

Modelo de decisão sobre o perfil demográfico para o controle da tuberculose usando lógica *Fuzzy***Decision model on the demographic profile for tuberculosis control using fuzzy logic**Laisa Ribeiro de Sá¹, Jordana de Almeida Nogueira², Ronei Marcos de Moraes³

¹ Enfermeira, Mestre em Modelos de Decisão e Saúde. Discente do Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde, nível Doutorado, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: isa8910@hotmail.com.

² Enfermeira, Doutora em Enfermagem. Professor Associado do Centro de Ciências da Saúde da UFPB. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: jal_nogueira@yahoo.com.br.

³ Estatístico, Doutor em Computação Aplicada. Professor Associado do Departamento de Estatística da UFPB. João Pessoa, PB, Brasil. E-mail: ronel@de.ufpb.br.

RESUMO

Objetivou-se descrever a relação entre os fatores demográficos e o acometimento da tuberculose, aplicando-se um modelo de suporte à decisão baseado em lógica *fuzzy* para categorização dos locais em prioritários e não prioritários, na cidade de João Pessoa-PB. Como fonte de dados, utilizou-se o Sistema de Informação de Agravos de Notificação, entre 2009 e 2011. Optou-se por análise descritiva, risco relativo (RR), distribuição espacial e lógica *fuzzy*. Permaneceu no estudo 1245 casos, sendo que o ano de 2009, foi responsável por 37,02% dos casos. Identificou-se conglomerados de alto e baixo risco, sendo que o RR foi maior entre os homens (8,47), com 12 conglomerados, entre aqueles sem escolaridade (11,65), com 13 conglomerados. Para demonstrar a funcionalidade do modelo, elegeu-se o ano com maior número de casos e um bairro do município com maior contingente populacional. A metodologia permitiu identificar áreas prioritárias direcionando gestores para decisões que respeitem as particularidades locais.

Descritores: Tuberculose; Risco Relativo; Análise Espacial; Lógica Fuzzy; Enfermagem em Saúde Pública.

ABSTRACT

This study aimed to describe the relationship between demographic factors and the involvement of tuberculosis by applying a decision support model based on fuzzy logic to classify the regions as priority and non-priority in the city of João Pessoa, state of Paraíba (PB). As data source, we used the Notifiable Diseases Information System between 2009 and 2011. We chose the descriptive analysis, relative risk (RR), spatial distribution and fuzzy logic. The total of 1,245 cases remained in the study, accounting for 37.02% of cases in 2009. High and low risk clusters were identified, and the RR was higher among men (8.47), with 12 clusters, and among those uneducated (11.65), with 13 clusters. To demonstrate the functionality of the model was elected the year with highest number of cases, and the municipality district with highest population. The methodology identified priority areas, guiding managers to make decisions that respect the local particularities.

Descriptors: Tuberculosis; Relative Risk (Public Health); Spatial Analysis; Fuzzy Logic; Public Health Nursing.

INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma doença infectocontagiosa de evolução crônica que conta com recursos diagnósticos e terapêuticos suficientes para um manejo clínico adequado em bem sucedido. No entanto, apesar da tecnologia disponível, a incidência deste agravo mantém-se em números elevados e preocupantes. Estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS), apontam a doença como segunda principal causa de morte em todo o mundo. Em 2011, 8,7 milhões de pessoas adoeceram e 1,4 milhões de óbitos foram registrados tendo a doença como causa básica⁽¹⁾.

O Brasil embora tenha apresentado nos últimos anos um declínio do número de casos, ainda ocupa a 19ª posição entre os 22 países que concentram 80% da carga da tuberculose no mundo e a 104ª posição em relação ao coeficiente de incidência. Em 2012, foram notificados 70.047 casos novos da doença, correspondendo a um coeficiente de incidência de 36,1/100.000 habitantes⁽¹⁾. Anualmente, morrem cerca de 4,5 mil pessoas por tuberculose, sendo a quarta causa de morte por doenças infecciosas e a primeira causa de morte dos pacientes com aids⁽²⁾.

No estado da Paraíba, situado na região Nordeste do Brasil, foram notificados em 2012, 1.132 casos novos da doença, apresentando uma taxa de incidência de 29,7/100.000 habitantes. A capital do estado, João Pessoa, apresentou taxa de incidência entre os casos novos de 46,4/100.000 habitantes. Nos últimos 10 anos, esse indicador vem apresentando tendência de queda, semelhante à taxa de incidência do Brasil⁽²⁾.

Consensualmente, estudos mostram que a manutenção da TB condiciona-se à gradientes sociais, onde os determinantes de pobreza e as condições sanitárias precárias, somadas as debilidades de gestão e de organização dos serviços de saúde colaboram para o aumento e/ou permanência das taxas de incidência da doença⁽³⁻⁵⁾.

Logo, novas respostas devam ser pensadas no sentido de promover a equidade, garantindo o acesso aos

pacientes, visando não apenas o seu atendimento e bem estar, mas, num sentido mais amplo, a consolidação do Sistema Único de Saúde (SUS) em suas diretrizes. As alternativas passam por readequação do sistema de saúde no atendimento destes pacientes, redefinição de procedimentos e organogramas, redefinição das missões institucionais de entidades da sociedade civil e pela busca de alternativas para equacionar o problema, dentre estas a comunicação deve ocupar um lugar de destaque⁽⁶⁾.

Nessa perspectiva, com o número significativo de casos de tuberculose, verificou-se a necessidade de analisar o perfil demográfico da doença no município de João Pessoa-PB, de modo a viabilizar o processo de tomada de decisão com relação a esse agravo. Devido as variáveis associadas ao acometimento da tuberculose ter certo grau de incerteza, um sistema baseado em regras *fuzzy* torna-se uma alternativa interessante para obter um modelo de decisão que permite a categorização dos locais prioritários usando cada variável isoladamente.

Na literatura, foram encontrados estudos que fizeram aplicação do modelo proposto em várias morbidades, mas que só avaliaram os casos em sua totalidade⁽⁷⁻⁸⁾. Não sendo então, encontrados estudos que associem os casos de tuberculose segundo as variáveis demográficas através de uma análise espacial, que é proposto neste estudo.

Perante o exposto, este estudo objetivou descrever a relação entre os fatores demográficos e o acometimento da tuberculose, como também aplicou um modelo de suporte à decisão baseado em lógica *fuzzy* para categorização dos locais em prioritários e não prioritários, segundo cada variável.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo epidemiológico, retrospectivo, com base nos registros de casos de tuberculose ocorridos em João Pessoa, capital do estado da Paraíba. Foram incluídos os casos notificados no banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) da Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba no período

de 01 de janeiro de 2009 a 31 de dezembro de 2011. Foram excluídos do estudo todos os casos cujos dados poderiam conduzir a erros sistemáticos, tais como: casos procedentes de outros municípios e que não continham informações quanto ao bairro de residência.

Sequencialmente foi realizado um refinamento do banco de dados para identificação das variáveis de interesse: ano da notificação, sexo, escolaridade, bairro (unidade de residência do caso notificado e não necessariamente o local onde ocorreu a infecção). Estes dados foram dispostos em uma planilha eletrônica e analisados segundo a frequência e distribuição proporcional, para gerar Risco Relativo (RR), varredura *Scan* e lógica *fuzzy*. A partir dessas variáveis foram geradas tabelas e gráficos para uma melhor apresentação dos resultados.

Para o cálculo das taxas de incidência, utilizou-se os Censo Demográfico Brasileiro realizado no Brasil no ano

de 2000 e 2010. Os denominadores foram estimados a partir de projeções da população residente no município, utilizando-se a base populacional de 1000 habitantes em cada um dos bairros de João Pessoa.

O Risco Relativo (RR) foi representado pela razão da taxa de incidência de um bairro pela taxa de incidência de toda a região (João Pessoa). A utilização de mapas para representar espacialmente o RR permitiu análises primárias, como a identificação de regiões que apresentaram os maiores e menores riscos de ocorrência da doença. O RR foi dividido em intervalos de classes, sendo estabelecida previamente uma cor para cada intervalo⁽⁹⁾. Os mapas de risco foram dispostos segundo ano de ocorrência e variável estudada (total, sexo e escolaridade). Para a interpretação do mapa de RR definiu-se os seguintes critérios (Quadro 1):

Quadro 1: Interpretação das classes do Risco Relativo*.

Risco Relativo	Interpretação do Risco Relativo
Maior ou igual a 0 e menor do que 0,5	Bairros onde o risco relativo variou entre 0 a 0,5, ou seja, risco relativo e inferior a metade do risco global da região de estudo.
Maior ou igual a 0,5 e menor do que 1,0	Bairros onde o risco relativo variou entre 0,5 a 1,0, ou seja, é superior à metade do risco global da região de estudo.
Maior ou igual a 1,0 e menor do que 1,5	Bairros onde o Risco relativo variou entre 1,0 a 1,5 risco relativo é superior ao risco global da região de estudo em menos de 50%.
Maior ou igual a 1,5 e menor do que 2,0	Bairros onde o Risco relativo variou entre 1,5 a 2,0 risco relativo é superior ao risco global da região de estudo em mais de 50%.
Maior ou igual a 2,0	Bairros onde o Risco relativo apresentou-se maior que 2,0.

* Quadro adaptado^(7-8,10).

Subsequentemente, empregou-se estatística *Scan* como método de detecção de conglomerados espaciais, que permitiu delinear regiões críticas por meio de algoritmos computacionais gráficos. Para análise espacial, adotou-se o modelo probabilístico de Poisson, no qual associa-se a informação da área a um único ponto dentro do polígono, o centróide, que é o centro de massa de cada área da região de estudo⁽¹¹⁾.

No método *Scan* a restrição é dada em relação ao percentual da população sob risco, onde determinou-se

que o raio de busca fosse aumentado até conter no máximo $\beta\%$ da população. Neste estudo, foram utilizados os $\beta\%$ da população 1%, 3%, 5% e 10%. Para verificar qual mapa melhor se adequa deve-se comparar os mapas oriundos dos respectivos $\beta\%$ com o mapa de risco de cada ano. Deste modo, a partir de uma inspeção visual dos mapas que representam o fenômeno em estudo, compara-se o mapa proveniente do *Scan* com o mapa de risco, optando-se pelo mapa *Scan* que mais se assemelha ao mapa de risco. Os conglomerados espaciais

identificados foram apresentados em mapas nos quais os pontos em vermelho representam os centróides⁽¹¹⁾.

Posteriormente às análises espaciais, houve a aplicação do modelo de decisão baseado na lógica *fuzzy*. Proveniente do conceito de conjuntos *fuzzy*, a lógica *fuzzy* representa um esquema capaz de traduzir informações imprecisas em valores numéricos, tornando possível a solução de problemas que a lógica clássica não era capaz de resolver⁽¹²⁾. Então, define-se um conjunto *fuzzy* como uma classe de objetos com contínuos graus de associação. Esse conjunto caracteriza-se por funções de pertinência, atribuídas a cada objeto do conjunto, as quais variam entre zero e um⁽¹³⁾.

Uma das formas mais comuns de expressar este conhecimento é através de regras do tipo condição-ação. Dessa forma, todo o conhecimento é representado por meio de um conjunto de regras onde as condições são dadas a partir de um conjunto de termos linguísticos, os quais são associados às variáveis de entrada/saída. Portanto, a regra *fuzzy* constitui uma unidade capaz de capturar algum conhecimento específico⁽¹⁴⁾.

Nesta etapa foram criadas as variáveis de entrada (Risco Relativo total, *Scan* total, Risco Relativo feminino, *Scan* feminino, Risco Relativo masculino, *Scan* masculino, Risco Relativo sem escolaridade, *Scan* sem escolaridade, Risco Relativo com escolaridade - no mínimo alfabetizadas -, *Scan* com escolaridade - no mínimo alfabetizadas) e a variável de saída (prioritárias e não-prioritárias) e as funções de pertinência, para cada uma delas. Cada variável destas possui os seus termos linguísticos que representam um conjunto *fuzzy*⁽¹⁴⁾. No resultado final foi possível identificar as áreas prioritárias e não-prioritárias da cidade de João Pessoa, com seus respectivos graus de pertinência.

Os aspectos éticos estabelecidos pela Resolução 196/96 que regulamenta a pesquisa em seres humanos foram respeitados. Salienta-se que por ser uma pesquisa em banco de dados secundário utiliza-se o termo de Consentimento Institucional emitido pela secretária

municipal de Saúde de João Pessoa-PB sob nº 20.900/2013.

RESULTADOS

No período de 2009 a 2011, foram notificados 1329 casos de Tuberculose no município de João Pessoa-PB. Baseado nos critérios de inclusão, permaneceram no estudo 1.245 casos, dentre os quais 461 (37,02%) foram notificados em 2009, 417 (33,49%) em 2010 e 367 (29,47%) em 2011. Verificou-se predomínio do sexo masculino (853/68,5%) e pessoas com algum nível de escolaridade (983/78,95%).

Na análise do risco relativo e *Scan* utilizou-se para exemplificação os mapas para o total, feminino, masculino, sem escolaridade e com escolaridade de tuberculose em João Pessoa no ano de 2009 (Figura 1). Vale salientar que foram construídos os mapas para todo o período estudado.

O mapa de RR total ilustrou o comportamento da tuberculose nos bairros de João Pessoa-PB, onde o RR apresentou variação entre 0 e 5,90 por 1.000 habitantes. Na análise espacial dos casos através da estatística *Scan* se identificou conglomerados de alto e baixo risco. Dezenove bairros apresentaram conglomerados espaciais para o ano 2009, com percentual da população de 5%. Comparando-se o mapa *Scan* total com o mapa de risco total, pode-se verificar a coincidência das regiões que apresentam os maiores índices de RR com as que possuem conglomerados espaciais significativos.

Analisando-se os mapas de risco e *Scan* segundo o sexo, verificou-se que o RR foi maior entre os homens (8,47), com a presença de 12 conglomerados. Entre as mulheres, o RR relativo foi inferior atingindo no máximo o valor de 4,66, no entanto no método *Scan* foram identificados 13 conglomerados significativos. Ainda foi observado na análise da população masculina, que alguns bairros apresentaram RR duas ou mais vezes superiores quando comparados ao RR total e com o sexo feminino.

Quanto ao nível de escolaridade, verificou-se que o RR alcançou 11,65 entre os casos sem escolaridade e 6,76

entre aqueles com escolaridade. Em ambos os grupos, foram identificados 13 conglomerados, sendo que no primeiro, houve maior concentração nos bairros que

compõem a região central do município e/ou bairros com população economicamente vulnerável.

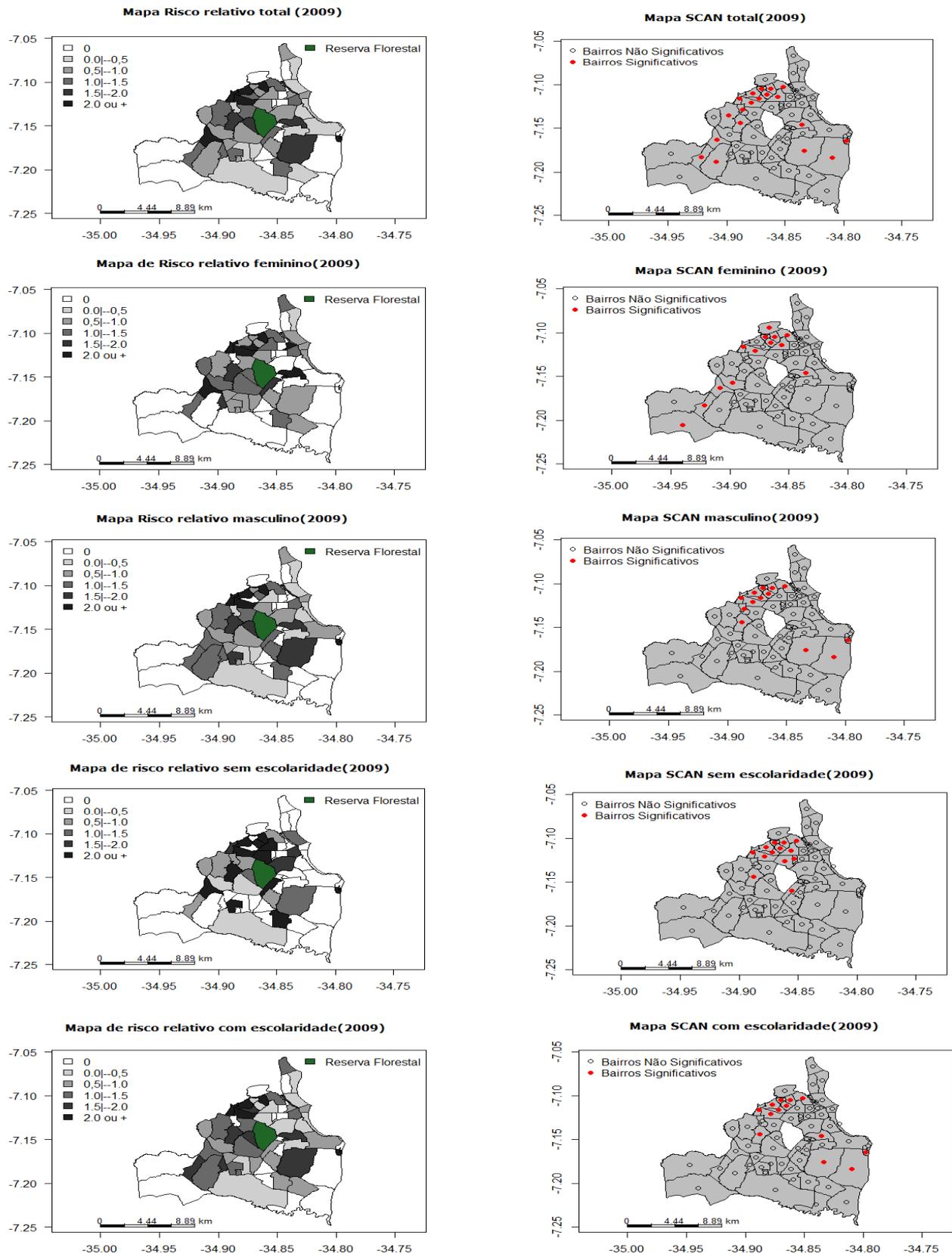


Figura 1: Mapa de Risco Relativo e Scan espacial dos casos de tuberculose segundo bairro de residência. João Pessoa, PB, Brasil, 2009.

Na análise das variáveis *fuzzy* que envolvem Risco relativo foram definidos cinco termos linguísticos: Risco Muito Alto, Risco Alto, Risco Médio, Risco Muito Baixo e Risco Baixo (Gráfico 1). As funções de pertinência das variáveis *fuzzy* Risco Relativo total, Risco Relativo feminino, Risco Relativo masculino, Risco Relativo sem escolaridade, Risco Relativo com escolaridade, foram do tipo trapezoidal. Já nas variáveis *Scan* observa-se dois

termos linguísticos binários: *ComScan* e *SemScan*. As funções de pertinência das variáveis *fuzzy* *Scan* total, *Scan* feminino, *Scan* masculino, *Scan* sem escolaridade e *Scan* com escolaridade foram do tipo triangular. Na variável de saída obteve-se como termo linguístico Prioritário e Não prioritário, onde as funções de Pertinência foram do tipo trapezoidal (Gráfico 1).

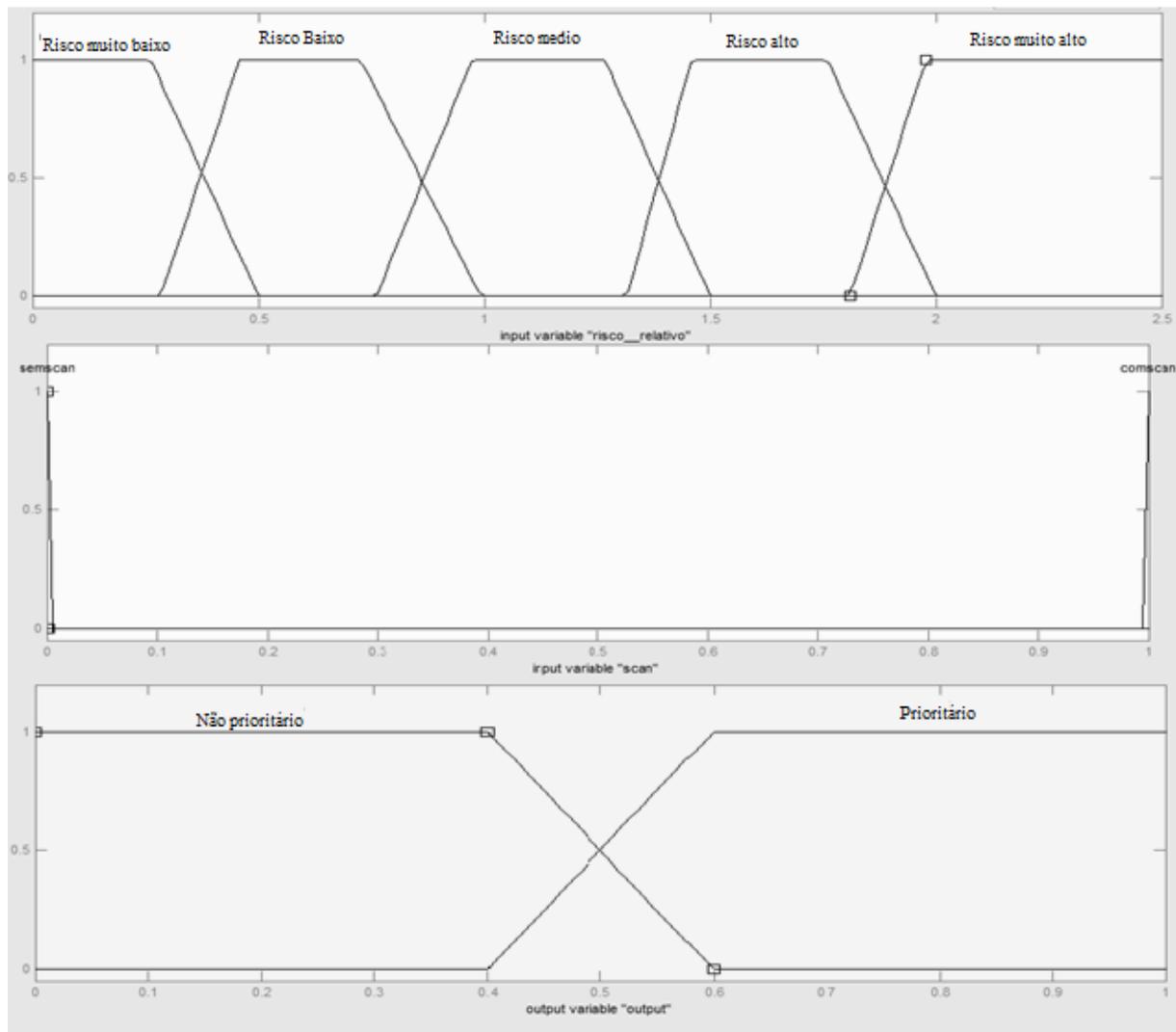


Gráfico 1: Funções de pertinência das variáveis de entrada Risco relativo e *Scan* e funções de pertinência da variável de saída. João Pessoa, PB, Brasil, 2009.

Para construção do banco de regras utilizou-se 10 variáveis *fuzzy* obtidas através dos mapas anuais do risco relativo e mapas de *Scan* para população total, feminina, masculina, sem escolaridade e com escolaridade. Foram criados cinco bancos, com 10 regras definidas para cada,

com o total de 50 regras. Algumas dessas regras são apresentadas a seguir para exemplificação:

- SE(RiscoRelativototal é Muitoalto) e (*Scantotal* é *comScan*) então (Decisão é Prioritário);
- SE(RiscoRelativototal é Muitoalto) e (*Scantotal* é *semScan*) então (Decisão é NãoPrioritário);

Após construção das regras aplicou-se o modelo de decisão baseado na lógica *fuzzy* para categorização dos bairros em prioritários e não prioritários para tuberculose em relação ao sexo, escolaridade e total. Esta aplicação foi realizada para cada conjunto de regras para todos os 64 bairros em todo os anos, demonstrando a funcionalidade do modelo que pode ser utilizado como uma metodologia de baixo custo pelos gestores e profissionais, para um combate efetivo da morbidade de acordo com a população alvo e os locais considerados prioritários.

Com o intuito de exemplificar a aplicação do modelo baseado em lógica *fuzzy*, elegeu-se um bairro com maior contingente populacional e o ano de 2009, período com maior ocorrência de casos (Gráficos 2 a 4).

Cada coluna representa uma função de pertinência de cada variável presente na regra. Cada linha representa uma regra que é ativada conforme os dados de entrada, que pode ou não ativar a última coluna, conforme o valor das variáveis de entrada. Assim, a função de saída mostra a sugestão de decisão a ser tomada pelo gestor, para aquele bairro como sendo prioritário (preenchido parcial ou totalmente pela cor azul no lado direito) ou como não prioritário (preenchido parcial ou totalmente pela cor azul no lado esquerdo).

Seguindo essa mesma concepção, o modelo confirmou o resultado esperado, onde o bairro eleito foi classificado como prioritário em relação à população total (Gráfico 2), ao sexo masculino (Gráfico 3) e com escolaridade (Gráfico 4). Foi classificado como não prioritário em relação ao sexo feminino (Gráfico 3) e sem escolaridade (Gráfico 4).

MODELO LINGUISTICO FUZZY TOTAL, MANGABEIRA(2009)

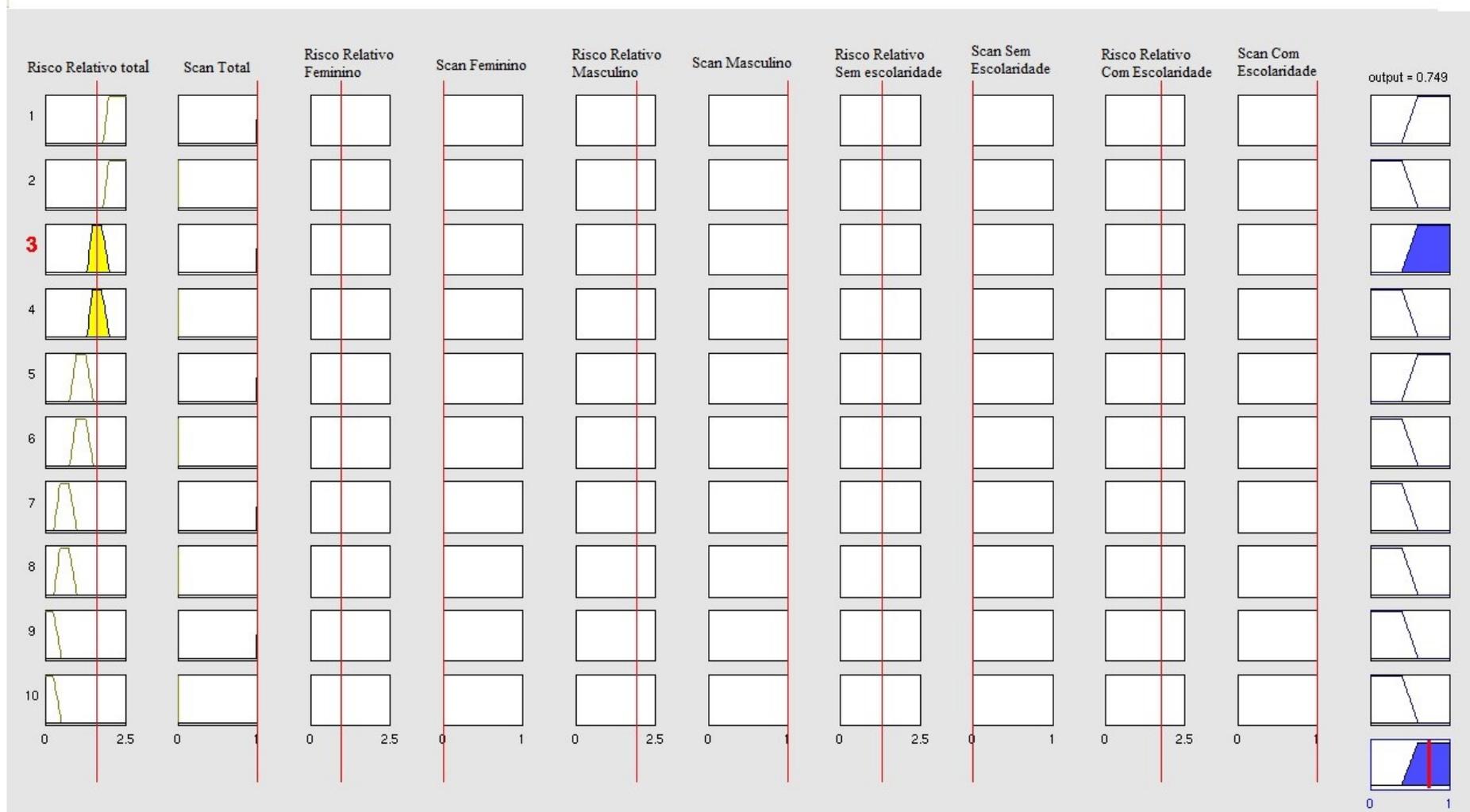


Gráfico 2: Resultado do modelo linguístico fuzzy total no bairro de Mangabeira- João Pessoa, PB, 2009.

MODELO LINGUÍSTICO FUZZY MASCULINO, MANGABEIRA (2009)



Gráfico 3.A: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* feminino e masculino no bairro de Mangabeira- João Pessoa, PB, 2009.

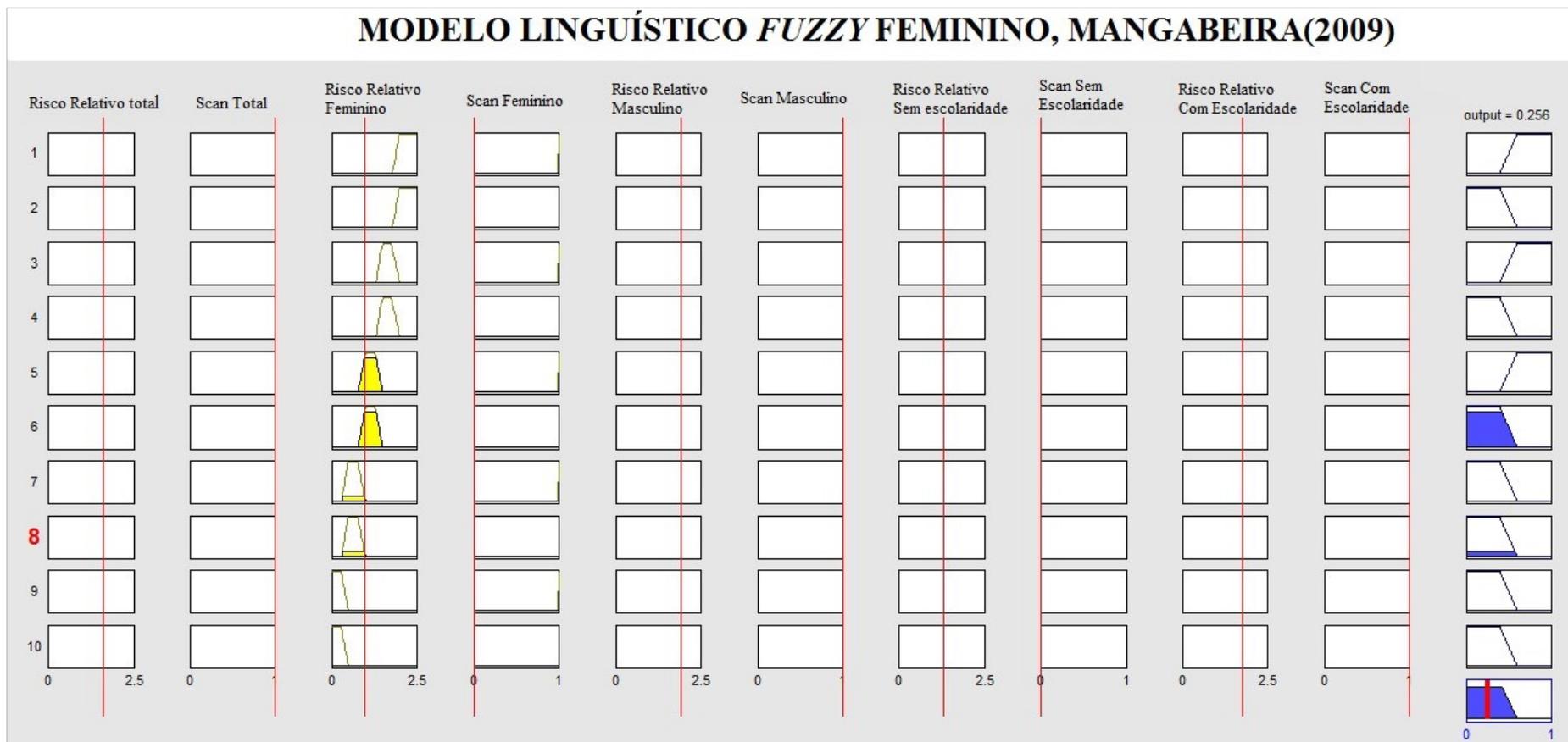


Gráfico 3.B: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* feminino e masculino no bairro de Mangabeira- João Pessoa, PB, 2009.

MODELO LINGUÍSTICO *FUZZY* SEM ESCOLARIDADE MANGABEIRA (2009)

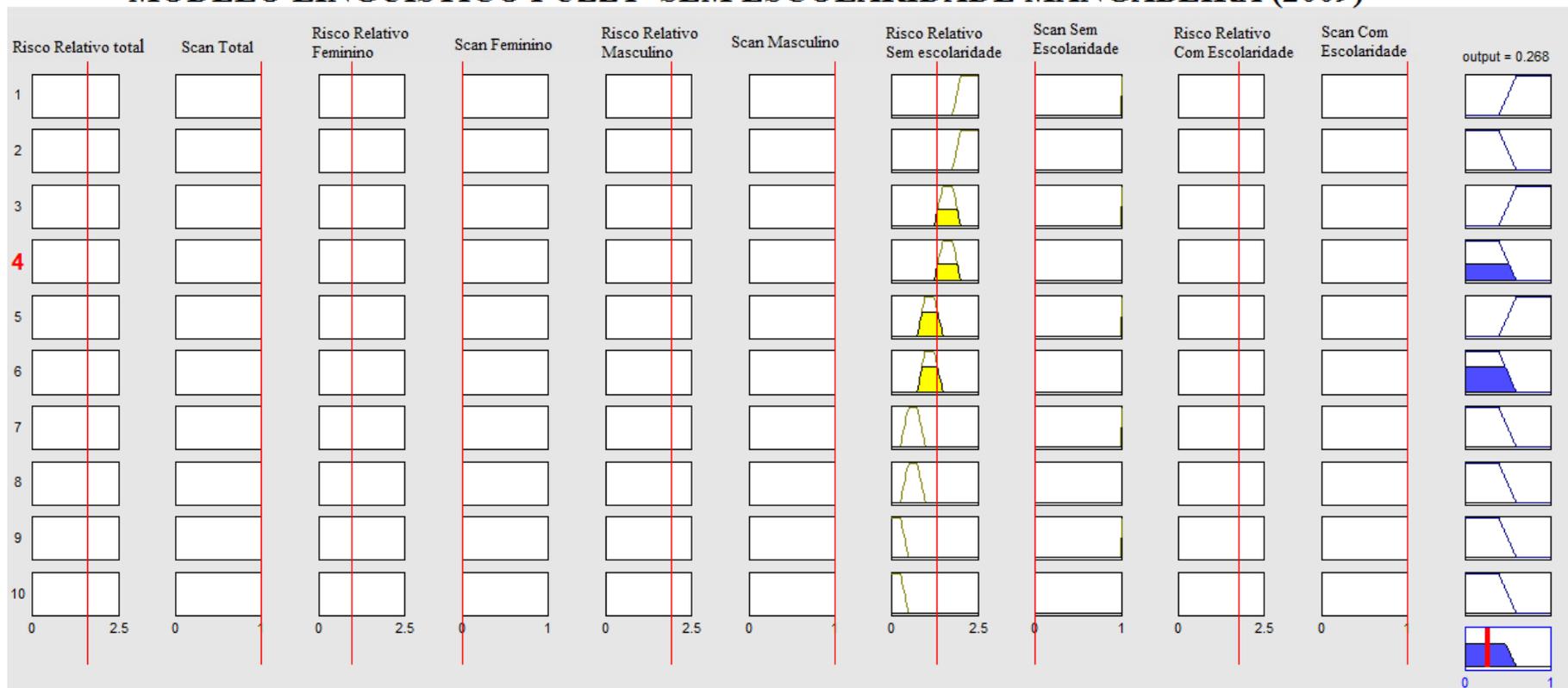


Gráfico 4.A: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* sem escolaridade e com escolaridade no bairro de Mangabeira- João Pessoa, PB, 2009.



Gráfico 4.B: Resultado do modelo linguístico *fuzzy* sem escolaridade e com escolaridade no bairro de Mangabeira- João Pessoa, PB, 2009.

DISCUSSÃO

A concentração da doença nos bairros mais populosos ou de menor classe econômica, pode ter ocorrido devido à caracterização da doença como um problema social resultante da interação de vários fatores, entre os quais renda familiar baixa, educação precária, habitação ruim/inexistente, famílias numerosas, adensamentos comunitários, desnutrição alimentar, alcoolismo, doenças associadas, fluxos migratórios, deficiência do sistema de saúde⁽¹⁵⁾.

Os estudos encontrados em sua maioria corroboram com o cenário local, pois caracterizaram a doença como um problema social resultante da interação de vários fatores, entre os quais sexo masculino, renda familiar baixa, educação precária, habitação ruim/inexistente, famílias numerosas, alcoolismo, tabagismo, doença mental, aids e risco ocupacional foram os mais citados^(4,16-20).

O sexo como fator de risco pode ser justificado, pois historicamente os homens procuram menos os serviços de saúde para controle preventivo principalmente quando se trata de atenção básica em saúde, já que as questões de gênero são tão fortes quando se trata do processo saúde-doença⁽²¹⁾.

As ações relacionadas ao cuidado foram sempre associadas às mulheres e o acesso aos serviços de saúde é dificultado pelas questões trabalhistas, levando a procura dos homens após agravamento do quadro. Frequentemente o acesso é dificultado pela incompatibilidade de horário dos serviços de saúde e de trabalho dos mesmos, por ser visto como o provedor do sustento da casa, pois além de sentirem mais dificuldade em se expressar, suas necessidades não são atendidas instantaneamente.

Em relação à escolaridade, os resultados deste estudo apresentam que embora a maioria dos casos notificados seja em pessoas com escolaridade, na aplicação do modelo de decisão verificou-se que a grande parte dos bairros foram classificados como prioritários para sem escolaridade, confirmando ainda ser um fator

de risco para a tuberculose. Corroborando com o exposto, tem-se que em relação à escolaridade, quanto maior a duração dos estudos menor o adoecimento por TB, evidenciando que mais anos de estudo implicam menor adoecimento por TB⁽²²⁾.

No que tange ao modelo de decisão baseado na lógica *fuzzy* é considerado um suporte metodológico fundamental para responder as incertezas do processo saúde e adoecimento do sujeito, melhorando a compreensão do risco do indivíduo, sendo essencial sua utilização nos estudos epidemiológicos.

A teoria de conjuntos *fuzzy* se mostra como uma ferramenta metodológica bastante útil nas áreas sociais, ao modelar as incertezas inerentes aos seus fenômenos, especialmente na epidemiologia⁽²³⁾. Vários estudos epidemiológicos realizados evidenciam a importância da teoria de conjuntos *fuzzy* em estudos sobre o processo saúde e doença, contribuindo na construção de sistemas de diagnósticos e sistemas especialistas. Entre os estudos que utilizaram a teoria de conjuntos *fuzzy* de forma satisfatória podemos evidenciar alguns: aplicação do modelo de aglomerados *fuzzy* para análise e identificação de diferentes tipos de tuberculose⁽²⁴⁾; criação de um modelo *fuzzy* para prever o destino dos casos de TB com tratamento em curso⁽²⁵⁾.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que o modelo de decisão baseado em lógica *fuzzy* além de ser uma ferramenta de baixo custo, permitiu a classificação de todos os bairros da cidade, como prioritários ou não prioritários, segundo cada variável, possibilitando a visualização das peculiaridades, direcionando os gestores para decisões que respeitem as particularidades de cada local. Vale ressaltar que esta abordagem é inovadora já que não visualiza só a totalidade, mas cada variável isoladamente, permitindo conhecer as vulnerabilidades de cada localidade, para um efetivo combate a morbidade.

Sendo assim, torna-se possível uma maior compreensão das populações vulneráveis ao

acometimento e a localidade, facilitando assim a definição de políticas públicas para as áreas prioritárias e específicas para população daquela localidade. Pode-se

também junto aos profissionais de saúde definir políticas de combate e prevenção à morbidade, tornando-se possível a diminuição do acometimento por tuberculose.

REFERÊNCIAS

1. WHO. Global Tuberculosis Report 2014 [Internet]. World Health Organization. 2014 [acesso em: 30 jun 2015]. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/137094/1/9789241564809_eng.pdf?ua=1.
2. Ministério da Saúde. Sistema Nacional de Vigilância em Saúde. Relatório de Situação. Paraíba [Internet]. 5ª ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2011 [acesso em: 30 jun 2015]. Disponível em: http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_nacional_vigilancia_saude_pb_5ed.pdf.
3. Costa ARF, Falkinham JO, Lopes ML, Barretto AR, Felicio JS, Sales LHM, et al. Occurrence of Nontuberculous Mycobacterial Pulmonary Infection in an Endemic Area of Tuberculosis. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2013 [acesso em: 30 jun 2015];7(7):e2340. Disponível em: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pntd.0002340>.
4. Ximenes RAA, Albuquerque MFPM, Souza WV, Montarroyos UR, Diniz GTN, Luna CF, et al. Is it better to be rich in a poor area or poor in a rich area? A multilevel analysis of a case-control study of social determinants of tuberculosis. *Int J Epidemiol*. 2009 [acesso em: 30 jun 2015];38(5):1285-96. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/ije/dyp224>.
5. Santos MSLG, Vendramini SHF, Gazetta CE, Oliveira SAC, Villa TCS. Poverty: socioeconomic characterization at tuberculosis. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007 [acesso em: 30 jun 2015];15(spe):762-7. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692007000700008>.
6. Portal da Saúde [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde (BR). [acesso em: 02 out 2013]. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31101.
7. Sousa ACA. Modelo de decisão sobre os municípios prioritários para o controle da AIDS no estado da Paraíba usando lógica Fuzzy [dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2012.
8. Costa DCS. Tomada de decisão baseada em lógica fuzzy e na distribuição espacial da mortalidade por acidentes de trânsito na cidade de João Pessoa – PB [dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2011.
9. Câmara G, Davis C. Introdução: Por que geoprocessamento? [Internet]. São José dos Campos: Instituição Nacional de Pesquisas Espaciais; 2001 [acesso em: 30 jun 2015]. Disponível em: <http://bibdigital.sid.inpe.br/rep-/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.13.48>.
10. Medronho R de A, Bloch KV, Werneck GL. *Epidemiologia*. Atheneu; 2009. 685 p.
11. Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: Detection and inference. *Stat Med* [Internet]. 1995 [acesso em: 30 jun 2015];14(8):799-810. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/sim.4780140809>.
12. Moraes R. Fuzzy expert systems architecture for image classification using mathematical morphology operators. *Inf Sci (Ny)* [Internet]. 2002 [acesso em: 30 jun 2015];142(1-4):7-21. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0020-0255\(02\)00154-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0020-0255(02)00154-8).
13. Zadeh LA. Fuzzy sets. *Inf Control* [Internet]. 1965 [acesso em: 30 jun 2015];8(3):338-53. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X).
14. Passino KM, Yurkovich S. *Fuzzy control* [Internet]. Menlo Park: Addison-Wesley; 1998 [acesso em: 30 jun 2015]. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.131.4494&rep=rep1&type=pdf>.
15. Santo LALA, Santos PCH, Moreira ME. Perfil clínico, epidemiológico e laboratorial dos pacientes com tuberculose em hospital universitário da região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. *BEPA Bol Epidemiológico Paul* [Internet]. [acesso em: 30 jun 2015];6(68):14-21. Disponível em: http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-42722009000800002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.
16. Santos APG, Pacheco AG, Staviack A, Golub JE, Chaisson RE, Rolla VC, et al. Safety and effectiveness of HAART in tuberculosis-HIV co-infected patients in Brazil. *Int J Tuberc Lung Dis* [Internet]. 2013 [acesso em: 30 jun 2015];17(2):192-7. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5588/ijtld.11.0831>.
17. Santos RMZ, Amador A, Souza WV, Albuquerque MFPM, Dawson SP, Ruffino-Netto A, et al. A Dynamic Analysis of Tuberculosis Dissemination to Improve Control and Surveillance. *PLoS One* [Internet]. 2010 [acesso em: 30 jun 2015];5(11):e14140. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0014140>.
18. Moreira TR, Zandonade E, Maciel ELN. Risco de infecção tuberculosa em agentes comunitários de saúde. *Rev Saude Publica* [Internet]. 2010 [acesso em: 30 jun 2015];44(2):332-8. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102010000200014>.
19. Melo TEMP, Resendes AP C, Souza-Santos R, Basta PC. Distribuição espacial e temporal da tuberculose em indígenas e não indígenas de Rondônia, Amazônia Ocidental, Brasil. *Cad Saude Publica* [Internet]. 2012 [acesso em: 30 jun 2015];28(2):267-80. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2012000200006>.
20. Roza DL, Caccia-Bava MCGG, Martinez EZ. Spatio-temporal patterns of tuberculosis incidence in Ribeirão Preto, State of São Paulo, southeast Brazil, and their relationship with social vulnerability: a Bayesian analysis. *Rev Soc Bras Med Trop* [Internet]. 2012 [acesso em: 30 jun 2015];45(5):607-15. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822012000500013>.
21. Araújo AC. Política nacional de atenção integral à saúde do homem: elementos para o debate [Internet]. 2013 [acesso em: 30 jun 2015]. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/757>.
22. Vasconcelos CH, Evangelista MSN, Fonseca FR, Barreira D, Dell'Orti D. Estudo da distribuição da tuberculose (TB) nos Estados do Amazonas e Rio Grande do Sul (2006 a 2009). *Cad Saúde Coletiva* [Internet]. 2011 [acesso em: 30 jun 2015];19(4):461-6. Disponível em: http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_461-466.pdf.
23. Alves AA. As Medidas de Risco Clássicas e as de Risco Fuzzi. *Rev Bras Ciências da Saúde* [Internet]. 2012 [acesso em: 30 jun 2015];16(1):85-92. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4034/RBCS.2012.16.01.13>.
24. Imianvan A.A. OJC. Fuzzy cluster means expert system for the diagnosis of tuberculosis. *Global Journal of Computer Science and Technology* [Internet]. 2011 [acesso em: 30 jun 2015];11(6):41-8. Disponível em: <http://computerresearch.org/index.php/computer/article/view/780>.
25. Kalhori SRN, Zeng XJ. Fuzzy Logic Approach to Predict the Outcome of Tuberculosis Treatment Course Destination. In: *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2009 Vol II*

WCECS 2009, October 20-22, 2009, San Francisco, USA [Internet]. 2009 [acesso em: 30 jun 2015]. Disponível em: http://www.iaeng.org/publication/WCECS2009/WCECS2009_pp774-778.pdf.

Recebido: 11/12/2013.

Aceito: 15/09/2014.

Publicado: 30/06/2015.