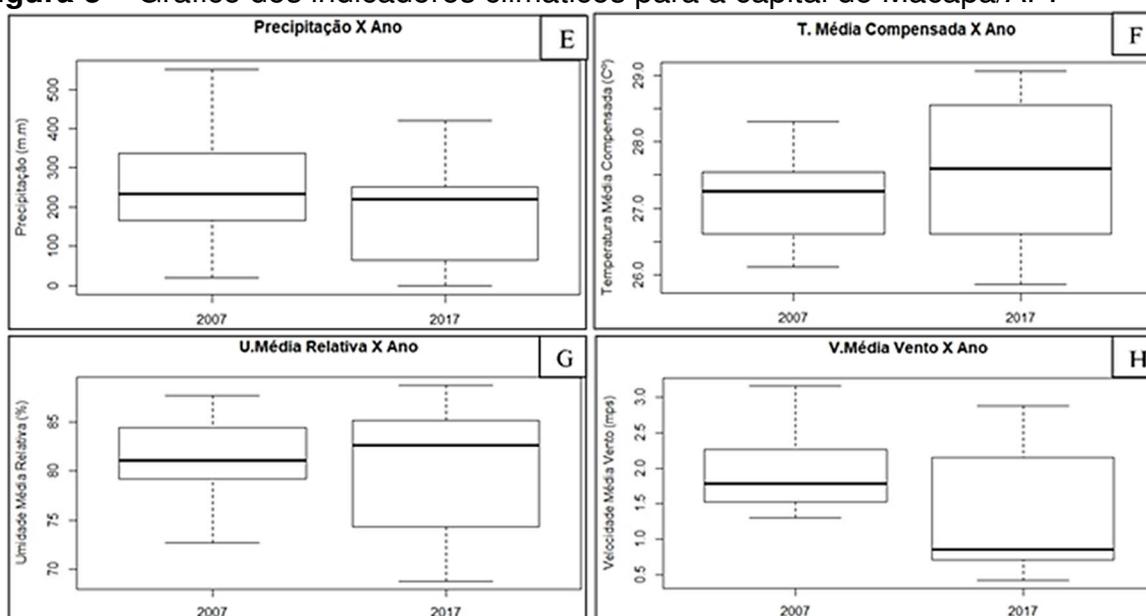
Em um estudo direcionado a cidade de Presidente Prudente (localizada no Extremo Oeste Paulista) nos períodos de estiagem prolongada, oscilações e quedas de temperatura e umidade relativa, na maioria das vezes, abaixo de 60%, estiveram presentes nos momentos em que houve aumento do número de casos de internação, por agravos respiratórios (Souza e Neto, 2008).

Comparando os anos em estudo não houve redução significativa no volume de chuva em Macapá (Figura 3E). E, de acordo com os dados do INMET a umidade média relativa do ar no ano de 2007 foi cerca de 81% e em 2017 foi de 84% (Figura 3G), ou seja, outro fator que pode ter contribuído para a redução do número de casos de tuberculose na cidade.

Um dos aparatos do corpo humano com maior intercâmbio com o meio ambiente é o aparelho respiratório. Dada a grande quantidade de ar que o ser humano respira, qualquer modificação na composição do ar em suas propriedades físicas e químicas podem constituir-se em um problema para o indivíduo (Souza e Neto, 2008).

Quanto a cidade de Porto Velho houve um aumento de 73 para 129 casos de tuberculose confirmados (Figura 1), ou seja, um aumento de 43%. Não foi possível analisar a influência dos indicadores climatológicos desse município, devido a indisponibilidade de dados no INMET.

Figura 3 – Gráfico dos indicadores climáticos para a capital de Macapá/AP.



Fonte: Autores, 2019.

O Estado do Amazonas é a unidade da federação com a maior incidência de tuberculose no Brasil de acordo com o ministério da saúde em 2015, mas trabalhos recentes, como o estudo da Fiocruz sobre o Índice de Vulnerabilidade Geral (IVG), patrocinado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, apontam para o diagnóstico das influências climáticas associadas às doenças que atingem a população amazônica.

Os pesquisadores da Fiocruz chegaram ao IVG a partir da medição e análise de três informações: a ocorrência de doenças (Índice de Vulnerabilidade Epidemiológica), as condições de vida da população (Índice de Vulnerabilidade Socioeconômica) e as mudanças climáticas (Índice de Vulnerabilidade Climatológica) (BARROS, 2006).

A precipitação mediana (Figura 4I) nos dois períodos de estudos para a capital com maior número de casos (Manaus) teve pouca variação comparando os dois anos, obtendo aproximadamente 130 mm para os anos em estudo, porém apesar da variabilidade nos dados da média e do desvio padrão serem altos e da distribuição da precipitação ser assimétrica, em 2017 foi registrado a precipitação de até 512.8 mm em Manaus.

Já para a temperatura média (Figura 4J) em Manaus, evidencia-se que 2007 obteve baixa variabilidade e 2017 alta variabilidade, alcançando temperaturas médias de até 30 °C e mínimas de 26,5 °C enquanto em 2007 a temperatura não ultrapassou os 29°C. Ou seja, em 2007 obteve-se uma distribuição simétrica enquanto em 2017

foi assimétrica. Deste modo, as médias de temperatura registradas em 2017 foram mais elevadas comparadas com as de 2007.

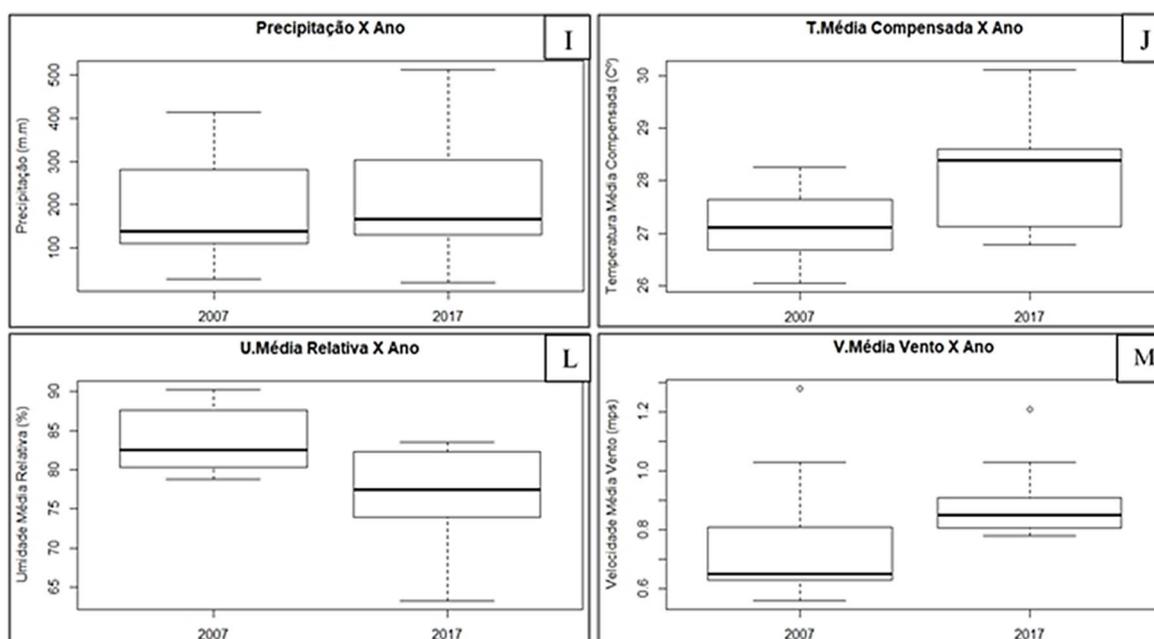
A umidade média relativa de 2007 obteve baixa variabilidade e desvio padrão, no entanto obteve maior média registrada, alcançando um teor de umidade de até 90%, enquanto em 2017 a umidade caiu para até 63% e não ultrapassou os 85%, apesar da sua distribuição ser simétrica e conter 75% dos dados abaixo de 83% de umidade. Desse modo a umidade relativa em 2017 foi menor que em 2007 (Figura 4L).

A diminuição da umidade pode ser explicada pela influência do fenômeno El Niño. Reis e Moraes (2017) observaram que o fenômeno influenciou nos padrões de precipitações e temperaturas de Manaus favorecendo inúmeros incêndios, esses eventos aliados geraram impactos diretos na umidade relativa do ar, o que fez com que durante vários dias consecutivos o ar ficasse quente e seco em determinados momentos do dia.

A velocidade média do vento em 2017 obteve baixa variabilidade e desvio padrão, porém obteve a maior média e mediana acima de 0.8 mps, obtendo até 75% dos dados acima de 0.8 mps o contrário do ano de 2007 que obteve maior variabilidade, menor média e distribuição dos dados assimétrica (Figura 4M). Ainda é possível identificar a ocorrência de valores discrepantes em ambos os anos, onde a velocidade máxima do vento alcançou 1,2 mps em ambos os anos. Vale ressaltar que ambos os anos tiveram a ocorrência do fenômeno La Niña o que pode influenciar na ocorrência de anomalias.

De acordo com o estudo de Pontes et al. (2018) no ano de 2011 no Norte ocorreu uma mudança significativa na direção do vento, principalmente no período chuvoso, sendo predominante a direção Sudeste Paraense. Tal tendência foi observada também, com menor intensidade, no período seco. A explicação para essa mudança na direção do vento é a ocorrência do evento La Niña no ano de 2011 (Noaa, 2017), que além de suas anomalias favorecem a ocorrência de uma estação chuvosa, influenciam e intensificam os ventos alísios do Atlântico Tropical, mudando os padrões de vento a nível mundial (Inpe, 2017; Pontes et al. 2018).

Figura 4 – Gráfico dos indicadores climáticos para a capital de Manaus/AM.

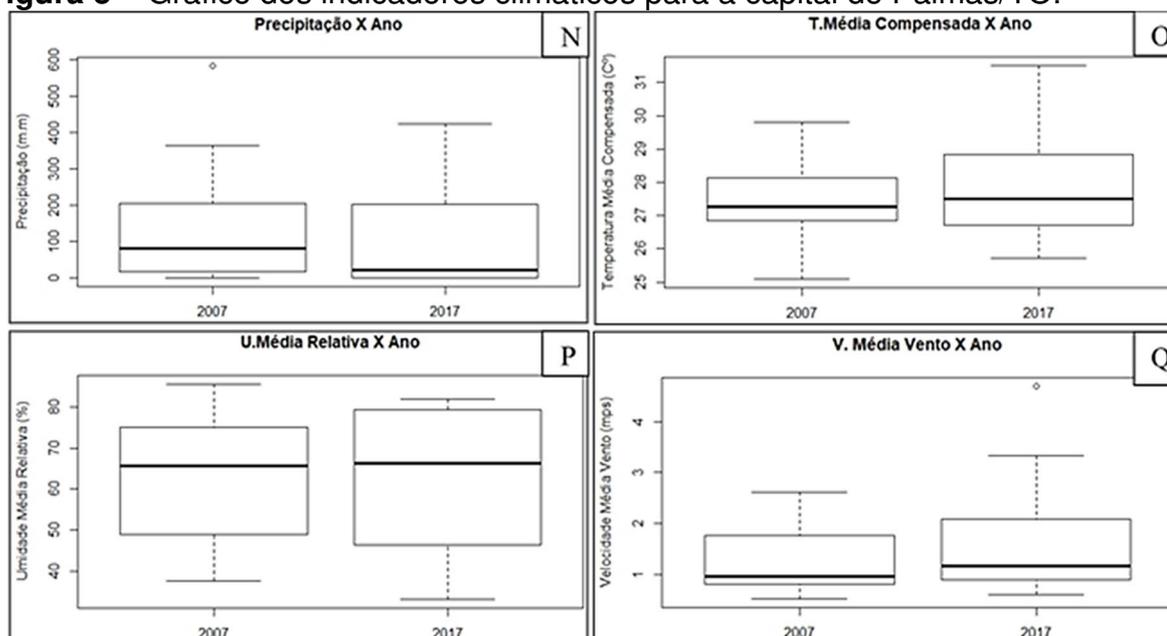


Fonte: Autores, 2019.

A precipitação em ambos os anos na capital de Palmas ocorreu com variabilidade e desvio padrão aproximados, na qual a mediana no ano de 2007 foi notadamente mais elevada que em 2017 e a sua distribuição para este ano foi simétrica (Figura 5N), diferente de 2007. Porém em 2017 o limite de máximo registrado foi 424 mm em janeiro, já em 2007 foi encontrado um valor discrepante de 583 mm em fevereiro, apesar da média estar bem abaixo deste valor e a máxima ser de até 365 mm para o ano de 2007.

A temperatura compensada média durante o ano de 2007 teve baixa variabilidade e desvio padrão, temperaturas que foram de 25,1°C até 31,5 °C. Já em 2017 a temperatura teve maior variabilidade, passando de 25,7°C alcançando até 30,6°C (Figura 5O). Para a umidade relativa média foi observado a mediana em ambos os casos obterem um valor bem próximo, e grande variabilidade e desvio padrão em ambos os anos. No entanto enquanto em 2007 ela tenha ultrapassado 85%, em 2017 ela não ultrapassou 82,1% e obteve a umidade mais baixa registrada para este ano (Figura 5P).

Foi observado que durante o ano de 2007 a variabilidade e o desvio padrão da velocidade média do vento foram baixos e em 2017 mais elevados. O valor médio de ambos os anos foi bem próximo e a velocidade do vento no limite inferior foi de 0.5 mps, porém em 2017 os valores foram um pouco mais altos e houve ocorrência de valores discrepantes que chegaram a até 4,6 mps (Figura 5Q).

Figura 5 – Gráfico dos indicadores climáticos para a capital de Palmas/TO.

Fonte: Autores, 2019.

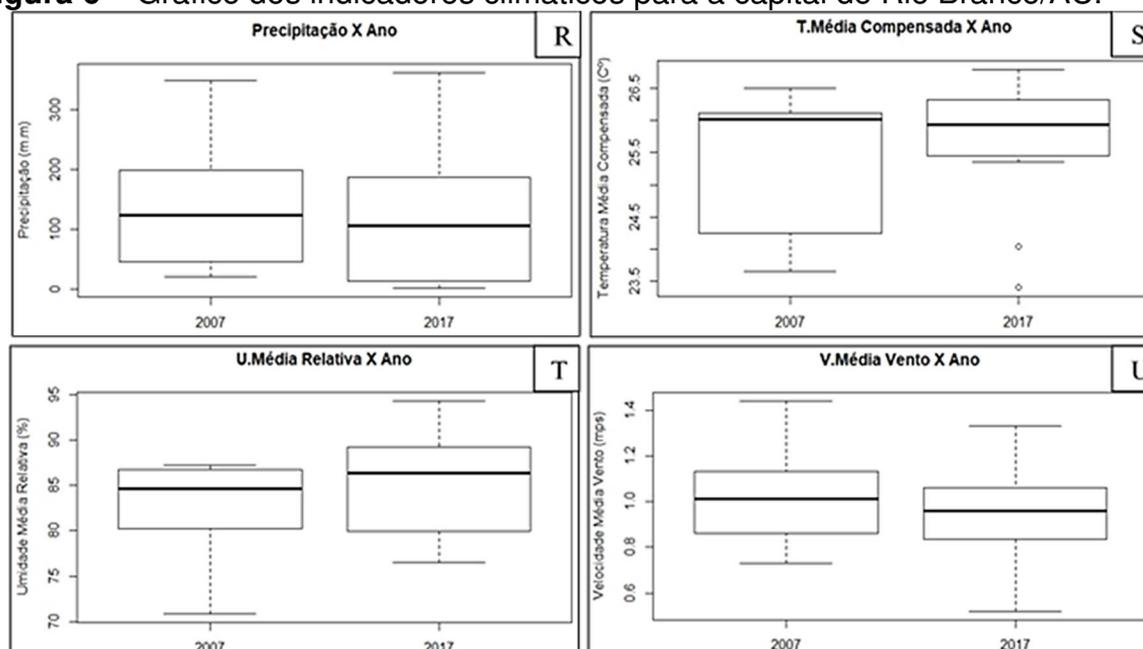
A precipitação em ambos os anos em Rio Branco no estado do Acre ocorreu com alta variabilidade, com médias e desvio padrão aproximados e valor mediano simétrico. Como demonstra o gráfico, houve pouca variação e diferença no comportamento da distribuição da precipitação nos anos, apesar de 2017 alcançar máximas e mínimas pouco maiores que em 2007 (Figura 6R).

A temperatura média entre os anos na capital Rio Branco teve um comportamento bem diferente em termos de variabilidade. No ano de 2007 a variabilidade e o desvio padrão foram bem altos, diferente de 2017, que além de ter baixa variação e desvio padrão teve, também, distribuição simétrica ao longo do ano (Figura 6S), com valor mediano próximo ao de 2007, porém com temperaturas mais altas ao longo do ano e com valores discrepantes de temperaturas abaixo de 23°C.

A umidade relativa para Rio Branco em 2007 teve baixa variabilidade estando entre 80% e 86% com média e desvio padrão menores que em 2017, ano que alcançou os maiores teores de umidade, com valores entre 75% até 94% (Figura 6T).

A velocidade média teve menor variabilidade no ano de 2017, com menor média e desvio padrão, além de possuir menores velocidades registradas, tanto as mínimas quanto a máxima que chegou a 1,3 mps. Já em 2007 foi observado as maiores velocidades, estando 75% delas acima de 0.8 mps (Figura 6U).

Figura 6 – Gráfico dos indicadores climáticos para a capital de Rio Branco/AC.



Fonte: Autores, 2019.

Dessa forma, foi possível verificar que as duas capitais com maiores casos confirmados de tuberculose registraram um aumento na temperatura em 2017, com pouca variabilidade de umidade relativa em Manaus e grande em Belém, assim como a precipitação que variou bastante em Belém e esteve distribuída de forma assimétrica nas duas capitais. Outro fator importante a ser destacado é a velocidade média do vento nestas capitais, que em Belém foi mais elevado e em 2017 variou significativamente, enquanto em Manaus variou pouco, porém com velocidade bem altas, tanto que foi possível observar valores discrepantes na mesma.

Com a perspectiva das mudanças climáticas globais, o risco de eventos extremos pode se tornar mais frequente no futuro. Os modelos climáticos projetados para a floresta amazônica apontam para elevação da temperatura, o que pode influenciar no regime de chuvas (Fonseca et al. 2016; Duarte et al. 2019). As grandes enchentes da Amazônia neste século foram resultado de chuvas extraordinariamente fortes na região Norte do Brasil e que estiveram, em geral, associadas às temperaturas mais altas que o normal na superfície do Oceano Atlântico Sul Tropical (Valverde MC e Marengo JA, 2014; Duarte et al. 2019).

Quanto as capitais com a menor quantidade de casos da doença, como Macapá que chegou a reduzir o número existente em 2007 e Palmas que aumentou pouco, foi observado grande variabilidade na precipitação, temperatura e umidade no ano de 2017 para as duas capitais, com exceção da velocidade do vento que em Macapá variou bastante, mas sua mediana permaneceu entre 0,5 e 1,0 mps enquanto

em Palmas ficou acima de 1,0 mps e com baixa variação, porém com valores discrepantes. Conforme a conclusão do estudo de Pontes et al. (2018) a variação da velocidade do vento pode ser explicada pela ocorrência do fenômeno La Niña.

CONCLUSÃO

Como foi possível se observar, no período de 2007 e 2017, um aumento do número de pacientes com tuberculose que foram registrados pelo DATASUS para as capitais do Norte do Brasil e redução em apenas uma capital (Macapá), ainda há um longo caminho a ser percorrido no sentido de se cumprir as metas de mitigação e prevenção da incidência de tuberculose na região. As grandes diferenças observadas entre as capitais avaliadas mostram que, no contexto climatológico, não é possível afirmar a interferência direta na incidência de tuberculose devido a variabilidade dos dados. Ainda precisam ser feitos mais estudos para verificar a interferência destes fatores. Além de maior comprometimento na implantação das políticas públicas voltadas a esta região do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, H. S.; FREITAS, A. C. V. Análise de eventos críticos de poluição atmosférica em Itabira – Minas Gerais, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

ANDREÃO, W. L. et al. Influence of meteorology on fine particles concentration in Vitória Metropolitan region during wintertime. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 34, n. 4, p. 459-470, 2019.

ANTUNES, J. L. F. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos, **Epidemiology Service Saúde**, p. 565-576, Brasília, 2015.

DUARTE, Juliana Lúcia et al. Variabilidade climática e internações por doenças diarreicas infecciosas em um município da Amazônia Ocidental brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva [online]**. v. 24, n. 8. 2019. pp. 2959-2970. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.21232017>>. ISSN 1678-4561. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018248.21232017>.

FERNANDES, F. M. C. Análise da incidência de tuberculose em três municípios brasileiros e o distrito federal na perspectiva dos fatores climáticos e sociais. **Dissertação** (Mestrado em Enfermagem) – Universidade de Brasília (DF), 2018.

Fonseca PAM, Hacon SS, Reis VL, Costa D, Brown IF. Using satellite data to study the relationship between rainfall and diarrheal diseases in a Southwestern Amazon basin. **Cience Saude Colet** 2016; 21(3):731-742.

GONÇALVES, I. R. S. et al. Análise sobre a ocorrência de tuberculose relacionada às condições climáticas e qualidade do ar entre 2001 e 2018 em Santos – SP. **Unisanta BioScience**, v. 10, n. 1, p. 34-40, 2021.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Fenômeno El Niño Atua Com Atividade Moderada No Oceano Pacífico Equatorial. Brasil: **INPE**, 2017. Disponível em: < <http://enos.cptec.inpe.br/>>.

LIMA, T. F. et al. Variantes climáticas e sua relação com as doenças de origem infecciosa: Uma relação integrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, 2021.

LINARES, C. et al. Impactos das mudanças climáticas na saúde pública da população da Bacia do Mediterrâneo – situação atual, projeções, preparação e adaptação. **Pesquisa Ambiental**, v. 182, n. 109107, 2020.

MANISALIDIS, I; STAVROPOULOU, E; STAVROPOULOU, A; BEZIRTZOGLOU, E. Environmental and Health Impactos of Air Pollution: A review. **Front Public Health**, v. 8, n. 14, 2020.

MARTINS, L. O. S. et al. Gestão da Cadeia de Abastecimento de Biomassa para geração de Energia: Uma análise crítica das principais. **Journal of Agricultura Science**, v. 11, n. 13, p. 253, 2019.

Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico Tuberculose 2015. **Detectar, tratar e curar: desafios e estratégias brasileiras frente à tuberculose**. Disponível em: <<http://u.saude.gov.br/images/pdf/2015/marco/25/Boletim-tuberculose-2015.pdf>>.

NOAA-Nacional Oceanic and Atmospheric Administration. Historical El Nino/ La Nina episodes (1950-present). Maryland, United States of America: **NOAA**, 2017.

OMS. **Boletim Epidemiológico**. Volume 49 | Nº 11 | Mar. 2018. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/26/2018-009.pdf>.

PONTES et al. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos no litoral do nordeste paraense. **Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)**, Itapetininga, v. 5, n.1, p. 33-42, jan./mar., 2018.

REIS, G. P. e MORAES, E. de O. Variação da umidade relativa do ar no coração da floresta Amazônica, um estudo de caso no município de Coari (AM) durante o ano de 2015. **Climatologia em diferentes níveis escalares: mudanças e variabilidades**. v. 1 (2017): EBOOK.

SANTOS, D. N. dos et al. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.14, n.5, p.492–500, 2010.

SILVA, F. D. dos S.; SALVADOR, M. de A. **Análise das anomalias das temperaturas no ano de 2015**. 2015. Disponível em: [http://: www.inmet.gov](http://www.inmet.gov)

v.br/portal/notas_tecnicas/2015/nota_tecnica_temperaturas_2015.pdf. Acesso em: 26 fev. 2019.

SOUSA, A. **Fenômeno natural 'El-Niño' aquece o clima em Belém**. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2015/09/fenomeno-natural-el-nino-aquece-o-clima-em-belem.html>. Acesso em: 26 fev. 2019.

VALVERDE MC e MARENGO JA. Extreme Rainfall Indices in the Hydrographic Basins of Brazil. *Open Journal of Modern Hydrology* 2014; 4(1):10-26.