

**Perfil epidemiológico da tuberculose no município de Teresina-PI de 2008 a 2012****Epidemiology of tuberculosis in the city of Teresina-PI 2008-2012**

Ivissou Lucas Campos da Silva<sup>1</sup>, Laís Rocha Lima<sup>2</sup>, Mara Jordana Magalhães Costa<sup>3</sup>, Viriato Campelo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Biomedico especialista em microbiologia aplicada às ciências da saúde pela UFPI. Mestrando em Ciências e Saúde (UFPI)

<sup>2</sup>Biomédica especialista em análises clínicas pela IBRAS e em citologia clínica pela UNIPÓS. Mestranda em Ciências e Saúde (UFPI)

<sup>3</sup>Doutoranda em Saúde Pública (FSP/USP). Departamento de Educação Física da UFPI

<sup>4</sup>Doutor em Medicina pela USP. Departamento de Microbiologia e Parasitologia, UFPI.

Endereço para correspondência: Universidade Federal do Piauí, Coordenação do Mestrado em Ciências e Saúde, Av. Frei Serafim, Nº 2280. Contato: (86) 9975-1611.

E-mail: ivissonlucas@hotmail.com

**RESUMO**

A tuberculose (TB) é uma das principais causas de morbidade e considerada a segunda causa mais comum de morte em todo o mundo. Ressalta-se que o agravamento das condições socioeconômicas resulta em uma degradação das condições de vida, o que faz com que aumente a vulnerabilidade e, conseqüentemente, o risco de contrair a tuberculose. Objetivou-se analisar o perfil epidemiológico da tuberculose na cidade de Teresina-PI nos anos de 2008 a 2012. Foram coletados dados das bases do DATASUS referentes à incidência da doença de acordo com sexo, faixa etária e formas clínicas. As variáveis foram calculadas com auxílio do programa estatístico SPSS 22.0. A taxa de incidência da tuberculose no município apresentou uma média de 32,24 casos por 100 mil habitantes, com um aumento significativo entre 2008 e 2010 e uma redução significativa entre 2011 e 2012. O sexo masculino foi predominante com 40,30 casos por 100 mil habitantes, bem como nos idosos com 60 anos ou mais (91,11 casos por 100 mil habitantes), e da forma clínica pulmonar (25,54 casos por 100 mil habitantes). A redução pode estar relacionada a uma significativa melhora dos sistemas de saúde em rastrear os casos e da descentralização do tratamento para a Atenção Básica. Sugere-se uma análise

mais profunda e verificar se as variáveis são ou não reflexo de um bom funcionamento dos serviços de saúde locais e qual o nível de influência na redução do número de casos no município, além do mais, o período averiguado na pesquisa é considerado curto para analisar o comportamento da doença.

**Palavras-chave:** tuberculose, redução tuberculose, Teresina-PI.

## ABSTRACT

Tuberculosis (TB) is one of the leading causes of morbidity and is considered the second most common cause of death in the world. It is emphasized that worsening socioeconomic conditions result in a deterioration of living conditions, which increases the vulnerability and, consequently, the risk of contracting tuberculosis. The objective was to analyze the epidemiology of tuberculosis in the city of Teresina-PI in the years 2008 to 2012. Data were collected from the DATASUS bases related to disease incidence according to sex, age and clinical forms. The variables were calculated with the help of SPSS 22.0. The tuberculosis incidence rate in the city had an average of 32.24 cases per 100,000 inhabitants, with a significant increase between 2008 and 2010 and a significant reduction between 2011 and 2012. The male was predominant in 40.30 cases per 100 thousand inhabitants, as well as the elderly aged 60 or more (91.11 cases per 100,000 inhabitants), and pulmonary clinical form (25.54 cases per 100,000 inhabitants). The reduction may be related to a significant improvement of health systems to track cases and decentralization of treatment for primary care. It is suggested that further analysis and verify if the variables are not reflective of a proper functioning of local health services and what level of influence in reducing the number of cases in the city, in addition, the examined period in the research is considered short to analyze the behavior of the disease.

**Keywords:** tuberculosis, tuberculosis reduction, Teresina –PI.

## INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é uma das principais causas de morbidade e considerada a segunda causa mais comum de morte em todo o mundo (LÖNNROTH et al., 2010). A *Mycobacterium tuberculosis* leva a aproximadamente 8 milhões de novos casos de tuberculose ativa (TB) e 2 milhões de mortes a cada ano (DYE; WILLIAMS, 2010). A doença ocorre com maior frequência em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, a qual está ligada principalmente às baixas condições socioeconômicas (SUTHAR et al., 2012).

Por sua vez, estabelece-se uma relação direta da doença com a miséria e a exclusão social, visto que no Brasil, ela atinge, sobretudo, as populações residentes em periferias urbanas ou favelas. A tuberculose está associada às más condições de moradia, bem como à alimentação inadequada, a falta de saneamento básico, ao consumo de álcool e outras drogas (BRASIL, 2012).

No ano de 2010, o Brasil apresentou 85 mil casos novos de tuberculose e 5 mil óbitos pela doença (WHO, 2011). Entre as regiões brasileiras, destaca-se o Nordeste, que, em 2010, apresentou o segundo maior número de notificações e a terceira maior incidência entre as regiões do país, notificando 19.589 casos novos de tuberculose (BRASIL, 2012). Fortaleza é um dos centros urbanos com maior carga de tuberculose no Brasil, com cerca de 2.000 casos novos diagnosticados a cada ano e incidência de 66,2 casos/100.000 habitantes (BRAGA et al., 2012).

O Piauí é o quinto estado do Nordeste brasileiro em número de casos de TB e a capital, Teresina, é um dos 315 municípios prioritários para o combate da doença no país (SANTOS et al., 2012). Em Teresina-PI, no período de 2005 a 2007, foram notificados 951 casos novos de tuberculose, por todas as formas clínicas, com média de 317 casos/ano. Houve redução do coeficiente de incidência de 42 casos por 100 mil habitantes em 2005 para 37 casos por 100 mil habitantes em 2007 (MONTECHI et al., 2013).

Ressalta-se que o agravamento das condições socioeconômicas resulta em uma degradação das condições de vida, o que faz com que aumente a vulnerabilidade e, conseqüentemente, o risco de contrair a tuberculose. Dessa forma, objetivou-se analisar o perfil epidemiológico da tuberculose na cidade de Teresina-PI nos anos de 2008 a 2012.

## MÉTODOS

A metodologia consistem um estudo retrospectivo, descritivo e quantitativo dos casos de pacientes diagnosticados com tuberculose na cidade de Teresina-PI nos anos de 2008 a 2012, correspondendo aos meses de janeiro a dezembro. Foram coletados dados das bases do Departamento de Informática do SUS (DATASUS) referentes à incidência da doença de acordo com sexo, faixa etária e formas clínicas.

Os dados obtidos foram analisados pelo programa estatístico SPSS 22.0 (Statistical Package for the Social Sciences). As informações foram organizadas e elaboradas em tabelas em função das variáveis envolvidas, depois calculados as médias aritméticas e desvio padrão. Os resultados da análise estatística foram discutidos de forma descritiva a partir da literatura relacionada com o tema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 aborda a média aritmética dos casos de tuberculose na cidade de Teresina-PI, de 2008 a 2012, com base nos dados do SINAN/DATASUS. Pode-se observar, nesse período, uma média de 32,24 casos por 100.000 habitantes, bem como a predominância do sexo masculino de 40,30 casos por 100.000 habitantes. A faixa etária predominante foi de 60 anos ou mais com 91,11 casos por 100.000 habitantes e a forma clínica predominante foi a pulmonar com 25,54 casos por 100.000 habitantes.

**Tabela 1-** Média aritmética dos casos de tuberculose (por 100.000 habitantes) entre 2008 e 2012 na cidade de Teresina-PI. Teresina-(PI), 2013

		Média	Desvio Padrão
Sexo	Masculino	40,30	8,33
	Feminino	25,15	1,96
Faixa etária	Menos de 5 anos	2,19	0,83
	5 a 9 anos	2,77	3,16

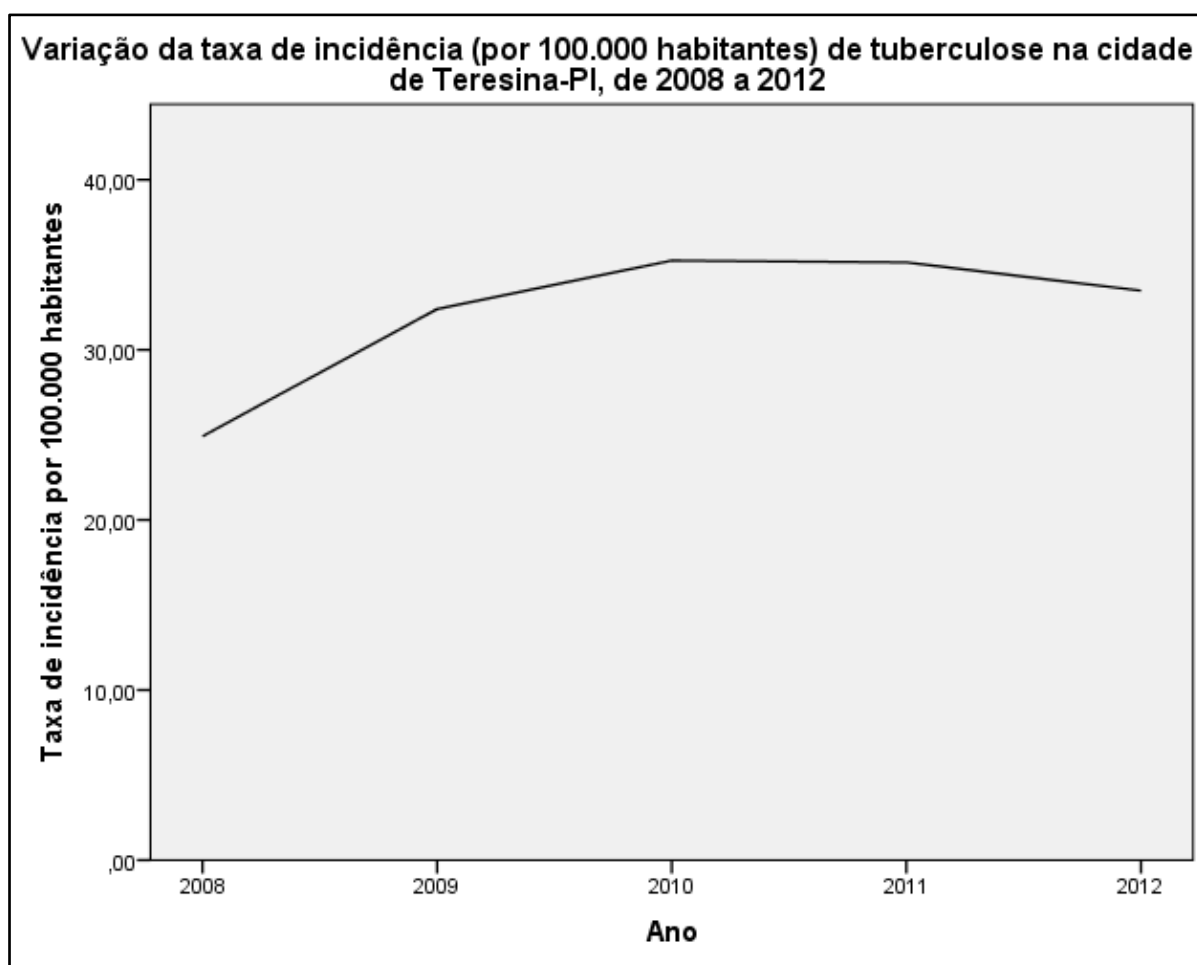
**Tabela 1-** Média aritmética dos casos de tuberculose (por 100.000 habitantes) entre 2008 e 2012 na cidade de Teresina-PI. Teresina-PI), 2013

		Média	Desvio Padrão
	10 a 19 anos	12,11	0,95
	20 a 39 anos	30,63	4,41
	40 a 59 anos	53,57	8,40
	60 anos ou mais	91,11	14,14
Número de casos	-	32,24	4,26
Forma clínica	Pulmonar Bacilífera	18,48	3,51
	Pulmonar	25,54	3,77
	Extrapulmonar	6,11	1,09
	Pulmonar+Extrapulmonar	0,59	0,24

Fonte: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS).

No período de 2008 a 2012, a taxa de incidência da tuberculose na cidade de Teresina-PI variou de forma significativa, na qual houve um aumento entre 2008 e 2010 e uma redução entre 2011 e 2012. No gráfico 1, observa-se que a maior taxa ocorreu no ano de 2010.

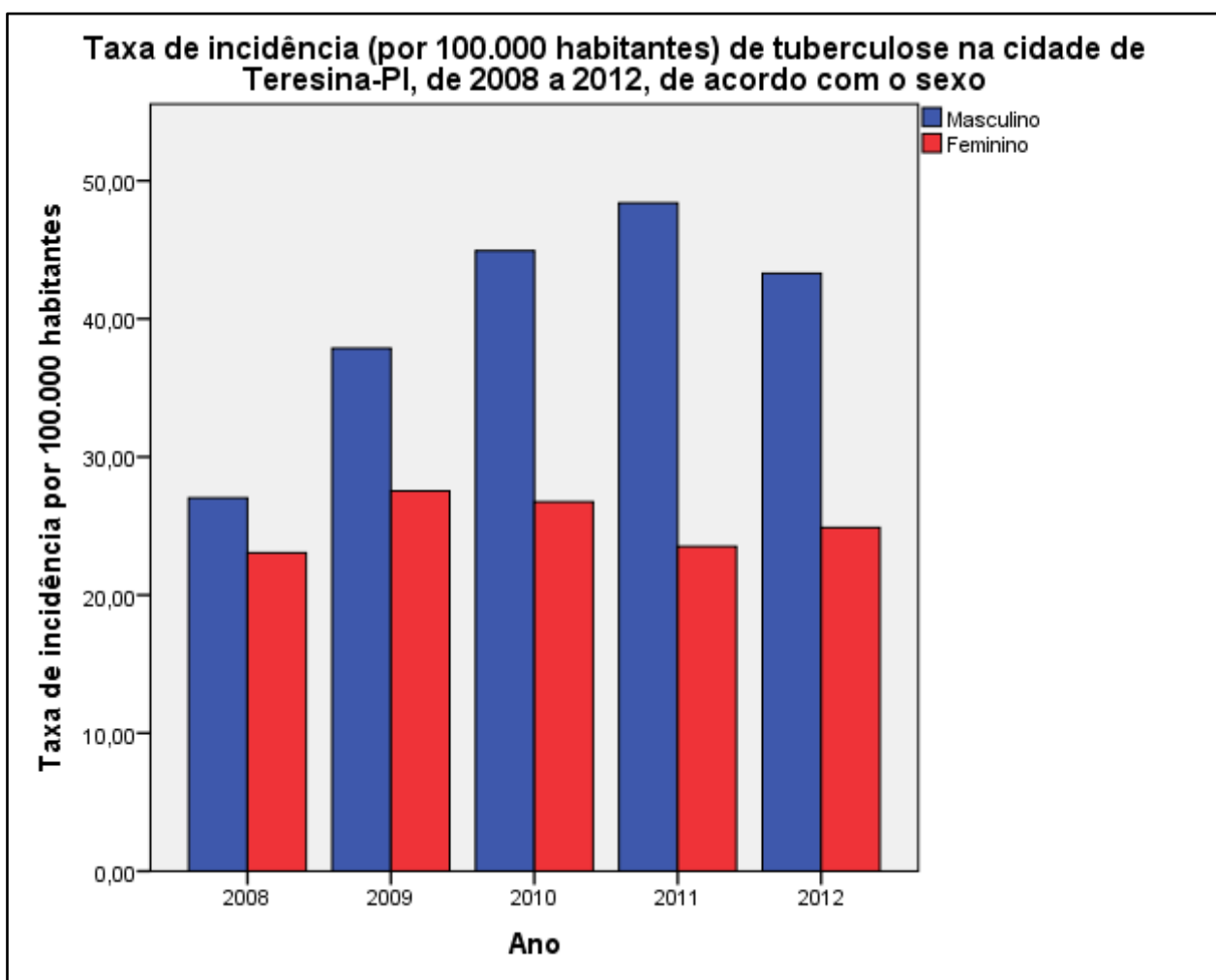
**Figura 1.** Variação da taxa de incidência (por 100.000 habitantes) de tuberculose na cidade de Teresina-PI de 2008 a 2012.



Fonte: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS).

No gráfico 2 observa-se que a tuberculose é predominante no sexo masculino no período em estudo. O ano de 2011 apresentou a maior taxa relativa ao sexo masculino (48,39 por 100.000 habitantes). Também se pode observar que entre 2008 e 2011 houve um aumento da taxa para o sexo masculino, em contrapartida entre 2009 e 2011 houve um redução da taxa para o sexo feminino.

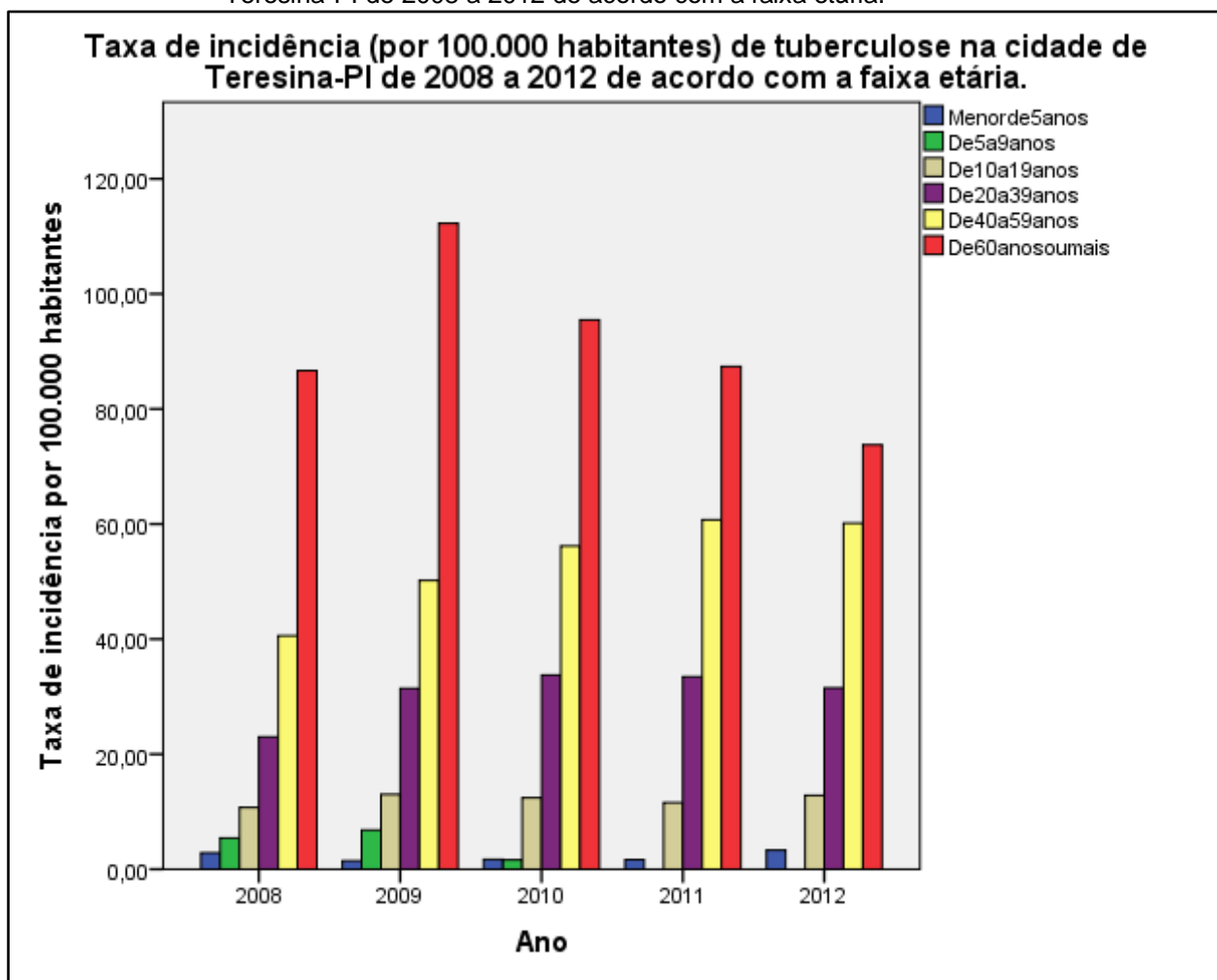
**Figura 2.** Taxa de incidência (por 100.000 habitantes) de tuberculose na cidade de Teresina-PI de 2008 a 2012 de acordo com o sexo.



Fonte: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS).

O gráfico 3 aborda a taxa de incidência da tuberculose por faixa etária, na qual percebe-se maior predominância da doença nos idosos com 60 anos ou mais, em contrapartida, a menor taxa foi encontrada entre os jovens menores de 5 anos e de 5 a 9 anos de idade.

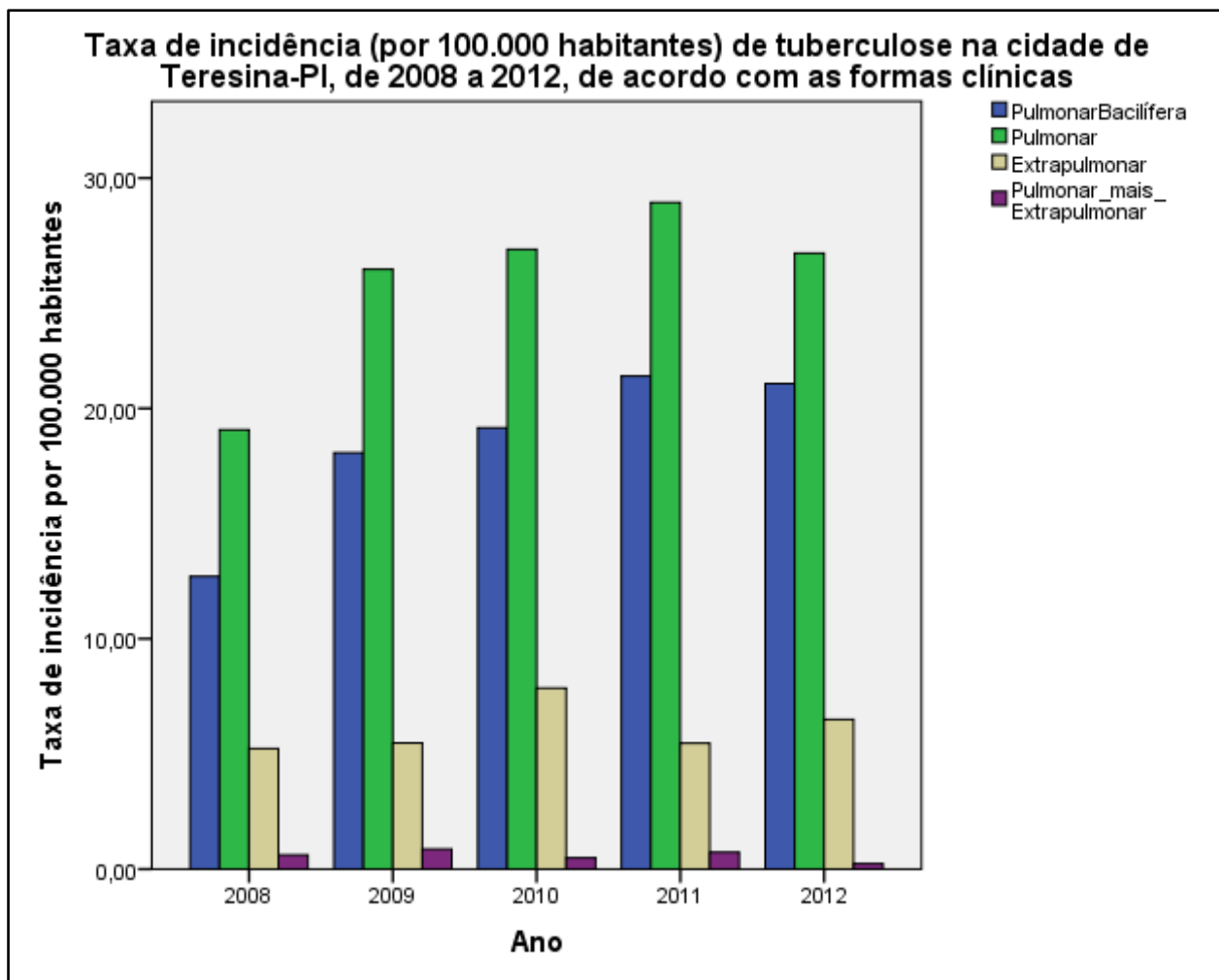
**Figura 3.** Taxa de incidência (por 100.000 habitantes) de tuberculose na cidade de Teresina-PI de 2008 a 2012 de acordo com a faixa etária.



Fonte: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS).

O gráfico 4 aborda a incidência de tuberculose de acordo com as formas clínicas. Pode-se observar que a maior taxa de tuberculose esteve associada à forma pulmonar, contudo, a menor esteve relacionada à forma conjugada da tuberculose pulmonar + extrapulmonar.

**Figura 4.** Taxa de incidência (por 100.000 habitantes) de tuberculose na cidade de Teresina-PI de 2008 a 2012 de acordo com as formas clínicas



Fonte: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS).

## DISCUSSÃO

Pode-se observar, de acordo com a tabela 1, que no período compreendido entre 2008 e 2012, os casos de tuberculose obtiveram uma média de 32,24 por 100.000 habitantes, bem como a predominância do sexo masculino de 40,30 casos por 100.000 habitantes. A faixa etária predominante foi de 60 anos ou mais com 91,11 casos por 100.000 habitantes e a forma clínica predominante foi a pulmonar com 25,54 casos por 100.000 habitantes.

Observou-se no gráfico 1 que durante o período de 2008 a 2012, houve um aumento significativo da tuberculose em Teresina-PI. De acordo com Takao et al. (2013), o agravamento da tuberculose pode estar relacionado com as desigualdades sociais, insuficiência de pesquisas visando o desenvolvimento de novos tratamentos e vacinas, fluxos migratórios, deficiências do sistema de saúde e alta prevalência dos casos de tuberculose multidrogas resistentes e associados à infecção pelo HIV.

As taxas de mortalidade de indivíduos com coinfeção tuberculose/HIV são mais altas do que aqueles que possuem apenas infecção pelo HIV. A resistência às drogas de tratamento

da tuberculose deve ao abandono do mesmo. A extensão territorial, o crescimento populacional desordenado e a concentração de pessoas nas periferias, bem como a deficiência do financiamento e envolvimento político são fatores que também colaboram para o aumento do número de casos da doença (GUIMARÃES et al., 2012).

Tendo a vista à redução do número de casos nos últimos anos, o que pode ser constatado pelo gráfico 1, tal fato se deve de acordo com Guimarães et al. (2012), a uma significativa melhora dos sistemas de saúde em rastrear os casos, os quais obtiveram diagnósticos precoces e possibilidades de cura. Além do mais, a vigilância da tuberculose permitiu a adoção de estratégias e ações que controlassem a sua transmissão a indivíduos vulneráveis.

Supõe-se também que o Programa Nacional de Controle da Tuberculose (PNCT), lançado em 1999 em caráter emergencial teve profundo impacto na redução de casos, uma vez que suas ações estão voltadas para uma distribuição gratuita de medicamentos e outros insumos necessários, bem como para ações preventivas e controles de agravos (GONÇALVES, 2012).

A descentralização do tratamento para a Atenção Básica pode ser apontada como uma das causas da redução nos índices da doença. O Sistema Único de Saúde (SUS) disponibiliza gratuitamente o tratamento contra a tuberculose. Para atingir a cura, o paciente deve realizá-lo durante seis meses, sem interrupção (BRASIL, 2015).

Medici (2013) retrata que os problemas associados ao aumento do número de casos da doença não está atrelado apenas às condições socioeconômicas, mas também na falta de planejamento e políticas de combate por parte do governo federal, falta de profissionais capacitados e de recursos para diagnóstico rápido. Por isso, de acordo com Marquievizet al. (2013), foi realizado um investimento no Programa Saúde da Família da cidade de Curitiba-PR, no que diz respeito à capacitação continuada dos profissionais, ao aumento do número de equipe, ao aumento no número de exames para diagnóstico, o que justificou a redução do número de casos novos, bem como a redução da proporção de abandono do tratamento e da taxa de mortalidade.

Com relação ao sexo, que no presente estudo foi observado uma maior prevalência entre os homens quando comparado com as mulheres, o que se viu no gráfico 2, Augusto et al. (2013) obteve os mesmos índices em um estudo de análise do perfil de casos de tuberculose no estado de Minas Gerais entre 2002 e 2009, segundo características sociodemográficas, clínicas e laboratoriais, assim como presença de comorbidades e mortalidade, e verificou que dos 47.285 casos de tuberculose nos anos estudados com média de incidência 22,3/100.000 habitantes, 67% eram do sexo masculino.

A prevalência da tuberculose em homens pode ser relacionada a fatores econômicos, culturais e sociais relacionados à exposição (BELO et al., 2010). Cecílio (2013) e Wysockiet al. (2013) acrescentam a maior presença do homem no mercado de trabalho, a menor procura por serviços de saúde, por apresentarem maior prevalência de infecção pelo HIV, pelo uso abusivo do álcool e de drogas.



No presente estudo a taxa de incidência da tuberculose por faixa etária foi predominante nos idosos com 60 anos ou mais de acordo com o gráfico 3. Dados semelhantes foram encontrados por Barbosa e Costa (2013) ao descrever perfil dos casos novos da tuberculose no município de Natal entre 2005 e 2010 através do SINAN, no qual houve prevalência da faixa etária de 70 anos ou mais.

Santo, Santos e Moreira (2009) afirmaram que a população adulta é mais acometida com a tuberculose devido à eficácia da vacina BCG, que diminui o risco de infecção nos jovens e o crescimento da população de adultos e idosos mais susceptíveis. Cavalcanti et al. (2006) acrescenta que a doença na população idosa pode estar relacionada à diminuição da imunidade celular, afetada pelo processo de envelhecimento imunológico.

Com referência aos dados clínico-epidemiológicos, a forma pulmonar da tuberculose foi a mais predominante da tuberculose na cidade de Teresina-PI entre 2008 e 2012 de acordo com o gráfico 4. Barbosa e Costa (2013) encontraram dados semelhantes em seu estudo, do qual 83% dos casos novos de tuberculose foram classificados na forma pulmonar da doença.

O predomínio da forma pulmonar pode estar relacionado à preferência do local para instalação da bactéria, considerada aeróbica estrita, visto que os pulmões são órgãos com altas concentrações de oxigênio. Acrescenta-se ainda à eficiência do diagnóstico para a forma pulmonar ou da eficácia da procura por sintomáticos respiratórios por parte da Equipe Saúde da Família (DAMACENO; RAMOS; WEILLER, 2014).

Conclui-se que houve um aumento significativo da tuberculose entre 2008 e 2010 e uma redução significativa nos últimos, bem como a prevalência do sexo masculino, da faixa etária de 60 anos ou mais e da forma clínica pulmonar. A atenção primária a saúde é de fundamental importância no controle da tuberculose, o qual poderia favorecer e possibilitar o acompanhamento e tratamento dos infectados, bem como o rastreamento de novos casos.

A principal limitação do presente estudo é o curto período de tempo para analisar o comportamento da tuberculose no município de Teresina-PI. Assim, sugere-se uma análise mais profunda e verificar se as variáveis são ou não reflexo de um bom funcionamento dos serviços de saúde locais e qual o nível de influência na redução do número de casos no município, uma vez que as fichas de notificação da doença encaminhadas ao SINAN, podem não fornecer a real situação da doença e dos acometidos por ela.

## REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, C. J.; CARVALHO, W. S.; GONÇALVES, A. D.; CECCATO, M. G. B.; MIRANDA, S. S. Características da tuberculose no estado de Minas Gerais entre 2002 e 2009. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 39, n.3, p.357-364, 2013.
- BARBOSA, I. R.; COSTA, I. C. C. Aspectos epidemiológicos da tuberculose no município de Natal. **Revista de Enfermagem da UFPI**, v. 2, n.2, p.14-20, 2013.

BELO, M. T. C. T.; LUIZ, R. R.; HANSON, C.; SELIG, L.; TEIXEIRA, E. G.; CHALFOUN, T.; TRAJMAN, A. Tuberculose e gênero em um município prioritário no estado do Rio de Janeiro. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.36, n.5, p.621-625, 2010.

BRAGA, José Uelers; PINHEIRO, Jair dos Santos; MATSUDA, Joycenea da Silva; BARRETO, José Antonio Pereira; FEIJÃO, Adelina Maria Melo. Fatores associados ao abandono do tratamento da tuberculose nos serviços de atenção básica em dois municípios brasileiros, Manaus e Fortaleza, 2006 a 2008. **Caderno de Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 225, 233, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico. Especial tuberculose. Brasília: Ministério da Saúde; 2012. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/bolepi\\_v43\\_especial\\_tb\\_correto.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/bolepi_v43_especial_tb_correto.pdf)> Acesso em: 16 de setembro de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Taxa de mortalidade por tuberculose cai 20,7% em 10 anos. Saúde. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/saude/2015/03/taxa-de-mortalidade-por-tuberculose-cai-20-7-em-10-anos>> Acesso em: 2 de dezembro de 2015.

CAVALCANTI, Z. R.; ALBUQUERQUE, M. F. P. M.; CAMPELLO, A.R. L.; XIMENES, R.; MONTARROYOS, U.; VERÇOSA, M. K. A. Características da tuberculose em idosos no Recife (PE): contribuição para o programa de controle. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 32, n.6, p. 535-543, 2006.

CECILIO, H. P. M.; MOLENA-FERNANDES, C. A.; MATHIAS, T. A. F.; MARCON, S. S. Perfil das internações e óbitos hospitalares por tuberculose. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 26, n.3, p.250-255, 2013.

DAMACENO, A. N.; RAMOS, L. S.; WEILLER, T. H. Perfil clínico epidemiológico de portadores de tuberculose em Santa Maria (2001 a 2012). **Revista Espaço para a Saúde**, v. 15, n.4, p. 34-41, 2014.

DYE, C.; WILLIAMS, B. G. The population dynamics and control of tuberculosis. *Science*. v. 328, n. 5980, p. 856-61, 2010.

GONCALVES, Maria Jacirema Ferreira. Avaliação de Programa de Saúde: O Programa Nacional de Controle de Tuberculose no Brasil. **Saúde e Transformação Social**, Florianópolis, v. 3, n. 1, 2012.

GUIMARÃES, R.M.; LOBO, A. P.; SIQUEIRA, E. A.; BORGES, T. F. F.; MELO, S. C. C. Tuberculose, HIV e pobreza: tendência temporal no Brasil, Américas e mundo. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. São Paulo, v. 38, n. 4, p. 511-517, 2012.

LÖNNROTH, K.; CASTRO, K. G.; CHACAYA, J. M.; CHAUHAN, L. S.; FLOYD, K.; GLAZIOU, P.; RAVIGLIONE, M. Tuberculosis control and elimination 2010-50: cure, care, and social development. **Lancet**, v. 375, p. 1814-1829, 2010.

MARQUIEVIZ J.; ALVES, I. S.; NEVES, E. B.; ULBRICHT, L. A Estratégia de Saúde da Família no controle da tuberculose em Curitiba (PR). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n.1, p. 265 – 271, 2013.

MEDICI, A. C. Progressos e desafios na luta contra a tuberculose: O contexto mundial e a América Latina. *Monitor de Saúde*, 2013. Disponível em: <<http://monitordesaude.blogspot.com.br/2013/06/progressos-e-desafios-na-luta-contra.html>> Acesso em: 20 de dezembro de 2015.

MONTECHI, Lucas Nunes; COÊLHO, Danieli Maria Matias; OLIVEIRA, Carlos Alberto Rodrigues; CAMPELO, Viriato. Distribuição espacial da tuberculose em Teresina, Piauí, de 2005 a 2007. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Brasília, v. 22, n. 3, p. 475-482, 2013.

SANTO, L. A.L. A.; SANTOS, P. C. H.; MOREIRA, M. E. Perfil clínico, epidemiológico e laboratorial dos pacientes com tuberculose em hospital universitário da região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo. **Bepa**, v. 6, n. 68, p. 14 – 21, 2009.

SANTOS, Tatiana Maria Melo Guimarães; NOGUEIRA, Lídy Tolstenko; SANTOS, Lígia Nara Martins; COSTA, Conceição de Maria. O acesso ao diagnóstico e ao tratamento de tuberculose em uma capital do nordeste brasileiro. **Revista de Enfermagem da UERJ**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 300-305, 2012.

SUTHAR, A. B.; LAWN, S. D.; DEL AMO, J.; GETAHUN, H.; DYE, C.; SCULIER, D.; STERLING, T. R.; CHAISSON, R. E.; WILLIAMS, B. G.; HARRIES, A. D.; GRANICH, R. M. Antiretroviral Therapy for Prevention of Tuberculosis in Adults with HIV: A Systematic Review and Meta-Analysis. **PLoS Medicine**. v. 9, n. 7, p. 1-15, 2012.

TAKAO, A. L.; CALEFFI-FERRACIOLI, K. R.; SIQUEIRA, V. L. D.; CARDOSO, R. F.; MATHIAS, T. A. F. Perfil epidemiológico da tuberculose na 15ª Regional de Saúde de Maringá-PR, no período de 2005 a 2010. **SaBios: Revista Saúde e Biologia**, v.8, n.1, p.14-20, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global tuberculosis control: WHO report 2011, Geneva: 2011.

WYSOCKI, A. D.; PONCE, M. A. Z.; SCATOLIN, B. E.; ANDRADE, R. L. P.; VENDRAMINI, S. H. F.; NETTO, A. R.; VILLA, T. C. S. Atraso na procura pelo primeiro atendimento para o diagnóstico da tuberculose. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 47, n. 2, p.440-447, 2013.