

A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) APLICADO AO MONITORAMENTO A SAÚDE PÚBLICA: IDENTIFICANDO OS PADRÕES ESPACIAIS DA TUBERCULOSE NO ESTADO DO PARÁ

The Use of Geographic Information System (Gis) Applied to Monitoring Public Health: Identification of Space Patterns of Tuberculosis in Micro Regions of Paraense.

Patrick Rafael Silva Corrêa
Universidade Federal Rural Da Amazônia
Instituto Ciberespacial
patrick.rafaelc@gmail.com

Samuel Salino Gonçalves de Souza
Universidade Federal Rural Da Amazônia
Instituto Ciberespacial
samuelsalin16@gmail.com

Ananda Belém dos Santos
Universidade Federal Rural Da Amazônia
Instituto Ciberespacial
ananda.belem9@gmail.com

Bruna Ribeiro Chagas
Universidade Federal Rural Da Amazônia
Instituto Ciberespacial
bruna.chagas92@gmail.com

Resumo:

O objetivo deste trabalho foi buscar um procedimento de baixo custo, baseado em software livre, para o georreferenciamento de dados que demonstrem os padrões espaciais de tuberculose no estado do Pará. Este trabalho reforça a necessidade da organização e da atenção à tuberculose e hipotetiza que os resultados da vigilância a saúde provocam o fortalecimento da Atenção Primária à Saúde (APS) nessas áreas, pode favorecer o diagnóstico precoce, levando a um menor risco de transmissão da doença e aumentando a qualidade de vida da população inscrita, pois a APS está geograficamente próxima do paciente, de sua família e comunidade, podendo intervir mais rapidamente na cadeia de transmissão.

Palavras-chave: SIG; Tuberculose; Estado do Pará

Abstract

The objective of this work was to search for a low-cost procedure based on free software for the georeferencing of data that demonstrate the spatial patterns of tuberculosis in the state of Pará. This work reinforces the need to organize and care for tuberculosis and hypothesizes that the results of health surveillance lead to the strengthening of Primary Health Care (PHC) in these areas, may favor early diagnosis, leading to a lower risk of transmission of the disease and increasing the quality of life of the enrolled population, because PHC is geographically close to the patient, family and community, and can intervene more quickly in the chain.

Keywords: SIG; Tuberculosis; Estado do Pará

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, existem Sistemas de Informações em Saúde (SIS) consolidados, a exemplo do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) e do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), que disponibilizam dados para análises da saúde pública. No entanto, o georreferenciamento desses dados nas cidades brasileiras ainda é um desafio. Entre os problemas mais comuns destacam-se a qualidade dos dados, a falta de sistemas de informações geográficas (SIG), a falta de bases cartográficas digitais e cadastros oficiais de endereços, além da complexidade da infraestrutura urbana e principalmente em áreas carentes como ocupações irregulares e favelas, onde é comum a não padronização dos endereços.

As ferramentas fornecidas pelas geotecnologias tem sido utilizadas principalmente para a gestão e o monitoramento, as ações que demandam a interação e a negociação entre diferentes profissionais com suas fontes de informações, ou seja, são atividades que exigem ferramentas multidisciplinares. As geotecnologias revolucionaram os métodos científicos de análise espacial, assim como as formas de controle e planejamento da organização espacial por agentes públicos e/ou privados (Castillo, 1999).

A importância das geotecnologias em relação à aquisição de informações, já foi demarcada inclusive pela Agenda 21 Global, especificamente nos Capítulos 35 e 40, denominados “Ciência para o Desenvolvimento Sustentável” e “Informações para a tomada de decisões” (Agenda 21 Global, 1992).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) também fazem parte do conjunto das geotecnologias, pois se configuram como um poderoso conjunto de ferramentas para armazenar, transformar, exibir dados georreferenciados e sobrepor camadas de informações espaciais. A evolução tecnológica desse sistema disponibilizou um conjunto de técnicas que têm auxiliado as ciências em geral, e, por isso, também é caracterizado como “sistema de suporte à decisão” (Burrough, 1986).

As potencialidades de um SIG para a gestão podem ser sistematizadas: tornando-se mais rápido o gerenciamento de bancos de dados geográficos, subsidiando a tomada de decisões; permite a elaboração de prognósticos; favorece a gestão territorial democrática e participativa por meio da disponibilização de informações à sociedade; e se ajusta ao planejamento interdisciplinar, na medida em que profissionais de diversas áreas podem trabalhar sobre uma mesma base com informações inter-relacionadas para a tomada de decisões quando a localização geográfica é uma característica fundamental (Garay e Dias, 2001; Jacintho, 2003).

As ferramentas de georreferenciamento, concomitantemente aos avanços da informática, têm apresentado melhorias em termos de qualidade, acessibilidade e redução de custos. A escolha do método depende da disponibilidade de informações e bases cartográficas, da precisão desejada, do volume de dados e dos recursos disponíveis.

Em face à carência de estudo de monitoramento a tuberculose, procurou-se avaliar a qualidade dos dados, a aceitabilidade e a oportunidade do sistema de vigilância da tuberculose no Estado do Pará como mostra a figura 01.



Figura 01: Área analisada.

Fonte: Autoral

De acordo com o Ministério da Saúde (2017), a tuberculose (TB) é ocasionada por uma bactéria chamada *Mycobacterium tuberculosis*, que causa lesões no pulmão, como mostra a figura 02, e em outras regiões do corpo humano. A TB é diagnosticada em duas formas: tuberculose pulmonar e extrapulmonar.

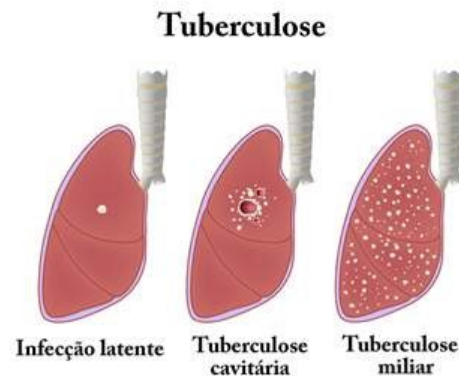


Figura 02. Etapas da Tuberculose Pulmonar.
Fonte: GOOGLE

Segundo o Ministério da Saúde (2016), nem todos os infectados desenvolvem a doença, a bactéria pode permanecer no organismo durante anos sem que a pessoa adoça. Conforme o Ministério, algumas condições desfavoráveis contribuem para a disseminação da doença, como a desnutrição, as situações de riscos, a carência de liberdade, necessidade decorrentes do uso de álcool e outras drogas, além das barreiras ao acesso a serviços de saúde pública em alguns municípios paraenses que também colocam o indivíduo em um meio de maior vulnerabilidade para o adoecimento.

De acordo com o Ministério da Saúde (2017), a cada ano são notificados aproximadamente 70 mil casos novos e ocorrem cerca de 4,5 mil mortes em decorrência da tuberculose. Nesse mesmo ano, o coeficiente foi igual a 33,5 casos por 100 mil habitantes. Neste contexto, o Estado do Pará teve um coeficiente de 38,11 casos/100 mil habitantes (Datusus, 2015), um índice acima da média, porém sabemos que a repartição geográfica da doença é dispersa no território.

O objetivo deste trabalho foi buscar um procedimento de baixo custo, baseado em *software* livre, para o georreferenciamento de dados que demonstram os padrões espaciais de tuberculose no estado do Pará

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Levantamento Bibliográfico

Com base em Rouquayrol (1994), o estudo apresentado foi realizado de forma transversal, no qual aspectos como fator e efeito são observados num mesmo momento histórico, sendo claro, objetivo e descritivo com uma abordagem qualitativa.

Estudo descritivo de um método de georreferenciamento de dados sobre a TB, ocorridos no estado do Pará entre 2012 e 2016.

2.2. Levantamento de Dados

Os dados utilizados foram disponibilizados:

- IBGE
- FAPESPA
- DATASUS

2.2.1. Elaboração da tabulação dos dados

Os dados disponíveis foram tabulados no período de 2012 a 2016 e utilizado em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que de acordo com Druck et al, "*o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e armazenam a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica*". Com intuito de mostra geograficamente a distribuição da TB nas microrregiões paraenses de forma que seja mais compreensível os padrões que não são vistos em tabelas ou planilhas.

2.2.2. Equipamentos Utilizados.

Foram utilizados para a confecção dos mapas os softwares de SIG *QGis* e *ArcGis*.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos atenderão a expectativa, a fácil interpretação e entendimento das informações, nos mostra que exposto de uma forma visualmente atrativa os dados que estavam em tabelas ou planilhas é possível se ter a rápida identificação dos municípios com o alto índice de manifestação da TB.

Os dados foram convertidos em uma escala de degradação de cores resultando em um mapa temático denominado coroplético, que representa a superfície estatística por meio de limites representadas com matizes, sombreamentos ou modelos de acordo com a escala que representa a variável estatística como mostra a figura 03.

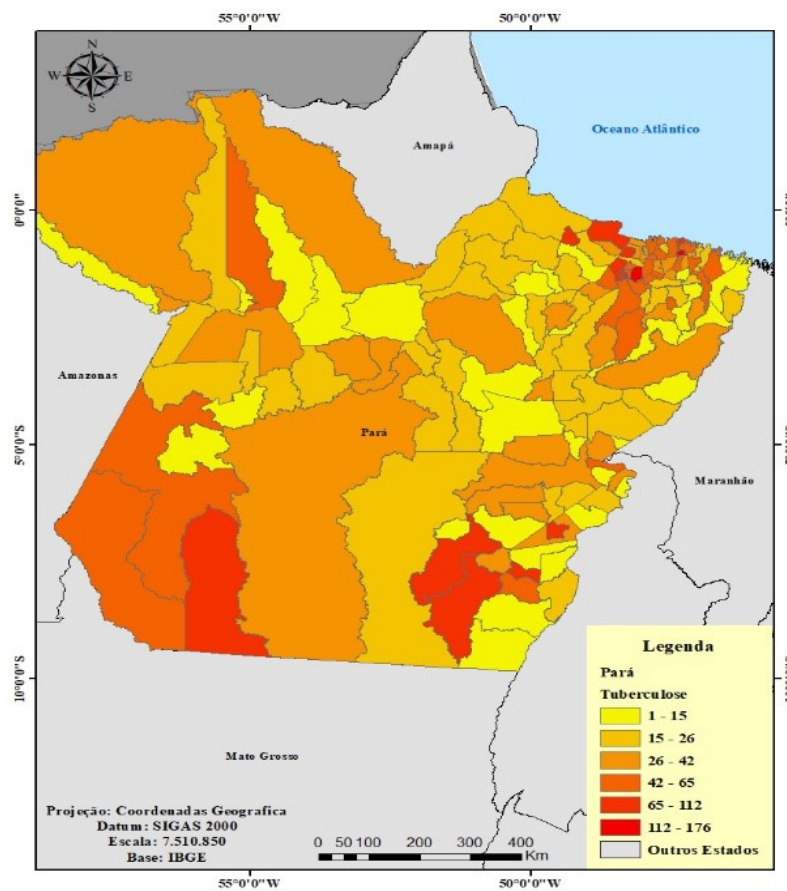


Figura 03: Índice de Tuberculose em 2012.

Fonte: Autoral

Com base no mapa é possível identificar os municípios com a maior disseminação da tuberculose no ano de 2012. Se o mapa for correlacionado com a planilha de casos confirmados e registrados pelo SUS e disponibilizados pelo DATASUS/ FAPESPA na região do estado do Pará é possível identificar os seguintes municípios como mostra a tabela 01.

Tabela 01: Municípios com maiores registros da infecção por TB em 2012.

Municípios	Números de casos
Belém	111
Ananindeua	80
Santa Isabel do Pará	150
Novo Progresso	87
Sapucaia	95
Santarém Novo	176
Ourilândia do Norte	88

Fonte: DATASUS/FAPESPA

Analisando os mapas e comparando cada um deles é possível compreender a distribuição geográfica da doença nas regiões paraenses tendo como intuito de facilitar a obtenção da informação como mostra as figuras 04.

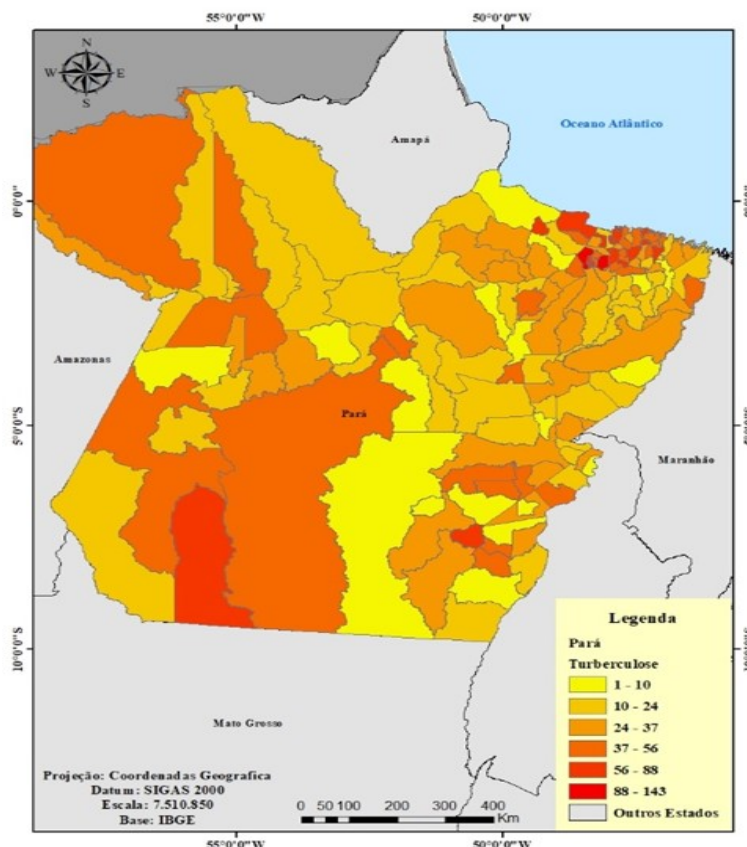


Figura 04: Índice de Tuberculose em 2014.

Fonte: Autoral

Seguindo a análise do mapa anterior e que identificam a distribuição da TB no período de 2014, foram os seguintes municípios com maior disseminação de acordo com a tabela 02.

Tabela 02: Municípios com maiores registros da infecção por TB em 2014.

Município	Números de casos
Belém	111
Marituba	86
Santa Isabel do Pará	143

Fonte: DATASUS/FAPESPA

O mapa representado na figura 05, indicam os padrões espaciais da TB nas regiões paraenses no período de 2016.

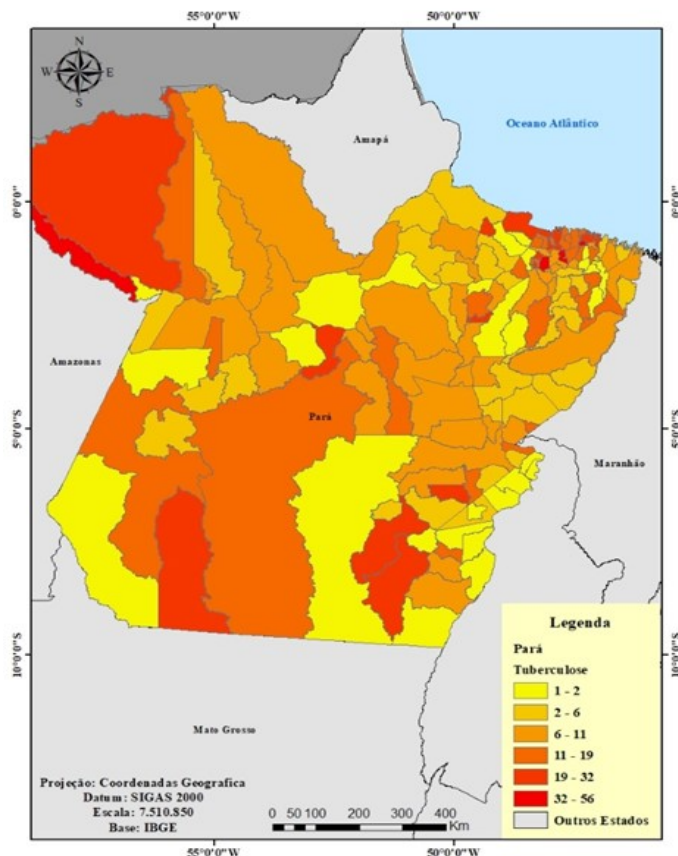


Figura 05: Índice de Tuberculose em 2016.

Fonte: Autoral

Os mapas comprovam que a utilização de SIG na área de monitoramento à saúde diminui o tempo de análise. O levantamento de dados que mostram, diante desta situação as regiões paraenses de maior índice de infecção em 2016, de acordo com tabelas 03

Tabela 03: Municípios com maiores registros da infecção por TB em 2016.

Município	Números de casos
Faro	56
Novo Progresso	32
Santa Isabel do Pará	50
Santarém Novo	46
São Francisco do Pará	39

Fonte: DATASUS/FAPESPA

Os resultados gerados foram satisfatórios atingindo o objetivo do projeto, facilitando a aquisição de informação transformando em mapas temáticos os dados que estavam tabelados identificando os municípios com maior incidência de infecção por TB no estado do Pará.

4. DISCUSSÕES

O estudo buscou caracterizar o perfil clínico epidemiológico da tuberculose e analisar a distribuição espacial dos casos no estado do Pará. Tais achados corroboram com outros estudos realizados em outros cenários do Brasil. Da mesma forma, o estudo está em consonância à literatura no que se refere a forma clínica predominante da doença, em que a tuberculose pulmonar foi a mais prevalente.

Das análises espaciais, verificou-se um padrão de distribuição da doença não aleatório no município investigado, denotando a formação de aglomerados de casos em áreas supostamente de risco para a transmissibilidade da doença e ou infecção. É importante dar destaque ao maior aglomerado que estão destacados em vermelho nos mapas, que é classificada como área de alta vulnerabilidade social urbana segundo os critérios de classificação da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados.

Diante da perspectiva da distribuição espacial, a investigação integrou os dados de saúde disponíveis nos Sistemas de Informação em Saúde (SIS) aos dados ambientais, o que possibilitou identificação da dinâmica da tuberculose no estado do Pará.

No mapa da distribuição dos casos de tuberculose, em questão, fica evidente a maior densidade de casos nas regiões que são as mais povoadas e apresenta uma variação extrema de características populacionais, concentrando todos os tipos de ocupação urbana. Apesar do constante crescimento econômico da região, pode-se observar que essas populações se encontram em vulnerabilidade social, pois assim como demonstrado por Ferreira et al. (2012), as referidas áreas apresentam condições precárias de educação, trabalho e outros serviços à comunidade.

As áreas com fortes privações em relação à moradia digna e saneamento básico tendem também a experimentar serviços de saúde pouco resolutivos e com limitações em termos de oferta e de elenco de serviços. Embora a Rede de Atenção à Saúde nas referidas áreas não tenha sido investigada, existem razões que fazem os autores suporem a relação entre a ocorrência da tuberculose, as áreas onde as pessoas residiam e os sistemas e serviços de saúde nelas presentes.

Os resultados mostram que a distribuição da TB tem uma certa relação com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), algumas áreas com IDH elevados ainda apresentam alto índice de TB se compararmos os dados produzidos com os dados disponibilizados pela FAPESPA como mostra a figura 06. Devido ao processo de contaminação pelo bacilo que pode ser transmitido pelo ar, se depositando em roupas e utensílios, por contato físico ou por fluidos é plausível que áreas desenvolvidas principalmente as que são próximas a periferia apresentem um índice elevado de infecção.

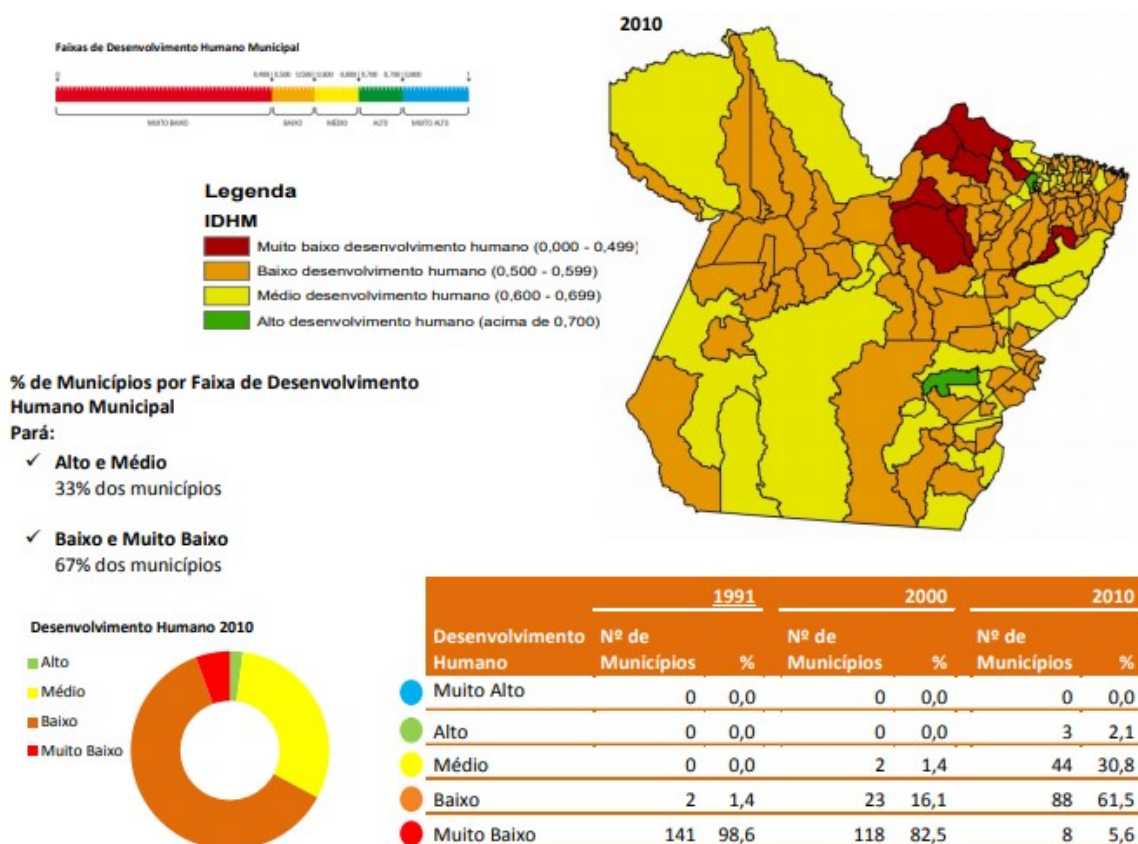


Figura 06: Desenvolvimento Humano, 2010.

Fonte: FAPESPA

Este trabalho reforça a necessidade da organização da atenção à tuberculose nas áreas mais atingidas pela TB e traz como hipótese que o monitoramento a saúde resulta no fortalecimento da Atenção Primária à Saúde (APS) nessas áreas podem favorecer o diagnóstico precoce, provocando o menor risco de transmissão da doença e aumentando a qualidade de vida das famílias nelas inscritas, pois a APS está geograficamente próxima ao paciente, sua família e comunidade podendo intervir mais rapidamente na quebra da cadeia de transmissão.

O estado do Pará vem apresentando municípios com índices de TB elevados, até mesmo as regiões com IDH elevados apresentam números de casos preocupantes se forem comparadas as tabelas do DATASUS com a da FAPESPA esses resultados se tornam evidentes como mostra a figura 07.

REGIÃO DE INTEGRAÇÃO	MUNICÍPIO	IDHM
Metropolitana		
Melhor IDHM	Belém	0,746
Pior IDHM	Santa Bárbara do Pará	0,627
Melhor Incremento (00-10)	Marituba	0,171
Carajás		
Melhor IDHM	Parauapebas	0,715
Pior IDHM	São João do Araguaia	0,550
Melhor Incremento (00-10)	Canaã dos Carajás	0,217
Araguaia		
Melhor IDHM	Redenção	0,672
Pior IDHM	Santa Maria das Barreiras	0,544
Melhor Incremento (00-10)	Água Azul do Norte	0,188
Guamá		
Melhor IDHM	Castanhal	0,673
Pior IDHM	São Domingos do Capim	0,532
Melhor Incremento (00-10)	Magalhães Barata	0,168
Baixo Amazonas		
Melhor IDHM	Santarém	0,691
Pior IDHM	Prainha	0,523
Melhor Incremento (00-10)	Juruti	0,203

REGIÃO DE INTEGRAÇÃO	MUNICÍPIO	IDHM
Tapajós		
Melhor IDHM	Novo Progresso	0,673
Pior IDHM	Jacareacanga	0,505
Melhor Incremento (00-10)	Novo Progresso	0,207
Lago de Tucuruí		
Melhor IDHM	Tucuruí	0,666
Pior IDHM	Itupiranga	0,528
Melhor Incremento (00-10)	Itupiranga	0,174
Rio Caeté		
Melhor IDHM	Capanema	0,655
Pior IDHM	Cachoeira do Piriá	0,473
Melhor Incremento (00-10)	Augusto Corrêa	0,185
Rio Capim		
Melhor IDHM	Paragominas	0,645
Pior IDHM	Ipixuna do Pará	0,489
Melhor Incremento (00-10)	Garrafão do Norte	0,195
Tocantins		
Melhor IDHM	Barcarena	0,662
Pior IDHM	Acará	0,506
Melhor Incremento (00-10)	Limoeiro do Ajuru	0,168
Xingu		
Melhor IDHM	Altamira	0,665
Pior IDHM	Porto de Moz	0,503
Melhor Incremento (00-10)	Brasil Novo	0,180
Marajó		
Melhor IDHM	Soure	0,615
Pior IDHM	Melgaço	0,418
Melhor Incremento (00-10)	Muaná	0,197

Figura 07: Desenvolvimento Humano Municipal, 2010.
 Fonte: FAPESPA

O estudo também chama atenção para qualidade dos registros para um efetivo sistema de vigilância em saúde e assim uma tomada de decisão mais subsidiada. Durante o levantamento das informações no sistema de informação TB, a ficha de notificação compulsória apresentou vários itens em branco ou ignorados, tal fato faz com que o sistema se torne pouco fidedigno e não atinja o seu propósito que é instrumentalizar as equipes de saúde na oferta e organização dos serviços de saúde. Um estudo reforçou que as estratégias de vigilância utilizadas no controle da tuberculose devem incluir sistemas confiáveis de informações e eficientes métodos para localização dos casos bacilíferos.

O georreferenciamento se torna uma ferramenta útil em atividades de vigilância epidemiológica e gestão de serviços com base no território e na pesquisa epidemiológica sobre determinantes ambientais, entre outras aplicações. Seu desempenho depende da qualidade dos dados. Apesar de o georreferenciamento de dados ser acessível e de baixo custo, sua incorporação em serviços da saúde demanda pessoal com habilidades em informática e disponibilidade para a busca manual.

5. CONCLUSÃO

A utilização do georreferenciamento para o monitoramento a saúde se mostrou eficaz ao ser aplicados para o suporte a Atenção Primária à Saúde (APS), esta ferramenta nos ajuda no controle, monitoramento e distribuição para assistência médica.

Apesar do estado não ser considerado como prioritário para o controle da doença, a tuberculose se revelou como um problema endêmico, portanto um padrão não aleatório, o que sugere a dependência espacial da doença às áreas privadas de condições de moradia de qualidade, educação e renda.

Referências Bibliográficas

Barcellos C, Ramalho WM, Gracie R, Magalhães MAFM, Fontes MP, Skaba DA. **Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil.** Epidemiol Serv Saúde. 2008 mar;17(1):59-70.

Daronco A, Borges TS, Sonda EC, Lutz B, Rauber A, Battisti F, et al. **Distribuição espacial de casos de tuberculose em Santa Cruz do Sul, município prioritário do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, 2000-2010.** Epidemiol Serv Saúde. 2012;21:645-54. [Acesso 15 jan 2016]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742012000400014>

Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV, organizadores. **Análise espacial de dados geográficos.** Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 2004.

FAPESPA. **Anuário Estatístico do Estado do Pará. Taxa de Incidência da Tuberculose 2012 a 2016.**

Ferreira RA, Ferriani MGC, Mello DF, Pinto IC, Cano MA, Oliveira LA. **Análise espacial da vulnerabilidade social da gravidez na adolescência.** Cad Saúde Pública. 2012;28(2):313-323. [Acesso 15 jan 2016]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2012000200010>

Ferrer GCN, Silva RM, Ferrer KT, Traebert J. **A carga de doença por tuberculose no estado de Santa Catarina.** J Bras Pneumol. 2014;40(1):61-8. [Acesso 15 jan 2016]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132014000100009>

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Informações dos municípios paulistas – IMP** [Internet]. [Acesso 30 maio 2016]. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/imp/>

Goldberg DW, Wilson JP, Knoblock CA. **From text to geographic coordinates: the current state of geocoding.** J Urban Reg Inf Syst Assoc. 2007 Jan;19(1):33-46.

Ibanês AS, Carneiro Junior N. **Panorama internacional e nacional da estratégia do tratamento diretamente supervisionado (DOTS) nas políticas de controle da tuberculose.** ABCS Health Sci. 2013;38(1):25-32. DOI: 10.7322/abcshs.V38i1.5.

Lavôr DCBS, Pinheiro JS, Gonçalves MJF. **Evaluation of the implementation of the directly observed treatment strategy for tuberculosis in a large city.** Rev Esc Enferm USP. 2016;50(2):245-52. DOI: 10.1590/S0080-623420160000200010

Ministério da Saúde (BR). Biblioteca Virtual em Saúde. **Vigilância em Saúde. Sistemas de Informação: informações estratégicas** [Internet]. 2008 [citado 2016 jun 15]. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/svs/inf_sist_informacao.php.

Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico. **Implantação do Plano Nacional pelo Fim da Tuberculose como Problema de Saúde Pública no Brasil: primeiros passos rumo ao alcance das metas.** 2018

Ministério da Saúde. **Panorama da Tuberculose no Brasil: a mortalidade em números.** 2016

ROUQUAYROL, M. Zélia. **Epidemiologia & Saúde.** Rio de Janeiro: Medsi Editora Médica e Científica Ltda., 1994. p. 527

Rushton G, Armstrong MP, Gittler J, Greene BR, Pavlik CE, West MM, et al. **Geocoding in cancer research: a review.** *Am J Prev Med.* 2006 Fev;30(2 Suppl):16-24.

Santos-Neto M, Yamamura M, Garcia MCC, Popolin MP, Silveira TRS, Arcêncio RA. **Análise espacial dos óbitos por tuberculose pulmonar em São Luís, Maranhão.** *J Bras Pneumol.* 2014;40(5): 543-551. [Acesso 15 jan 2016]. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4263336/>

Tian JH, Lu ZX, Bachmann MO, Song FJ. **Effectiveness of directly observed treatment of tuberculosis: a systematic review of a controlled studies.** *Int J Tuberc Lung Dis.* 2014;18(9):1092-8.

World Health Organization. Global tuberculosis report, 2015 [Internet]. Geneva: WHO; 2015 [Access Dec 12, 2016]. Available from: http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/.