

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TUBERCULOSE NO MUNICÍPIO DE SOROCABA, SÃO PAULO, BRASIL, 2000 - 2007

Luiz Augusto Manfré

Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela UNESP Sorocaba
luizmanfre@yahoo.com.br

Roberto Wagner Lourenço

Prof. Dr. UNESP Sorocaba
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva e Preventiva Social - UNICAMP
robertow@sorocaba.unesp.br

Maria Rita Donalisio

Médica epidemiologista, profa. Dra. do Departamento de Medicina Preventiva e
Social da Faculdade de Ciências Médicas -UNICAMP
donalisi@fcm.unicamp.br

RESUMO

A tuberculose é uma doença declarada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como emergência mundial, sendo que o Brasil, de acordo com o relatório de 2008 da OMS, se encontra na 16ª posição no ranking dos países com mais registros. Este trabalho teve como objetivo estudar a epidemiologia da tuberculose no município de Sorocaba, SP, Brasil, entre os anos de 2000 e 2007, levando em consideração os indicadores de morbi-mortalidade e a influência do perfil sócio-econômico na área de estudo. Foram utilizados programas de edição e tratamento de banco de dados e de cartografia digital para sistematização e geoprocessamento das informações georreferenciadas. Os resultados obtidos mostraram indicadores de morbi-mortalidade da tuberculose na área de estudo com valores baixos, quando comparados aos do estado de São Paulo ou com os níveis brasileiros. Também foram gerados mapas com a distribuição espacial da tuberculose, e elaborados mapas das áreas de risco epidemiológico à ocorrência da tuberculose nos bairros da área de estudo. Através da análise dos mapas foi observado que a distribuição espacial da tuberculose não possui um padrão intra-urbano homogêneo na área de estudo, sendo que os locais com valores mais elevados de ocorrência se concentraram principalmente nos bairros da região central. O estudo mostrou-se bastante eficaz na determinação da condição epidemiológica da doença, e em função disto pode-se supor que o planejamento urbano deve ser melhorado, de maneira a atender as demandas de saúde e prevenção de proliferação de doenças infecciosas, principalmente nos bairros apontados como sendo os de maior risco.

Palavras-chave: Tuberculose. Indicadores sócio-econômicos. Estatística especial. Geoprocessamento.

SPATIAL DISTRIBUTION OF TUBERCULOSIS IN THE MUNICIPALITY OF SOROCABA, SP, BRAZIL, 2000 - 2007

ABSTRACT

Tuberculosis is a disease declared by the World Health Organization (WHO) as a global emergency, and, Brazil, according to the WHO report of 2008, is 16th position in the ranking of countries with more records. This study aimed to investigate the epidemiology of tuberculosis in the city of Sorocaba, Sao Paulo, Brazil, between the years 2000 to 2007, considering the indicators of morbidity and mortality and the influence of socio-economic profile in the study area. Were used softwares for edit and process the database and digital mapping for systematization of georeferenced information. The results showed indicators of morbidity and mortality of TB in the study area with low values when compared to the values of the state of São Paulo or with the brazilian levels. Were also generated maps of the spatial distribution of tuberculosis, and prepared maps of the areas of epidemiological risk to the occurrence of tuberculosis in the districts of the study area. Through analysis of the maps was observed that the spatial distribution of tuberculosis does not have a

homogenous intra-urban standard in the study area, and the places with higher values of occurrence are mainly concentrated in the districts of the central region. The study proved to be highly effective in determining the epidemiology condition of the disease, and in this function can assume that the urban planning should be improved to get the demands of health and prevention of spread of infectious diseases, especially in areas identified as being of greatest risk.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA TUBERCULOSIS EN LA CIUDAD DE SOROCABA, SAO PAULO, BRASIL, 2000 – 2007

RESUMEN

La tuberculosis es una enfermedad declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una emergencia mundial, y Brasil, según el informe de 2008 de la OMS, está en 16^a posición en el ranking de países con más registros. Este trabajo pretende estudiar la epidemiología de la tuberculosis en la ciudad de Sorocaba, SP, Brasil, entre 2000 y 2007, teniendo en cuenta los indicadores de morbilidad y mortalidad y la influencia del perfil socio-económico en el área de estudio. Se utilizan programas de edición y gestión de bases de datos y la cartografía digital y SIG para la sistematización de la información georeferenciada. Los resultados mostraron que los indicadores de morbilidad y mortalidad de la tuberculosis en el área de estudio tienen valores bajos en comparación con el estado de Sao Paulo o los niveles en Brasil. Asimismo, se generaron los mapas de la distribución espacial de la tuberculosis, y los mapas preparados de las áreas de riesgo epidemiológico de incidencia de la tuberculosis en los distritos de la zona de estudio. Al analizar los mapas, se observó que la distribución espacial de la tuberculosis no tiene un nivel intra-urbano homogéneo en el área de estudio, y los lugares con mayores tasas de incidencia se han centrado principalmente en las zonas céntricas. El estudio demostró ser muy eficaz para determinar el patrón de la condición de la enfermedad, y de acuerdo con esta, se puede suponer que la planificación urbana debe ser mejorada a fin de satisfacer las demandas de salud y prevención de la propagación de enfermedades infecciosas, especialmente en los barrios que se informó cómo de mayor riesgo.

INTRODUÇÃO

No Brasil, grandes desigualdades na distribuição de renda e altos níveis de pobreza agravam o acesso de grande parte da população às condições mínimas de dignidade e cidadania implicando em conseqüências para a saúde coletiva.

A tuberculose tem sido notificada pela Organização Mundial de Saúde como emergência mundial por ser uma das principais doenças infecciosas que tem o seu agravamento ligado à desigualdade social, à disseminação da Aids, aos grandes movimentos migratórios e ao envelhecimento da população. As mortes em decorrência desta doença atingiram 1,9 milhões de pessoas por ano, sendo 98% delas em países em desenvolvimento (HIJJAR *et al.*, 2001).

Alguns países da América Central e do Sul como Haiti, Bolívia, Peru e Equador apresentam altas incidências que variam de 100 a 299 casos novos por 100.000 habitantes a cada ano (FAÇANHA, 2005).

O Brasil é o 16º país com maior incidência de tuberculose, sendo que 90.000 pessoas adoecem, o coeficiente de prevalência é de 104 por mil habitantes, cinco mil morrem por ano e com taxa de mortalidade de 7,6 por mil habitantes, segundo o relatório apresentado pela "Global Tuberculosis Control" (OMS, 2008). É uma doença que possui estreita relação com o desenvolvimento histórico social e ambiental, em particular às condições sociais de vida (VINCENTIN *et al.*, 2002; MONTI, 2000; MENEZES *et al.*, 1998).

Alguns estudos contribuem para mostrar estas relações explicitando a íntima correlação entre o perfil sócio-econômico, os aglomerados populacionais e a tuberculose, em Pelotas, RS, Bauru, SP e Bronx, bairro de Nova York EUA (MONTI, 2000; MENEZES *et al.*, 1998). Particularmente a alta prevalência da doença em presídios, chegando a 9,7% demonstra a forte influência dos aglomerados para a ocorrência da doença. Desta forma, o componente espacial no estudo da doença pode auxiliar a compreensão da distribuição dos riscos de adoecer e morrer devido a

esta infecção (MONTI, 2000; SOUZA *et al.*, 2000; MENEZES *et al.*, 1998).

O uso de ferramentas de geoprocessamento para análise espacial pode ser um importante instrumento na construção de mapas para a visualização de situações de agravos à saúde e identificação de *clusters* resultantes da interação de diversos fatores socioambientais. Estudos espaciais utilizando informações de indicadores de morbidade e mortalidade do mostraram forte associação entre ocorrência de tuberculose e condições sociais, além de áreas com diferentes riscos para a doença (VENDRAMINI *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2004; CHIESA *et al.*, 2002; SOUZA *et al.*, 2000).

Este trabalho se propõe a analisar a distribuição espacial da tuberculose na cidade de Sorocaba, SP e comparar os resultados com indicadores sociais das condições de ocupação dos domicílios, densidade populacional, renda e escolaridade por meio de técnicas de estatística e análise espacial.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área estudada (Figura 1) está localizada na região sudeste do estado de São Paulo, Brasil, na longitude 47,5°O e latitude 23,5°S (SMITH, 2003) com população estimada de 597.683 habitantes em 2008 sendo 96,8% em área urbana, atingindo uma densidade demográfica de 1.330,79 hab/km² (SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO – GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

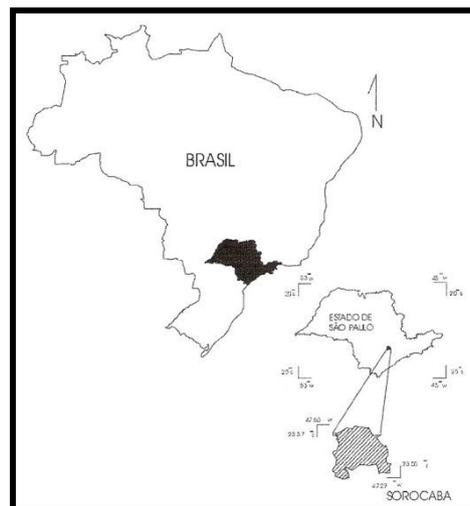


Figura 1: Localização do município de Sorocaba.

Dados de morbidade e mortalidade

Foram utilizados registros mensais de óbitos de moradores de Sorocaba, ocorridos nas unidades hospitalares dos municípios do estado de São Paulo, disponíveis no Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde - DATASUS, índice RDSP (2000 – 2007). Os dados de doença foram obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Os dados de tuberculose selecionados foram classificados segundo as publicações digitais do Código Internacional de Doenças – 10ª Revisão (CID – 10). Foram utilizados para a construção dos indicadores epidemiológicos e para a análise espacial.

Foram tabulados dos dados de incidência e mortalidade por tuberculose por 100 mil habitantes segundo as variáveis: ano de ocorrência, sexo, faixa etária, diagnóstico principal (forma clínica da tuberculose) e causa da morte. Estas variáveis foram analisadas por bairro e para cada ano do período considerado. A partir das tabelas foram construídos os seguintes indicadores:

- Taxa de Letalidade (TL): proporção entre o número de óbitos de uma determinada

doença ou causa em um local e período (nod) e o número de casos da doença no mesmo local e período (ncd). A taxa de letalidade mensura a gravidade da doença e a capacidade em determinar a morte, além de informar a qualidade da assistência médica prestada. É dada pela Equação 1 (SVS, 2005):

$$TL = \left(\frac{nod}{ncd} \right) \times 100 \quad (1)$$

- Taxa de mortalidade por causa (TMC): calcula-se essa taxa por meio da razão entre o número de óbitos por uma determinada doença em um período e local (nod) e a população exposta no mesmo período e local (pop). Essa taxa mede o risco de morte por uma determinada doença, em um local e período definidos. A taxa de mortalidade é dada pela Equação 2 (SVS, 2005):

$$TMC = \left(\frac{nod}{pop} \right) \times 100 .000 \quad (2)$$

- Taxa de Incidência (TI): calculada pela razão entre o número de casos novos de uma doença em um local e período (ncd) e a população no mesmo local e período (pop). Mostra com que intensidade uma doença acomete uma população, medindo desta forma, a frequência e a probabilidade de ocorrerem novos casos. Quanto maior a taxa, maior o risco de adoecer naquela população. A taxa de incidência é dada pela Equação 3 (SVS, 2005):

$$TI = \left(\frac{ncd}{pop} \right) \times 100 .000 \quad (3)$$

- Coeficientes de Prevalência (CP): expressa pela razão entre o número de casos novos e antigos de uma doença em um local e período (ncna) e o número de pessoas no mesmo local e período (pop). Esta taxa é principalmente utilizada para doenças crônicas de longa duração. São valiosas para o planejamento, pois identificam o número de doentes de uma comunidade. É calculada pela Equação 4 (SVS, 2005):

$$CP = \left(\frac{ncna}{pop} \right) \times 100 .000 \quad (4)$$

Foram utilizados, ainda, o Índice de Qualidade Socioambiental (IQSA), Índice de Inserção Social e o Índice de Qualidade dos Domicílios, elaborados por Costa *et al.* (2007), em 2007, através das informações disponibilizadas pelo IBGE em formato digital (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E PESQUISA, 2003). Dados demográficos foram obtidos da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), entre eles: população (total, com menos de 15 anos e com mais de 60 anos) e taxas de mortalidade (geral, da população entre 15 e 34 anos e da população com 60 anos ou mais).

Os índices de inserção social, qualidade dos domicílios e qualidade socioambiental referentes à composição do IQSA foram discriminadas por setores censitários com a respectiva coordenada geográfica do centróide de cada setor (COSTA *et al.*, 2007).

Os dados tabulados de ocorrência da tuberculose foram georreferenciados em base cartográfica espacial digital do ano de 2000/2008 contendo informações referentes à área de estudo, tais como, perímetro dos bairros, sistema viário disponibilizados pelo Núcleo de Planejamento da Prefeitura Municipal de Sorocaba (NUPLAN). A digitalização e vetorização foi realizada utilizando-se o programa Auto CAD Map 2000i (AUTOCAD, 2001). O AutoCad permite a manutenção da integridade das informações cartográficas, crucial para a fase de geoprocessamento e análise espacial.

Para executar as operações de geoprocessamento e realizar as análises espaciais foram utilizados os Sistemas Informações Geográficas ArcGis 9, módulos ArcCatálogo e ArcMap 9.2 (RSI, 2006) e Idrisi Andes Edition 15.0 (CLARK LABS, 2006).

As informações gráficas das bases cartográficas, consideradas como entidades, foram associadas às informações específicas para cada feição desenhada na carta em forma de atributos. Este procedimento é realizado através de conexões entre bases de dados. A seguir,

as informações cartográficas, perímetro e nomes dos bairros foram transformados em um formato específico de arquivo para ser trabalhado no SIG ArcGis. Os perímetros dos bairros foram exportados como polígonos e os nomes dos bairros como texto.

Os sistemas de coordenadas dos arquivos foram unificados e as informações que estavam dispostas em polígonos, textos e tabelas foram conectadas por meio de procedimentos digitais das ferramentas encontradas no SIG. O método foi utilizado para as informações socioambientais, que, entretanto, se encontravam para os setores censitários e foram geocodificadas para os bairros. Foram gerados os seguintes mapas temáticos:

- Índice de Inserção Social (2002);
- Índice de Qualidade dos Domicílios (2002);
- Índice de Qualidade Socioambiental (2002);
- Ocorrências de tuberculose no município de Sorocaba (2000 – 2007);

Todos os mapas foram elaborados de maneira a permitir estabelecer relações entre os indicadores socioambientais escolhidos e os indicadores epidemiológicos da tuberculose entre os anos de 2000 e 2007. Foram realizadas análises de regressão linear simples espacial par a par, com o auxílio do SIG Idrisi Andes, considerando a tuberculose como variável dependente e as variáveis dos indicadores socioambientais como independentes (NETO, 2002).

A validação do modelo foi feita utilizando o teste *T*, que calcula a confiança de um modelo por meio da comparação com os valores da distribuição *t* de *Student*. O intervalo de confiança adotado foi de 99,5% e o número de eventos foi infinito, devido à regressão ter sido efetuada com imagens digitais.

Para medir a contribuição dos indicadores socioambientais sobre a tuberculose, foi realizada a regressão linear múltipla espacial. A regressão linear múltipla espacial é um modelo de análise estatístico multivariado semelhante à da regressão linear simples espacial (LANDIM, 2003). É calculada a reta de ajuste para a dispersão dos valores, pelo método dos mínimos quadrados. A correlação espacial entre as variáveis é dada pelo coeficiente de correlação linear múltipla *R*, e o grau de variação da variável dependente (variação residual) é dado pelo *R*² (NETO, 2002). Quando realizado de forma espacial é possível se obter os mapas de predição e de resíduos. O modelo proposto na regressão linear múltipla espacial foi validado, pelo teste *F* que estima a confiança de um modelo através da comparação com os valores da distribuição *F* de Snedecor. Foi adotado o intervalo de confiança de 99%, considerando quatro regressões efetuadas e infinitos eventos, por se tratar de imagens. E, a validação dos coeficientes de regressão individuais, fornecidos pela regressão linear múltipla espacial foi feita pelo teste *t*, da mesma forma que os modelos da regressão linear simples espacial.

RESULTADOS

Foram analisados 220 casos de tuberculose e 27 mortes no período, em, Sorocaba, registrados pelo Sistema DATASUS do Ministério da Saúde do Brasil. As taxas de incidência, mortalidade e os coeficientes de prevalência e de letalidade da tuberculose no município, nos anos de 2000 e 2007 são apresentados na tabela 1 e figura 2.

Nota-se diminuição do risco de adoecer após 2002, embora com aumento marcante da letalidade (20%). A tendência ao crescimento do risco da doença na cidade, a partir de 2005 também coincide com o incremento da letalidade da doença (12,5% e 13,3%). Variações e instabilidade do indicador podem ocorrer devido ao pequeno número absoluto de casos. Os registros de morbidade por tuberculose nos anos 2000 a 2007 variaram entre 20 e 36.

A maior concentração dos casos de tuberculose ocorreu no sexo masculino 166 (75%). A faixa etária com maior incidência da doença nos anos de estudo foi a de 26 a 40 anos com 85 casos (40,5%) e nos maiores de 50 anos 52 (24,8%). A distribuição da incidência e da mortalidade da tuberculose por faixa etária em Sorocaba ao longo do período é apresentada na Figura 3.

A maioria dos 27 registros de morte por tuberculose encontrada durante o período foi da forma pulmonar, com confirmação por exame (A150) (40,74%) e da não especificada das vias respiratórias (A159) (37,03%), mostrando a precariedade dos registros de morte no município.

Tabela 1

Indicadores de Morbi-mortalidade da tuberculose, no município de Sorocaba, estado de São Paulo, 2000 a 2007

Ano	Taxa de Letalidade (%)	Taxa de incidência (100 mil habitantes)	Taxa de Prevalência (100 mil habitantes)	Taxa de Mortalidade (100 mil habitantes)
2000	14,71	6,91	-	1,02
2001	7,41	5,34	5,74	0,40
2002	8,33	6,94	7,33	0,58
2003	20,00	4,70	5,45	0,94
2004	16,67	4,40	4,95	0,73
2005	5,00	3,57	4,64	0,18
2006	12,50	4,19	4,37	0,52
2007	13,33	5,13	5,98	0,68

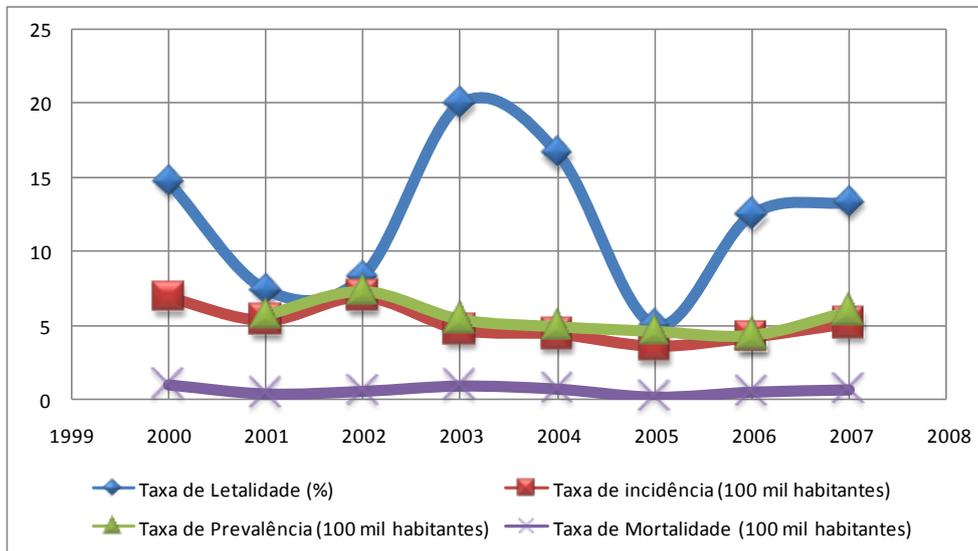


Figura 2 – Taxas de Morbi-mortalidade de Tuberculose, Sorocaba, SP, 2000 a 2007

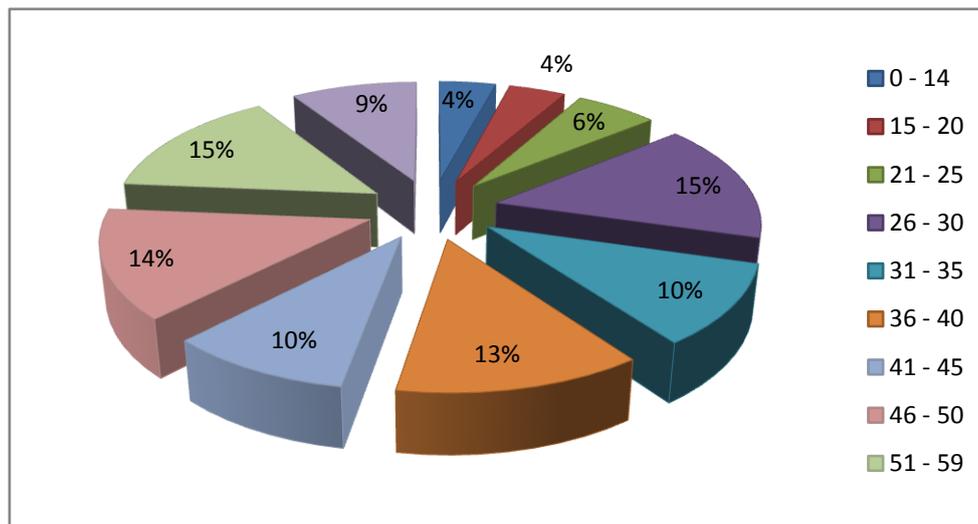


Figura 3 - Porcentagem de casos de tuberculose por faixa etária, Sorocaba, SP, 2000 - 2007.

A Figura 4 mostra a espacialização do índice de inserção social (A), índice de qualidade dos domicílios (B), índice de qualidade socioambiental (C), distribuição espacial da ocorrência de tuberculose (D), mapa de predição da ocorrência de tuberculose (E) e mapa de resíduo da predição da ocorrência de tuberculose, para o município de Sorocaba, entre os anos de 2000 a 2007.

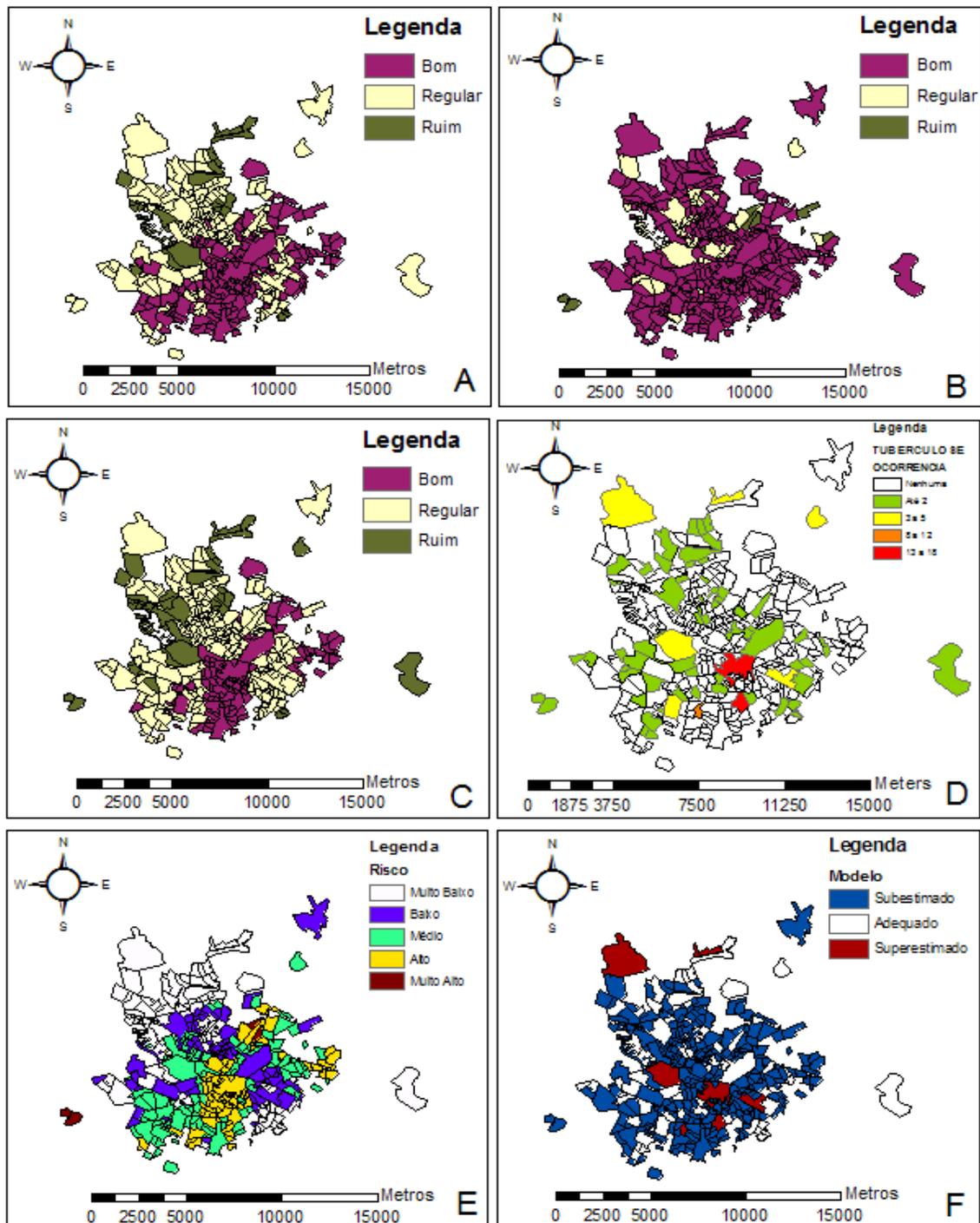


Figura 4: (A) Mapa de distribuição espacial do IIS; (B) Mapa de distribuição espacial do IQD; (C) Mapa de distribuição espacial do IQSA; (D) Mapa de distribuição espacial da ocorrência de tuberculose; (E) Mapa de predição de ocorrência da tuberculose; (F) Mapa de resíduo da predição de ocorrência de tuberculose

Foi aplicada a regressão linear para se verificar se o IIS explicava de alguma forma a variação da tuberculose. A Equação 5 mostra os parâmetros dos valores de IIS que foi utilizado como variável independente e a tuberculose que foi utilizada como variável dependente:

$$TB = -0,972344 + 3,264323 \times IIS \quad (5)$$

O coeficiente de correlação (r) obtido pela regressão foi de 0,587093 mostrando que 34% de variação dos registros de tuberculose podem ser explicadas por este índice.

Ao aplicar a regressão linear entre a ocorrência de tuberculose e o IQD obteve-se a seguinte Equação 6:

$$TB = -0,999146 + 5,945999 \times IQD \quad (6)$$

O valor do r obtido para o modelo foi de 0,614664, demonstrando 37% de variação explicada da ocorrência de tuberculose pelo IQD. Nota-se uma relação direta entre a ocorrência da tuberculose e o indicador, ou seja, as condições domiciliares apresentam um alto valor de explicação para a ocorrência dos casos da doença.

A regressão linear entre o mapa de ocorrência de tuberculose e o IQSA resultou na equação 7.

$$TB = -0,983554 + 4,032384 \times IQSA \quad (7)$$

O coeficiente de correlação r para o modelo foi 0,597688, o que mostra 35% de explicação por este indicador para as ocorrências de tuberculose.

Em função de todos os indicadores sociais apresentarem influência na ocorrência da tuberculose verificou-se, por meio da regressão espacial múltipla, quais dos indicadores apresentaram um coeficiente de contribuição sobre a ocorrência da tuberculose. A partir dessas contribuições foi também gerado um modelo de predição das ocorrências para a tuberculose, que reflete o risco relativo espacial associado à variação explicada por cada um dos coeficientes dos indicadores no modelo da reta de regressão. Também a partir do ajuste da equação para a predição do risco relativo espacial foi possível obter a distribuição espacial dos resíduos, que mostra as áreas em que a predição tem os menores desvios em função da reta ajustada, e em decorrência, melhores predições.

O coeficiente de correlação entre os registros de tuberculose e os indicadores foi 0,621864. Os resultados da regressão espacial múltipla mostram que as variáveis independentes (IIS, IQM e IQSA) são juntas, responsáveis por 39% da explicação da variabilidade da variável dependente (registros de tuberculose). O modelo de ajuste da regressão é mostrado na Equação 8:

$$TB = -0,9992 - 271,7565 \times IIS - 170,8511 \times IQD + 450,8076 \times IQSA \quad (8)$$

Os resultados da análise mostram concentrações de casos de tuberculose na região central da cidade (13 a 18 casos), ou seja, 23,60% dos casos, principalmente na direção centro-sul. Também aparecem bairros com maior incidência em regiões periféricas ao norte e esparsas no eixo leste oeste, nos anos de estudo.

DISCUSSÃO

Perfil Epidemiológico

Registrou-se em Sorocaba baixo risco tuberculose entre 2000 a 2007, com variação entre 3,57 a 6,94 por 100 mil, as quais se encontram abaixo dos padrões, nacionais, regionais e estaduais. As taxas de mortalidade foram compatíveis com o restante do estado de São Paulo, porém com coeficientes de letalidade extremamente altos.

No final da década de 90 foram registradas taxas de incidência de 48 e 51,4 por 100.000 habitantes no Brasil, e na região Sudeste, respectivamente (RUFFINO-NETTO, 2002; MASCARENHAS *et al.*, 2005).

Os registros de tuberculose tanto segundo sexo como faixa etária se assemelham com o perfil epidemiológico da tuberculose em outras regiões do país e do mundo (MONTI, 2000; VENDRAMINI *et al.*, 2005; CHAIMOWICZ, 2001; KUSANO *et al.*, 2002). Nota-se no município maior risco de infecção em adultos em idade produtiva.

Considerando que, entre os anos de 2000 e 2005, o estado de São Paulo apresentou média de 16.876 novos casos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008), a contribuição do município de Sorocaba, que teve média de 27,6 casos para o mesmo período, foi baixa, levando-se em conta principalmente o tamanho do município e suas projeções de crescimento.

O coeficiente de prevalência da doença variou de 4,37 a 7,33 por 100.000 habitantes no município, no período estudado. Segundo o relatório da OMS (OMS, 2008), em 2008, o coeficiente de prevalência mundial vem caindo mais rapidamente, atingindo o valor de 219 para cada 100.000 habitantes entre os anos de 2005 e 2006 estimando-se que pode chegar 147 por 100.000 habitantes.

Ainda de acordo com o mesmo relatório, no Brasil o coeficiente de prevalência atingiu o valor de 55 por 100.000 habitantes. Estudos sobre coeficiente de prevalência da tuberculose no estado do Rio de Janeiro, mostraram valores superiores a 140 nos anos de 2000 e 2001. Pode-se destacar que, novamente a área de estudo apresenta valores muito baixos em comparação com o padrão mundial e nacional. Isso demonstra que a doença não possui alta prevalência (GERHARDT *et al.*, 2002). Isto pode estar relacionado com baixo risco de doença e com maiores taxas de alta por cura ente os casos atendidos.

O risco de morte por tuberculose em Sorocaba encontrado no período também foi baixo, (variando de 0,18 a 1,02 por 100.000 habitantes) comparado com estimativas internacionais e brasileiras. O relatório da OMS (OMS, 2008), indicou a taxa de 4,0 mortes por 100.000 habitantes no Brasil em 2006, no município de São Paulo notificou-se em 2001 4,1 e em Salvador, BA, 7,7 mortes por 100.000 habitantes em 1997 e no Rio de Janeiro, 11,1 por 100.000 habitantes em 1999 (GALESI e ALMEIDA, 2007; MOTA *et al.*, 2003; SELIG *et al.*, 2004).

Por outro lado, ao se verificar o risco de morte entre os doentes (letalidade), os valores foram extremamente altos no local de estudo, chegando a 20,0% dos casos no ano de 2003. Embora possa ter ocorrido flutuações (de 5 a 20%) devido aos pequenos números absolutos de casos e mortes, ainda assim estão altos se comparados com outra regiões. A letalidade nas décadas de 80 e 90 no Brasil e na região Sudeste, esteve ao redor de 6,5% e 8,4% respectivamente (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Façanha (2005) estimou a letalidade da tuberculose em Fortaleza, CE em 6,2%, em 2001. Na cidade de São Paulo em 2001, chegou a 17,4% entre os internados com tuberculose (GALESI e ALMEIDA, 2007).

Estes indicadores de mortalidade e de letalidade contribuem para avaliar a gravidade da epidemia, o retardo na detecção dos casos e do início e efetividade do tratamento Façanha (2005). A alta letalidade da tuberculose na cidade de Sorocaba acompanhada de baixa incidência pode estar associada à baixa notificação de casos, perdendo-se parte dos casos tratados ambulatorialmente. Estes indicadores poderiam estar relacionados com a detecção preferencial de casos graves e/ou com a notificação mais freqüente dos casos internados ou associados à co-infecção tuberculose-Aids.

Estudos mais detalhados sobre o impacto do Programa de Controle da Tuberculose e do Sistema de Vigilância da Tuberculose no município poderiam contribuir para a compreensão desta situação epidemiológica. A análise de outros indicadores de qualidade do Programa como, a efetiva detecção dos casos estimados, o percentual de alta por cura, por abandono, recidivas, falência de tratamento, percentual de co-infecção com o HIV/Aids, sobre a implantação de tratamento supervisionado na rede básica, entre outros indicadores poderiam ser explorados para explicar a baixa incidência e a letalidade excepcionalmente alta da doença.

Embora o Brasil tenha sido um dos cinco países (juntamente com Moçambique, Nigéria, República Unida da Tanzânia e Etiópia) que aumentou seus investimentos no controle da tuberculose em 2007, ainda não se tem analisado o impacto destes investimentos nas centenas de municípios do país³. Há necessidade de se avaliar de forma sistemática estes indicadores epidemiológicos, os quais podem refletir dificuldades na prevenção e assistência ao paciente com tuberculose, bem como do Sistema de Vigilância Epidemiológica na coleta e fluxo das informações epidemiológicas.

Análise espacial

O indicador sócio-ambiental "índice de inserção social" isoladamente (IIS) e o composto pelos

dois indicadores “índice de qualidade sócio ambiental” (IQSA) apresentaram boa capacidade de discriminação de áreas com situação precária (norte e oeste) e com boa situação (sul e leste) (Figura 4A e 4C).

Considerando as variáveis utilizadas para a construção dos indicadores sócio-ambientais, particularmente o IIS e os mapas obtidos, é possível afirmar que a tuberculose está diretamente relacionada com as condições sócio econômicas neste estudo (Figura 4A, 4C e 4D). Também os resultados da regressão espacial múltipla mostram que as variáveis independentes (IIS, IQM e IQSA) são juntas, responsáveis por 39% da explicação da variabilidade da ocorrência da tuberculose.

Já o “índice de qualidade dos domicílios” (IQD) mostrou pequena variação na área urbana, destacando a situação ruim de dois bairros periféricos (extremo leste e oeste). No entanto, ao comparar os mapas de distribuição espacial do IQD com o da distribuição espacial da tuberculose, nota-se que os bairros com piores classificações possuem os maiores registros da doença. (Figura 4B e 4D). A explicação para os valores mais baixos nos bairros que se encontram em faixas não contíguas à área urbana é dada ao fato do indicador considerar os serviços de saneamento que são mais restritos nessas áreas.

A Figura 4C mostra tendências da distribuição espacial da tuberculose por bairros, identificando o eixo leste oeste e a área central como as de maior concentração de casos. Estas informações podem identificar bairros onde o risco de adoecer é maior, ou mesmo onde a detecção de casos é mais intensa por parte dos serviços de saúde.

O mapa de predição mostra, de acordo com o modelo, os bairros com maior possibilidade de ocorrer tuberculose, enquanto que o mapa de resíduos mostra os bairros onde o modelo está mais adequado.

Os maiores riscos são mostrados nos bairros da região centro-sul, alguns da região leste e nordeste e para dois bairros a oeste, que se localizam mais afastados da concentração urbana (Figura 4E). No entanto, poucos bairros se apresentaram de risco “baixo” pelo modelo de predição, estando localizados predominantemente na região norte do município. Nota-se que todos os bairros com registros de tuberculose foram incluídos na classe de risco “alto”.

Pela análise do mapa de resíduos gerado do modelo a partir das contribuições dos indicadores, as áreas com as melhores estimativas encontram-se nos setores central, leste e noroeste da área de estudo.

CONCLUSÕES

Os indicadores epidemiológicos da tuberculose no município de Sorocaba nos anos de 2000 a 2007 mostraram baixo risco de doença, porém alta letalidade. Investigação mais apurada nos serviços de saúde pode revelar possíveis dificuldades no fluxo de informações, subnotificação ou mesmo maior gravidade dos casos no município.

O perfil epidemiológico da doença, segundo sexo e faixa etária, mostrou-se em concordância com estudos da doença em outras áreas do país.

Os indicadores sócio-ambientais utilizados apresentaram grande significância para a explicação dos casos de tuberculose, representando importante ferramenta para estudos e pesquisas que envolvam aspectos sócio-ambientais.

No entanto, é sugerido que outras variáveis podem contribuir com a explicação das ocorrências nos casos de tuberculose na área de estudo, como por exemplo, a distribuição espacial da Aids e de outras doenças associadas ao contexto socioeconômico e ambiental.

As análises espaciais da doença sugerem que apesar de existir influência das condições sócio-ambientais, a maior parte da população está exposta a adquirir a doença, principalmente pela fácil disseminação do agente causador da enfermidade (*Mycobacterium tuberculosis*).

Desta maneira, apesar da área de estudo possuir indicadores de morbidade e de mortalidade baixos em comparação com os padrões de outras regiões do país, o estudo realizado mostra que não há evidência de diminuição nos casos de tuberculose no município sugerindo a necessidade de identificação de outros indicadores e sua distribuição espacial.

A identificação de setores com maior risco de ocorrência da tuberculose no mapa de predição, mesmo não tendo sido registrado nenhum caso, pode contribuir para nortear futuras ações de planejamento urbano que visem conter doenças cujos determinantes são parecidos com os da tuberculose. Programas de incremento da investigação de sintomáticos respiratórios, detecção precoce de casos, aumento da adesão ao tratamento e investigação epidemiológica dos contatos dos casos diagnosticados podem ser priorizados nos locais identificados como de alto risco.

Assim, espera-se que este tipo de estudo possa contribuir com o entendimento da epidemiologia da tuberculose e com ações de planejamento e controle da doença.

REFERÊNCIAS

AUTOCAD (2001) *AutoCAD Land Development (Release 2i)*. Copyright © 1982-2000 Autodesk, Inc,

CHAIMOWICZ, F. (2001) Transição etária da incidência e mortalidade por tuberculose no Brasil. *Rev. Saúde Pública* 35(1).

CHIESA, A. M.; WESTPHAL, M. F.; KASHIWAGI, N. M. (2002) Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. *Rev. Saúde Pública* 36(5).

FAÇANHA, M. C. (2005) Tuberculose: subnotificação de casos que evoluíram para o óbito em Fortaleza-CE. *Revista brasileira de epidemiologia* 8(1).

CLARK LABS (2006). *IDRISI ANDES 15.0 THE ANDES VERSION*. Copyright © 1987-2006 Clark University.

COSTA, S. B.; LOURENÇO, R. W.; SILVEIRA, T. A. (2007) Metodologia para construção de indicadores da qualidade sanitária. *Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo* 23: 43.

GALES, V. M. N.; ALMEIDA M. M. M. B. (2007) Indicadores de morbimortalidade hospitalar de tuberculose no município de São Paulo. *Revista Brasileira de Saúde Pública* 10(1): 48-55.

GERHARDT, G.; TEIXEIRA, G. M., DINIZ, L. S. (2002) O controle da tuberculose em área do distrito de Campos Elíseos de Duque de Caxias, RJ. *Boletim de Pneumologia Sanitária* 10(2).

HIJJAR, M. A.; OLIVEIRA, M. J. P. R.; TEIXEIRA, G. M. (2001) A tuberculose no Brasil e no mundo. *Boletim de Pneumologia Sanitária* 9(2): 9-16.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E PESQUISA, IBGE (2003) *Síntese de indicadores Sociais 2002*. Rio de Janeiro: Departamento de População e Indicadores Sociais.

LANDIM, P. M. B. (2003) *Análise estatística de dados geológicos*. 2a. edição revista e ampliada. 2. ed. São Paulo/SP: Fundação Editora da UNESP/FEU. 253 p.

KUSANO, M. S. E.; SOUSA, S. T. R.; ASSIS, M. C. M. (2002) Tendência da morbi-mortalidade por tuberculose no Distrito Federal - Brasil. *Boletim de Pneumologia Sanitária* 10(1): 55-60.

MASCARENHAS, M. D. M., ARAUJO, L. M. e GOMES, K. R. O. (2005) Perfil epidemiológico da tuberculose entre casos notificados no Município de Piriá, Estado do Piauí, Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde* 14(1): 7-14.

[MENEZES, A. M. B.](#); [COSTA, J. D.](#); [GONÇALVES, H.](#); [MORRIS, S.](#); [MENEZES, M.](#); [LEMONS, S.](#); [OLIVEIRA, R. K.](#); [PALMA, E.](#) (1998) Incidência e fatores de risco para tuberculose em Pelotas, uma cidade do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia* 1(1).

MINISTÉRIO DA SAÚDE – BRASIL (2008) *Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, DATASUS*. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>> Acesso em: 15 Jan 2008.

MONTI, J. F. C. (2000) Perfil epidemiológico, clínico e evolutivo da tuberculose na Região de Bauru, SP. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 33(1).

MOTA, F. F.; VIEIRA-DA-SILVA, L. M., PAIM, J. S.; COSTA, M. C. N. (2003) Distribuição espacial da mortalidade por tuberculose em Salvador, Bahia, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 19(4).

- NETO, P. L. O. C. (2002) *Estatística*. São Paulo: Edgar Blüncher Ltda..
- OMS, ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (2008) *Global Tuberculosis control: surveillance, planning, facing: WHO report 2008*. Genebra.
- OLIVEIRA, Maria J. P. R.; NATAL, S.; HIJJAR, M. A. (2002) Análise da tendência da letalidade e da mortalidade por tuberculose no Brasil, 1980 a 1998. *Boletim de Pneumologia Sanitária* 10(1).
- RSI (2006) *ArcMap TM 9.2 (Build 1324)*. Copyright © 1995-2006 ESRI Inc. Published in United States of América.
- RUFFINO-NETTO, A. (2002) Tuberculose: a calamidade negligenciada. *Rev. Soc. Brás. Med. Trop.* 35(1): 51-58.
- SANTOS, C. B.; HINO, P.; CUNHA, T. N. (2004) Utilização de um Sistema de Informação Geográfica para descrição dos casos de tuberculose. *Bol. Pneumol. Sanit.* 12(1): 07-12.
- SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO – GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (2008) *Sistema Estadual de Análise de Dados, SEADE: Informação dos Municípios Paulistas (IMP)*. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>> Acesso em: 20 Ago 2008.
- SELIG, L.; BELO, M.; CUNHA, A. J. L. A.; TEIXEIRA, E. G.; BRITO, R.; LUNA, A. L.; TRAJMAN, A. (2004) Óbitos atribuídos à tuberculose no Estado do Rio de Janeiro. *J. brasileiro de pneumologia* 30(4).
- SMITH, W. S. (2003) *Os peixes do rio Sorocaba: A história de uma bacia hidrográfica*. Sorocaba: TCM.
- SOUZA, W. V.; XIMENES, R.; ALBUQUERQUE, M. F. M.; LAPA, T. M.; PORTUGAL, J. L.; LIMA, M. L. C.; MARTELLI, C. M. T. (2000) The use of socioeconomic factors in mapping tuberculosis risk areas in a city of northeastern Brazil *Rev. Panam. Salud Publica* 8(6): 403-410.
- SVS - SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE – BRASIL (2005) *Curso Básico de Vigilância Epidemiológica*. Brasília: Ministério da Saúde.
- VENDRAMINI, S. H. F.; GAZETTA, C. E.; CHIARAVALOTTI NETO, F.; CURY, M. R.; KUYUMIJAN, F. G.; VILLA, T. C. S. (2005) *Tuberculose em município de porte médio do sudeste do Brasil: indicadores de morbidade e mortalidade, de 1985 a 2003*. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 31(3): 237-245.
- VICENTIN, G.; SANTO, A. H.; CARVALHO, M. S. (2002) Mortalidade por tuberculose e indicadores sociais no município do Rio de Janeiro. *Ciênc. saúde coletiva* 7(2).