

## APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TUBERCULOSE NO MUNICÍPIO DE BENEVIDES – PARÁ

Fabrcio Aleixo Dias<sup>1</sup>, Sianny Vanessa da Silva Freitas<sup>2</sup>, Luciane Sardinha de Oliveira<sup>3</sup>, Alcione Ferreira Pinheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Saúde Coletiva pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Instituto de Ciências da Saúde - ICS, Belém-PA.

E-mail: [fabriciolabgeo@gmail.com](mailto:fabriciolabgeo@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestranda em Doenças Tropicais pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Medicina Tropical, Belém-PA.

<sup>3</sup> Discente do Curso Técnico em Enfermagem pelo Sistema Integrado de Educação Básica e Profissional do Pará (SIEPA), Belém-PA.

Recebido em: 15/08/2023 – Aprovado em: 15/09/2023 – Publicado em: 30/09/2023  
DOI: 10.18677/EnciBio\_2023C6

### RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o impacto da aplicação de geotecnologias na gestão pública de identificação, combate e controle da Tuberculose no município de Benevides – PA, no período de 2018 a 2022.. Os dados epidemiológicos foram obtidos do Sistema de Informações de Agravos de Notificação – SINAN da Secretaria de Saúde do Estado do Pará – SESPA, os cartográficos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. No período de 2018 a 2022, refletiu a média de 50,8 casos por ano, a maior taxa de incidência ocorreu em 2018 (103/100.000 habitantes). Dos 254 casos de tuberculose, 238 (93,7%) apresentavam a forma de TB Pulmonar. A maioria era do gênero masculino (164/254), 38,1% possuíam ensino fundamental incompleto e após seis meses de tratamento a maioria (186/254 pacientes) evoluiu para a cura. A técnica de estatística espacial de Kernel, baseada em interpolações, evidenciou três grandes concentrações de casos de tuberculose no centro do município de Benevides. Os bairros com maiores incidência de casos de TB foram os bairros Flores (20 casos), independente (16 casos) e Canutama (15 casos). As tecnologias utilizadas neste trabalho foram satisfatórias para a construção do cenário epidemiológico da tuberculose, em escala local dos bairros urbanos do município de estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geotecnologia; Incidência, Tuberculose.

## APPLICATION OF GEOTECHNOLOGIES IN THE SPATIAL DISTRIBUTION OF TUBERCULOSIS IN THE MUNICIPALITY OF BENEVIDES – PARÁ.

### ABSTRACT

This study aimed to evaluate the impact of the application of geotechnologies in the public management of identification, combat and control of Tuberculosis in the municipality of Benevides - PA, from 2018 to 2022. Epidemiological data were obtained from the Notifiable Disease Information System - SINAN of the Pará State Health Department - SESPA, cartographic data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE. In the period from 2018 to 2022, it reflected an average of 50.8 cases per year, the highest incidence rate occurred in 2018 (103/100,000 inhabitants). Of the 254 cases of tuberculosis, 238 (93.7%) had the form of Pulmonary TB. Most were male (164/254), 38.1% had incomplete primary education and after six months of treatment the majority (186/254 patients) evolved to cure. Kernel's spatial statistics technique, based on interpolations, showed three large concentrations of tuberculosis cases in the center of the municipality of Benevides. The neighborhoods with the highest incidence of TB cases were the Flores (20 cases), independent (16 cases) and Canutama (15 cases) neighborhoods. The technologies used in this work were satisfactory for the construction of the epidemiological scenario of tuberculosis, on a local scale in the urban neighborhoods of the study municipality.

**KEYWORDS:** Geotechnology; Tuberculosis; Incidence.

### INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) foi reconhecida como uma epidemia global em 1993, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), sendo considerado um problema de saúde pública mundial, é causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis* (CORTEZ *et al.*, 2021; RÊGO *et al.*, 2021).

A transmissão da TB geralmente ocorre através do contato físico e convívio com pessoa infectada, esse contato pode ser através do espirro, tosse, entre outros, que através da inalação de gotículas no ar com a presença da bactéria, pode levar a contaminação pela doença. Logo, a TB irá afetar principalmente os pulmões levando o paciente aos graves sintomas da doença. O tratamento da TB é 95% eficaz quando é realizado de forma correta e no período adequado. Sendo considerado um contexto importante na saúde do indivíduo e na saúde coletiva (MARTINS *et al.*, 2020).

Os cuidados prestados aos pacientes com suspeita de tuberculose, aqueles com diagnóstico confirmado de tuberculose e aos contatos dos pacientes com tuberculose influenciam a carga e os níveis de controle da doença, assim como a morbidade e mortalidade associadas à doença (MATTEELLI A *et al.*, 2018).

No Brasil foram notificados aproximadamente 78 mil casos novos em 2018, sendo que 4,5 mil mortes em decorrência da TB. Em 2021, foram notificados 4,543 mil óbitos pela doença, com um coeficiente de mortalidade de 2,1 óbitos por 100 mil habitantes e em 2022 registraram-se 68.271 casos novos de TB, com um coeficiente de incidência de 32,0 casos por 100 mil habitantes (BRASIL, 2018; BRASIL, 2022). No Estado do Pará entre 2019 e 2020, a média de casos notificados por TB está acima da média nacional e em 2021, aconteceu uma queda nessa taxa, além disso a cidade de Belém tem uma taxa de mortalidade por TB e de abandono de tratamento superior comparado aos outros municípios do Estado (NEVES *et al.*, 2018; BRASIL, 2021).

Segundo Moreira *et al.*, (2020), a distribuição da tuberculose no Brasil está diretamente associada às condições socioeconômicas dos municípios. No Pará foi implementado o Plano Estadual para eliminar a tuberculose como problema de saúde pública. No estado do Pará (PA), no mesmo ano de 2020, foram registrados 3.735 casos novos, que corresponde ao coeficiente de incidência de 43 casos/100 mil habitantes; e 255 óbitos, cuja taxa de mortalidade foi de três casos/100 mil habitantes (BRASIL, 2022).

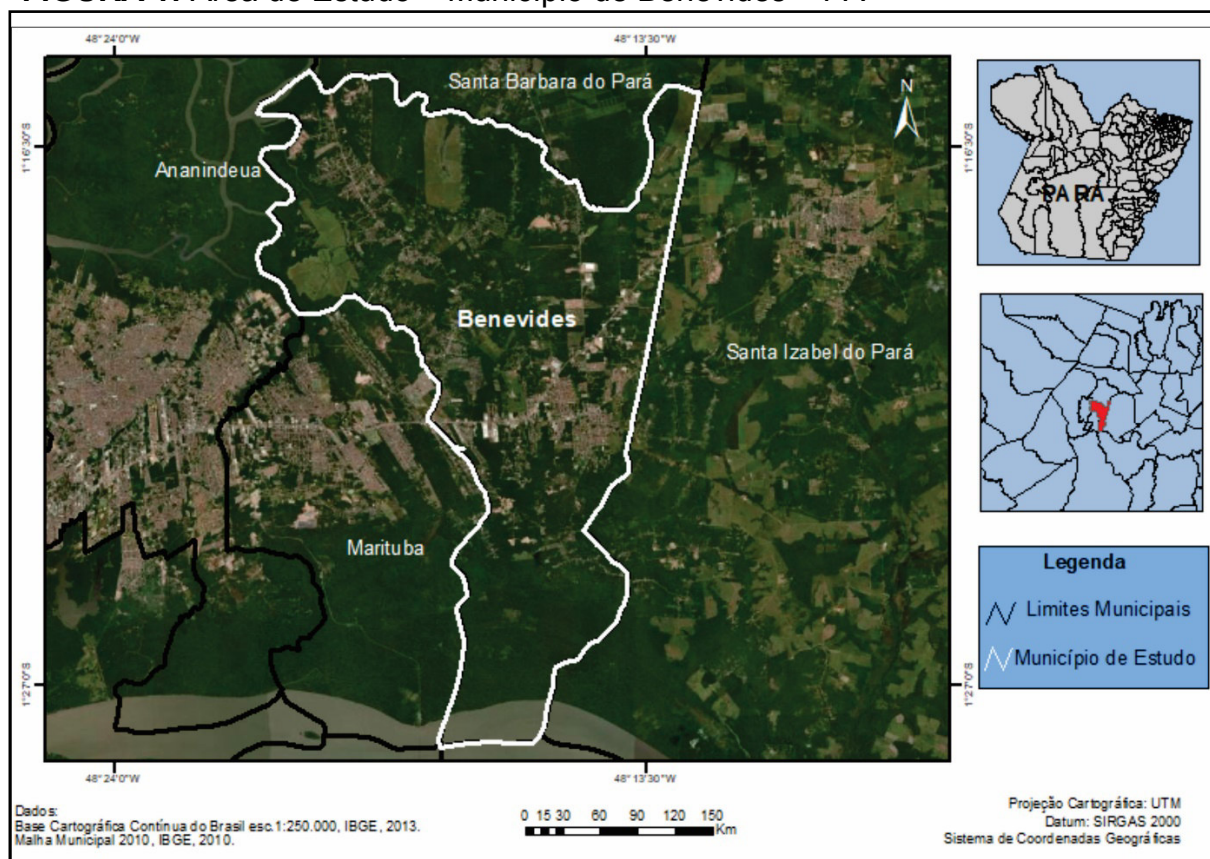
Diante desses números preocupantes, que o Pará apresenta de notificações por TB, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação de geotecnologias na distribuição espacial da tuberculose no município de Benevides - Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

O município de Benevides pertence à Região Metropolitana de Belém, no Estado do Pará, segundo a divisão geográfica regional, elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (FAPESPA, 2020).

Um dos problemas dos estudos epidemiológicos é a globalidade, isto é, vê-se o todo, mas se negligencia as áreas mais vulneráveis, por exemplo, o município de Benevides (Figura 1), da Região metropolitana de Belém, capital do Estado do Pará.

**FIGURA 1:** Área de Estudo – Município de Benevides – PA



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

Este estudo descritivo e retrospectivo analisou 254 casos notificados e confirmados de Tuberculose no município de Benevides no Estado do Pará, no período de 2018 a 2022. As unidades espaciais de análise foram os distritos administrativos do município e as divisões político-administrativas.

Os dados epidemiológicos foram obtidos no Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) da Secretaria de Saúde do Estado do Pará – (SESPA), nos cartográficos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (<http://www.ibge.gov.br/>).

Foi realizada a depuração dos bancos de dados, com a retirada de registros com incompletudes e inconsistências, utilizando o *software TabWin 4.15*. Posteriormente, estes dados foram georreferenciados e validados em campo e laboratorialmente.

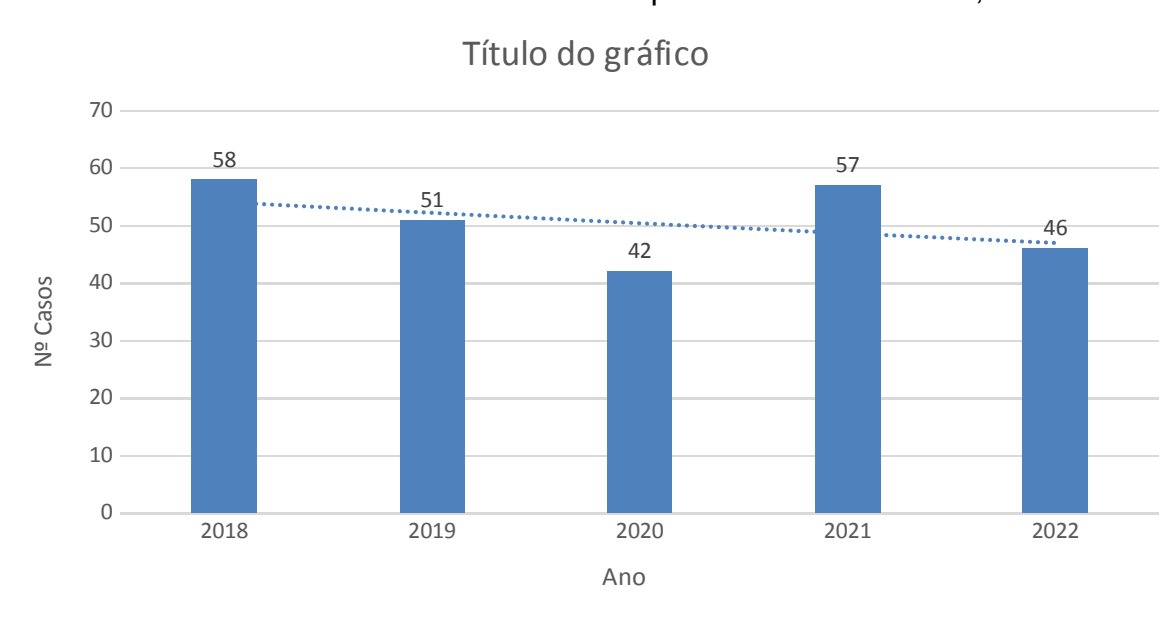
Foram aplicados nos dados de distribuição espacial dos casos de tuberculose o estimador de densidade Kernel a fim de avaliar os padrões espaciais de aglomerados e desse modo desenvolver mapas de risco para o agravo. Essas análises foram realizadas no Sistema de Informação Geográfica – SIG QGIS 3.22.9 (<http://qgisbrasil.org/2021/11/01/qgis-3-22-bialowieza/>).

O estimador de densidade Kernel é uma técnica estatística, de interpolação, não paramétrica, que produz uma superfície contínua (aglomerado) de densidade calculada em todas as localizações, para a identificação visual de “áreas quentes” (hotspot), sem alterar as suas características locais (BAILEY ; GATRELL, 1995). A vantagem da utilização dessa técnica é a rápida visualização do comportamento dos padrões de pontos na área de estudo sem ser afetada por divisões político-administrativas e fornece uma visão geral da distribuição dos eventos (CARVALHO ; CÂMARA, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram notificados e confirmados pelo SINAN 254 casos de tuberculose no município de Benevides, Estado do Pará, no período de 2018 a 2022, conforme mostra a Gráfico 1, refletindo média de 50,8 casos por ano. A taxa de incidência do ano de 2018 foi de 103/100.000 habitantes; no ano de 2019 foi de 91/100.000 habitantes; em 2020 foi de 87/100.000 habitantes; em 2021 foi de 101/100.000 habitantes e no ano de 2022 foi de 82/100.000 habitantes. O ano de 2018 contribuiu com o maior número de casos (n=58).

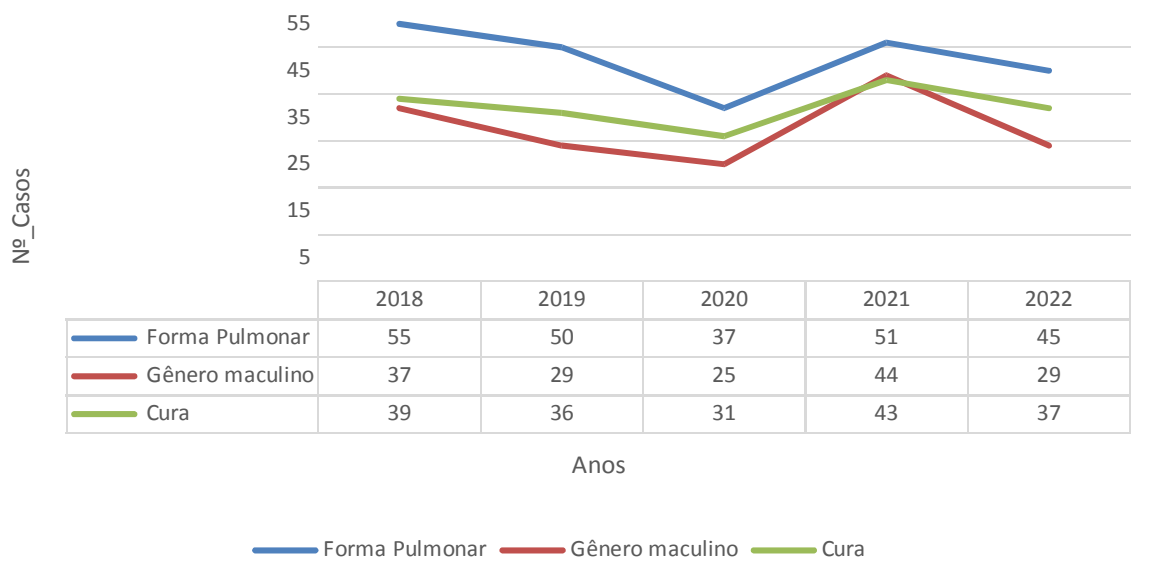
**GRÁFICO 1:** Casos de Tuberculose no município de Benevides – PA, 2018 a 2020



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

Dos 254 casos de tuberculose, 238 (93,7%) apresentavam a forma de TB Pulmonar. A maioria dos pacientes era do gênero masculino (164/254), 38,1% possuíam ensino fundamental incompleto e após seis meses de tratamento a maioria (186/254 pacientes) evoluiu para a cura, conforme o Gráfico 2.

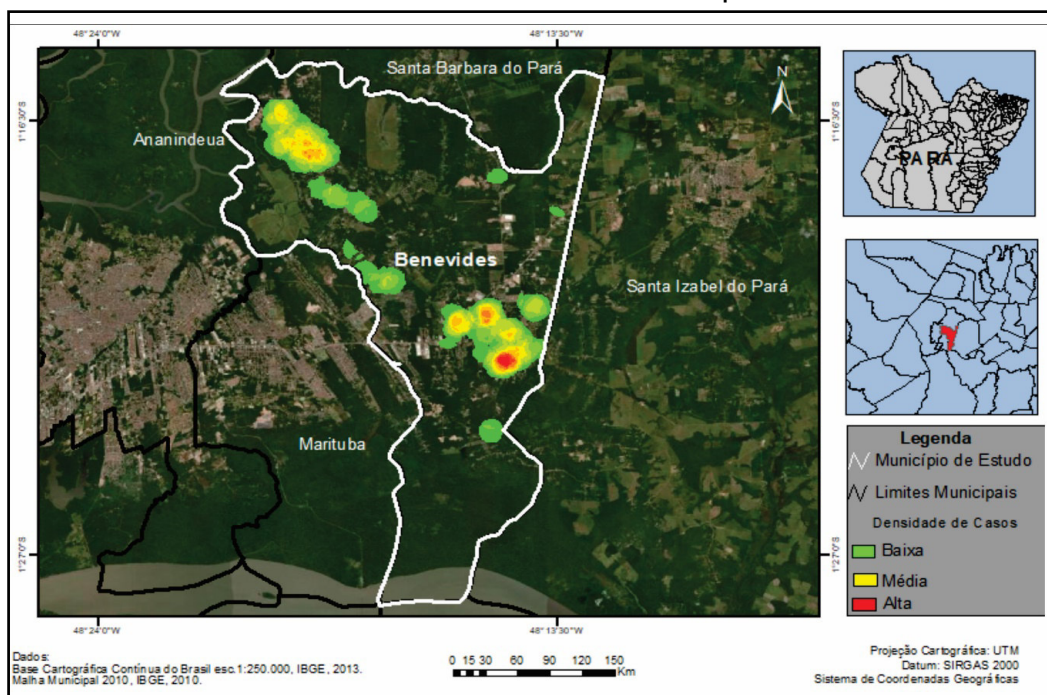
**GRÁFICO 2:** Casos de TB por gênero, forma de infecção e situação final.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

Os casos de tuberculose estão distribuídos em diversos distritos administrativos, tais como, a sede de Benevides (Centro), distrito de Santa Maria, distrito de Benfica, distrito de Paricatuba, distrito do Taiassuí e o distrito de Murinin, de acordo com o Plano Diretor do Município, a maior concentração dos casos se destaca na sede de Benevides (Centro), conforme a Figura 2.

**FIGURA 2:** Incidência dos Casos de TB no município de Benevides.

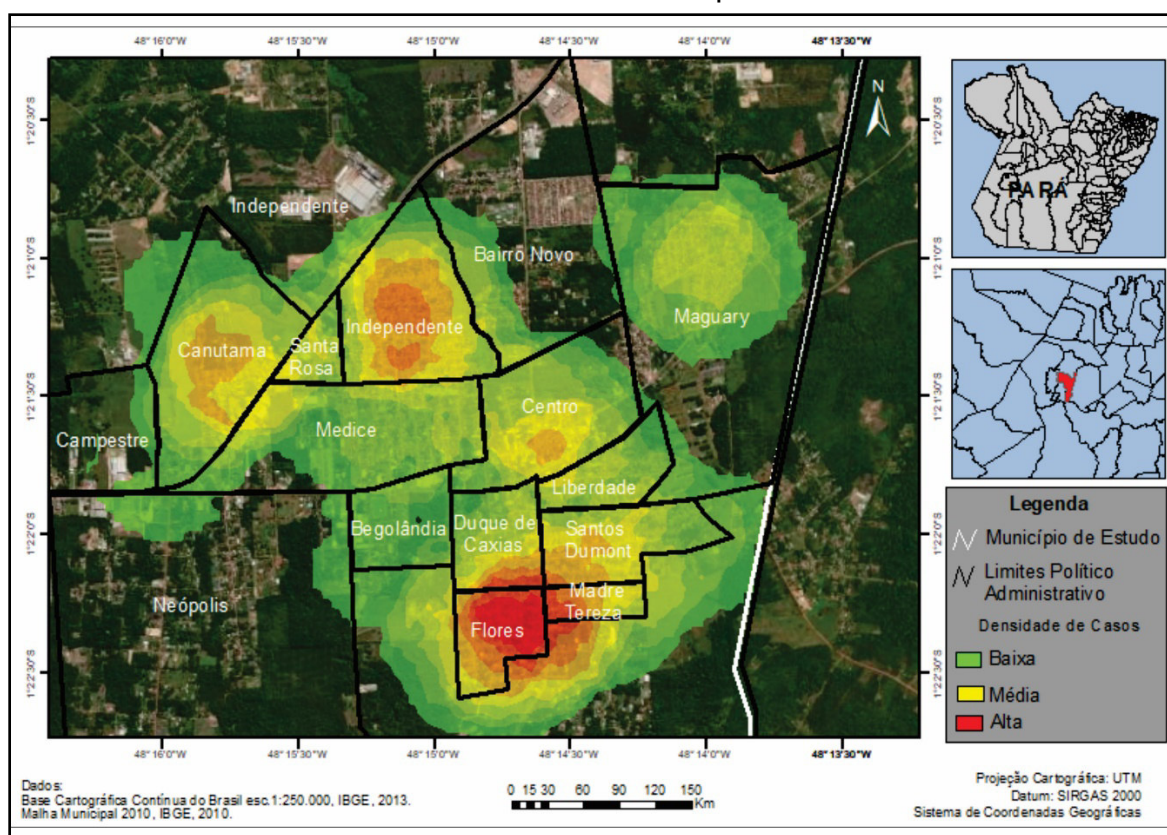


**Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

O mapa da incidência de tuberculose nos anos 2018 a 2022 indicam que a distribuição espacial da TB na área urbana do município de Benevides não é uniforme, havendo tendência de concentração de taxas mais elevadas em alguns bairros, fato revelador da heterogeneidade da ocorrência da doença na cidade com a presença de aglomeração espacial no distrito central do município.

A técnica de estatística espacial de Kernel, baseada em interpolações, evidenciou três grandes concentrações de casos de tuberculose no centro do município de Benevides. Os bairros com maiores incidência de casos de TB foram os bairros Flores (20 casos), independente (16 casos) e Canutama (15 casos) conforme observado na Figura 3.

**FIGURA 3:** Densidade de Casos de TB no município de Benevides – PA.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

O bairro Flores, que fica na periferia de Benevides possui alto número de famílias que se mudaram para o local por terem suas condições socioeconômicas diminuídas ou de famílias que deixaram o local a procura de melhores condições. Um portador de TB pulmonar não diagnosticado, tem o potencial de infectar de 10 a 15 pessoas por ano, sendo que se essas adoecerem, vão manter a transmissão a doença (WHO, 2021).

Estudos mostraram que muitos casos de Tuberculose são tratados tardiamente em função de um maior atraso por parte do paciente em procurar ajuda. Existe o atraso do diagnóstico e do tratamento, porém o atraso do paciente tem sido a maior causa de tratamento tardio da forma pulmonar da Tuberculose, exigindo uma informação ampliada aos pacientes, acerca dos sintomas, bem como a pesquisa ativa (BELLO *et al.*, 2019).

O elevado número de pacientes diagnosticados com TB no ano de 2018 (n=58), comparados com os outros anos do estudo, segundo o Departamento de Vigilância Epidemiológica do município ocorreu devido à intensificação das ações do Programa Nacional de Controle da Tuberculose - PNCT com melhoria do acesso aos exames de baciloscopia, cultura e teste rápido molecular, a rede de atenção primária recebeu capacitação sobre TB, o que melhorou a busca ativa de sintomáticos respiratórios, diagnóstico e tratamento dos casos, refletindo na diminuição do número dos casos nos anos subsequentes e na queda do número de abandono.

Em um contexto de desigualdade severa, os programas e projetos sociais minimizam as desigualdades e reduzem a pobreza, mesmo mostrando-se aquém na geração de oportunidades no mercado de trabalho (ZEITOUNE *et al.*, 2022). Os desafios para fornecer e ter acesso aos serviços essenciais de tuberculose fizeram com que muitas pessoas com a doença não fossem diagnosticadas o que, por consequência, gerou a redução na oferta de tratamento preventivo e clínico para tuberculose (SILVA *et al.*, 2021).

Os métodos e as tecnologias utilizadas neste trabalho foram satisfatórios para a construção do cenário epidemiológico da tuberculose, em escala local dos bairros urbanos do município em estudo. As análises e os mapas epidemiológicos gerados podem ser utilizados para apoiar o monitoramento e tomada de decisão em saúde pública.

Também, esse estudo mostrou o potencial da aplicação do SIG para auxiliar o delineamento de estratégias do PNCT, Programa de Saúde da Família e pelos profissionais de saúde, orientando com maior precisão os locais de controle e vigilância do agravo.

## REFERÊNCIAS

BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C.; **Interactive spatial data analysis**. 1 ed. Longman Group Limited, Essex. p. 413. 1995.

BELLO, S., AFOLABI, R., AJAYI, D. .; Empirical evidence of delays in diagnosis and treatment of pulmonary tuberculosis: systematic review and meta-regression analysis, 2019. **BMC Public Health** 19. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7026-4>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portal da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Manual de Recomendações para o Controle da Tuberculose no Brasil**, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **II Boletim Epidemiológico de Tuberculose**. Belém, março de 2022. Disponível em: [II-Boletim-epidemiologico-da-tuberculose-2022.pdf](https://www.saude.pa.gov.br/boletim-epidemiologico-da-tuberculose-2022.pdf) (saude.pa.gov.br).

CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G. Análise de eventos pontuais. In: Druck, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds). Análise espacial de dados geográficos, cap. 2, p.15 2002. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. Acessado em 06 de novembro de 2014.

CORTEZ, A.O.; MELO, A.C.; NEVES, L.O.; RESENDE, K.A.; CAMARGOS, P.; Tuberculose no Brasil: um país, múltiplas realidades. **Jornal Brasileiro de pneumologia**, v. 47, 2021.

FAPESPA- Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. **Estatísticas Municipais Paraenses**: Benevides. / Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. Belém, 2020. 65f.: il. Semestral, n. 2, jul/dez.

MARTINS, V.O.; MIRANDA, C.V.; Diagnóstico e tratamento medicamentoso em casos de tuberculose pulmonar: revisão de literatura. **Revista Saúde Multidisciplinar**, v. 7, n. 1, 2020.

MATTEELLI A, R.A.; TIBERI S, A.S.; VONIATIS C, CARVALHO, A.C.C.; *et al.* Tuberculosis elimination: where are we now?. **European Respiratory Society**. 2018;27(148):180035. <https://doi.org/10.1183/16000617.0035-2018>.

MOREIRA, A.S.R.; KRITSKI, A.L.; CARVALHO, A.C.C.; Determinantes sociais da saúde e custos catastróficos associados ao diagnóstico e tratamento da tuberculose. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 46, 2020.

NEVES D.C.O.; LOUREIRO, L.O.; PAIVA, N.P.; OHNISHI, M.D.O.; RIBEIRO, C.D.T.; Análise do Programa de Controle da Tuberculose no estado do Pará, Brasil, de 2005 a 2014. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**. 9(4):47-56, 2018.

RÊGO, A.M.; PEREIRA, E.C.; GAIA, R.A.; SANTOS, A.C.D.; Prevalência de casos de tuberculose notificados no Pará de 2009 a 2020: revisão integrativa. **Pensar Acadêmico**, v. 19, n. 3, p. 754-770, 2021.

SILVA, D.; MELLO, F.; D'AMBROSIO, L.; CENTIS, R.; DALCOLMO, M.; MIGLIORI, G.; Tuberculose e COVID-19, o novo dueto maldito: quais as diferenças entre Brasil e Europa? **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 47.2021. <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20210044>.

WHO- World Health Organization (2021). **Global Tuberculosis Report Geneva**: WorldHealth Organization  
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240037021>.

ZEITOUNE, R.C.G.; DIAS, J.R.; NASCIMENTO, F.P.B.; MOTTA, M.C.S.; SOUSA, M.H.N.; CARDOSO, M.D.; *et al.*; Access to government social programs and the tuberculosis control program: a multicenter study. **Revista Brasileira de Enfermagem**. 2022;75(Suppl2):e20210454. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0454> e20210454.