



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Biomédico

Instituto de Medicina Social

Maria Jacirema Ferreira Gonçalves

**Incidência de tuberculose por município, Brasil – 2001-2003:
uma abordagem sobre o programa de controle e fatores determinantes da
doença**

Rio de Janeiro

2007

Maria Jacirema Ferreira Gonçalves

**Incidência de tuberculose por município, Brasil – 2001-2003:
uma abordagem sobre o programa de controle e fatores determinantes da doença**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade de Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Epidemiologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria Lúcia Fernandes Penna

Rio de Janeiro

2007

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CB/C

G635 Gonçalves, Maria Jacirema Ferreira.

Incidência de tuberculose por município, Brasil - 2001-2003: uma abordagem sobre o programa de controle e fatores determinantes da doença / Maria Jacirema Ferreira Gonçalves – 2007.
119f.

Orientadora: Maria Lúcia Fernandes Penna.
Tese(doutorado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Instituto de Medicina Social.

1. Tuberculose – Brasil - Teses. 2. AIDS (Doença) – Teses. 3. Tuberculose -Epidemiologia – Teses. I. Penna, Maria Lúcia Fernandes. II.Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Medicina Social. III. Título.

CDU 616-002.5(81)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Maria Jacirema Ferreira Gonçalves

**Incidência de tuberculose por município, Brasil – 2001-2003:
uma abordagem sobre o programa de controle e fatores determinantes da doença**

Tese apresentada, como requisito parcial
para obtenção do grau de Doutor ao
Programa de Pós-Graduação em Saúde
Coletiva da Universidade de Estado do
Rio de Janeiro. Área de concentração:
Epidemiologia.

Aprovada em 20 de março de 2007.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Maria Lúcia Fernandes Penna (Orientadora)
Instituto de Medicina Social – UERJ

Prof.^a Dra. Rita de Cássia Barradas Barata
Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo

Prof. Dr. Luiz Antonio Bastos Camacho
Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz

Prof.^a Dra. Claudia Medina Coeli
Instituto de Medicina Social da UERJ

Prof. Dr. Antonio Carlos Ponce de Leon
Instituto de Medicina Social da UERJ

Rio de Janeiro

2007

DEDICATÓRIA

A você, que me possibilitou compreender que não é a distância que determina o grau de afastamento.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos que me incentivaram e apoiaram os meus sinceros agradecimentos. Em especial agradeço:

- À minha orientadora, Prof.^a Dra. Maria Lúcia Fernandes Penna, que numa atitude determinada e admirável, me aceitou no meio do caminho, e em menos de dois anos, contribuiu sobremaneira para a conclusão desta tese. *Lúcia*, você me fez descobrir que sempre é momento de aprender e de crescer com o novo, e a estar atenta para a diferença entre conhecimento e sabedoria ... **Obrigada!!!**
- À Prof.^a Dra. Claudia Medina Coeli, pelos valiosos ensinamentos ao longo do curso, por todo apoio, dedicação e pela leitura crítica deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Ponce de Leon, pelas discussões profícuas sobre a análise estatística.
- A todos os funcionários do Instituto de Medicina Social da UERJ, pela colaboração e apoio incondicional. Em especial, à Chefe de Secretaria, Márcia Cristina Fernandes Bezerra, que numa atitude de maturidade, sabedoria e discernimento, mostrou-me um atalho para trilhar este caminho de maneira mais proveitosa.
- À Universidade Federal do Amazonas, em especial ao Prof. Dr. David Lopes Neto, diretor da Escola de Enfermagem de Manaus, pelo apoio, crédito de confiança e incentivo a esta titulação.
- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela concessão da Bolsa de Doutorado, sem a qual não seria possível minha permanência no Rio de Janeiro.

Ao final desta lista, faltam algumas pessoas cuja citação é mais do que simples agradecimento, mas também uma espécie de dedicatória misturada; talvez o mais adequado fosse inventar uma seção para “celebração”:

Para Aninha, certamente a expressão mais perfeita da palavra companheira”.

Para Clara e Dora, minha alegria constante e absoluta, e que são, no fundo, o mais importante de tudo.

RESUMO

GONÇALVES, Maria Jacirema Ferreira. *Incidência de tuberculose por município, Brasil - 2001-2003: uma abordagem sobre o programa de controle e fatores determinantes da doença*. 2007. 119 f. Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) - Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007.

Esta pesquisa avaliou a situação da tuberculose no Brasil, no período de 2001 a 2003, segundo indicadores do processo de operacionalização do Programa Nacional de Controle de Tuberculose (PNCT), e estimou os efeitos de fatores determinantes da taxa de incidência da doença. Para a avaliação utilizou-se a análise de cluster não-hierárquica, visando agrupar os municípios brasileiros de acordo com a morbidade por tuberculose (TB) e AIDS, e pelo desempenho do PNCT. Estes clusters foram mapeados, comparando-se a distribuição nos municípios, em regiões metropolitanas, municípios prioritários, e segundo o tamanho da população. O qui-quadrado de Pearson foi utilizado para testar associação nas categorias. A modelagem longitudinal multinível foi usada para identificar e estimar os efeitos dos determinantes da doença. Os agregados foram: anos, municípios e regiões metropolitanas. O modelo foi de intercepto e inclinação aleatória. Foram retidas as variáveis capazes de diminuir a variância dos níveis, pois, desta forma, explicam a variabilidade hierárquica da doença. Incluiu-se renda, densidade populacional, proporção de cura, taxa de incidência de AIDS e as grandes regiões brasileiras. A avaliação mostrou que a situação epidemiológica preocupante ocorreu nos municípios com *Baixa TB e Alta AIDS*, e *Alta TB e AIDS*. O cluster de *Muito baixa TB e AIDS* concentrou 50% dos municípios, o que pode configurar problemas de notificação. São 6 clusters de desempenho do programa. *Bom e Bom com baixo DOTS* predominando nos municípios pequenos, não prioritários e fora das regiões metropolitanas. No desempenho *Moderado* houve maior proporção de municípios prioritários. Clusters *Regular e Fraco* concentraram 10% dos municípios, com abandono de tratamento elevado e cura muito baixa. O cluster *Muito Fraco* caracterizou-se pela falta de dados nos indicadores de desempenho. O modelo multinível identificou a AIDS como fator impactante na tuberculose, anteriormente não encontrado em outros estudos; a interação entre renda e AIDS, e importante contribuição das regiões metropolitanas na distribuição da tuberculose, que se manifesta heterogeneamente nas grandes regiões do país. A análise discriminou municípios, e mostrou não haver associação entre maior morbidade e melhor desempenho do PNCT, retratando inadequação da vigilância à realidade epidemiológica do Brasil. O programa necessita ser reforçado, no sentido de considerar a AIDS ao estabelecer suas estratégias de controle. Ademais, os aspectos de baixa renda da população e densidade populacional, já analisados em diversas pesquisas, também se manifestaram de forma importante nestes resultados.

Palavras-chave: Tuberculose. Epidemiologia. Modelos estatísticos. AIDS. Avaliação de programa.

ABSTRACT

This research assessed tuberculosis status in Brazil, from 2001 to 2003, in conformity with performance indicators of the National Tuberculosis Control Program (NTCP), and estimated the effects of determinant factors of the disease's incidence rate. The evaluation used the non-hierarchical cluster analysis, in order to assemble Brazilian municipalities according to tuberculosis (TB) and AIDS morbidity and to the NTCP's performance as well. These clusters were mapped, comparing the distribution among municipalities, in metropolitan areas, priority municipalities, and according to the population size. The Pearson chi-square was employed to test the association among categories. Multilevel longitudinal modeling identified and estimated the effects of the disease determinants. There were three levels, formed by years, municipalities and metropolitan areas. The model was the random intercept and slope. Variables able to reduce variance among levels were retained, thus assuming that they would explain the disease's hierarchical variability. It included income, population density, cure proportion, AIDS incidence rate and the large Brazilian regions. Evaluation showed that epidemiological situation was worrisome in municipalities with *Low TB and high AIDS* and *High TB and AIDS*. The *Very low TB and AIDS* cluster concentrated 50% of municipalities, what may indicate notification problems. There are six program performance clusters. *Good and Good with low DOTS* predominate in small municipalities, non-priority and outside metropolitan areas. For *Moderate* performance, there is a larger proportion of priority municipalities. *Regular and Weak* clusters are concentrated in 10% of municipalities, with high treatment default and very low cure rates. The *Very weak* cluster was characterized by the lack of performance indicators. Multilevel analysis identified AIDS as impacting factor for tuberculosis, not previously found in other studies; interaction between income and AIDS, and an important contribution of metropolitan areas in tuberculosis distribution, which has heterogeneous expressions among large Brazilian regions. The analysis established distinctions among municipalities and showed that there is no association between more morbidity and better performance of the program, displaying inadequacy of surveillance in the Brazilian epidemiological situation. The program needs to be reinforced, so as to consider AIDS while setting its control strategies. Moreover, population's low income and population density, already studied in other research works, also played a very important role in these results.

Keywords: Tuberculosis. Epidemiology. Statistical models. AIDS. Program evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição dos municípios nos clusters de morbidade, Brasil (2001-2003).....	58
Figura 2	Distribuição espacial dos clusters de morbidade (A) e de desempenho (B) nos municípios, Brasil (2001 – 2003).....	59
Figura 3	Distribuição dos municípios nos clusters de desempenho, Brasil (2001-2003).....	61
Figura 4	Interação entre taxa de AIDS e proporção de domicílios com renda de até 2 salários mínimos, e associação com as predições fixas de tuberculose, Brasil 2001 – 2003.....	86
Figura 5	Box Plot da distribuição das taxas de TB e AIDS, de acordo com municípios prioritários e não prioritários e total no Brasil, 2001-2003.....	105
Figura 6	Box plot da distribuição das taxas de TB e AIDS, conforme as regiões e total no Brasil 2001 – 2003.....	106
Figura 7	Matriz de correlação entre os indicadores de desempenho do Programa Nacional de Controle de Tuberculose, Brasil 2001-2003.....	107
Figura 8	Box Plot da taxa de incidência de tuberculose e de AIDS, conforme os clusters, por município prioritário, não prioritário e total, Brasil 2001 – 2003.....	109
Figura 9	Box Plot da taxa de incidência de tuberculose e de AIDS por região do Brasil, conforme os clusters.....	110
Figura 10	Clustergrama dos indicadores de morbidade (taxa de incidência de tuberculose e de AIDS), Brasil 2001-2003.....	111
Figura 11	Clustergrama dos indicadores de desempenho do Programa de Controle de Tuberculose, Brasil 2001 – 2003.....	112
Figura 12	Resíduos padronizados <i>versus</i> escores normais (nível municípios).....	114
Figura 13	Resíduos <i>versus</i> ranque (nível municípios).....	115
Figura 14	Erro padrão dos resíduos <i>versus</i> ranque (nível municípios).....	116
Figura 15	Resíduos padronizados <i>versus</i> previsões fixas (nível municípios).....	117
Figura 16	Erro padrão dos resíduos <i>versus</i> ranque (nível regiões metropolitanas).....	118
Figura 17	Resíduos padronizados <i>versus</i> previsões fixas (nível regiões	

metropolitanas)..... 119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Média dos indicadores segundo os Clusters de desempenho do programa no Brasil (2001-2003).....	60
Tabela 2	Distribuição dos clusters de morbidade e de desempenho do PNCT no Brasil (2001-2003).....	62
Tabela 3	Perfil das Regiões Metropolitanas de acordo com as variáveis usadas no modelo (médias, valores mínimos e máximos), Brasil 2001-2003.....	80
Tabela 4	Componentes de variância no modelo marginal de medidas repetidas, Brasil 2001-2003.....	84
Tabela 5	Estimativas de parâmetro fixos e aleatórios do modelo poisson multivariado, Brasil 2001-2003.....	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Política de controle da tuberculose no Brasil	21
1.2	Sistemas de informação: o uso de dados secundários	25
1.3	Avaliação de Programa de Saúde: o Programa Nacional de Controle de Tuberculose	27
1.3.1	<u>Abordagem de estrutura-processo-resultado na avaliação da qualidade do programa controle de tuberculose</u>	29
1.4	Aspectos gerais e premissas da análise multivariada de cluster e da análise multinível	33
1.4.1	<u>Análise multivariada de cluster</u>	34
1.4.2	<u>Análise multinível</u>	36
2	JUSTIFICATIVA	39
3	OBJETIVOS	41
3.1	Geral	41
3.2	Específicos	41
4	MÉTODOS	42
4.1	Tipo de estudo	42
4.2	Área e população de estudo	42
4.3	Fonte dos dados	43
4.4	Variáveis utilizadas	43
4.5	Plano de análise	44
4.5.1	<u>Visualização dos dados e análise descritiva</u>	44
4.5.2	<u>Análise de cluster</u>	45
4.5.3	<u>Análise hierárquica</u>	47
5	RESULTADOS	49
5.1	Classificação do desempenho dos municípios brasileiros no Programa Nacional de Controle de Tuberculose 2001-2003. (Artigo1)	49
5.1.1	<u>Resumo</u>	50
5.1.2	<u>Abstract</u>	51
5.1.3	<u>Introdução</u>	53
5.1.4	<u>Métodos</u>	55
5.1.5	<u>Resultados</u>	57
5.1.6	<u>Discussão</u>	63
5.1.7	<u>Referências</u>	69
5.2	Análise da Distribuição da Tuberculose nas Áreas Metropolitanas do Brasil, 2001-2003. (Artigo 2)	72
5.2.1	<u>Resumo</u>	72
5.2.2	<u>Abstract</u>	73
5.2.3	<u>Introdução</u>	74
5.2.4	<u>Método</u>	76
5.2.5	<u>Resultados</u>	79
5.2.6	<u>Discussão</u>	86
5.2.7	<u>Referências</u>	92
6	CONCLUSÃO	95
	REFERÊNCIAS	99
	ANEXO A – Análise exploratória	104

ANEXO B – Aspectos gráficos da análise de cluster	108
ANEXO C – Diagnóstico do modelo multinível	113

1 INTRODUÇÃO

O sofrimento e a perda econômica causada pela tuberculose (TB) é uma afronta à nossa consciência (Who, 2006), e sua permanência é considerada uma falha científica, médica e política (Zumla & Mullan, 2006).

A tuberculose é uma doença infecciosa crônica transmitida essencialmente por via aérea, cujo agente etiológico é o *Mycobacterium tuberculosis* ou Bacilo de Koch, identificado ainda no século XIX, ano 1882. A presença do bacilo da tuberculose é condição necessária, mas não suficiente para causar doença. O risco de se ser infectado é fundamentalmente exógeno, dependendo tanto das características do contato quanto das características do caso índice, do ambiente e tempo de exposição. Já o risco de desenvolver tuberculose ativa, após a infecção, é essencialmente endógeno, condicionado pela integridade da imunidade celular (Rieder, 2001).

A doença tem como característica desenvolver um processo de latência entre a infecção inicial e a doença franca, proveniente de doença pulmonar, embora outros órgãos possam estar envolvidos. Na ausência de tratamento eficaz para a doença ativa, a evolução habitual é crônica, consumptiva, sobrevivendo a morte (Brasil, 2002).

O processo infeccioso inicia-se a partir da inalação do agente infeccioso, que se aloja na parte mais distal da árvore respiratória. Então o bacilo é englobado pelos macrófagos alveolares, iniciando uma cascata de eventos que resultam ou na contenção da infecção ou progressão para doença ativa, no caso, a tuberculose primária. Embora o risco de desenvolver a doença ativa varie de acordo com o tempo desde a primo-infecção, a idade e a imunidade do hospedeiro, o risco estimado de desenvolver a doença para uma pessoa infectada na infância é

de 10%, sendo que a metade deste risco é de que a doença evolua nos primeiros dois anos após a infecção (Frieden *et al.*, 2003; Penna, 1988a).

Após ser englobado pelo macrófago alveolar, o *Micobacterium tuberculosis* se replica lenta e continuamente e se dissemina através sistema linfático. Os linfócitos T são ativados e os macrófagos formam granulomas caseosos, o que limita a replicação da bactéria e sua conseqüente disseminação no organismo. Entretanto, quando a resposta imune não pode conter a replicação do *M. tuberculosis*, a doença ativa ocorre. Ou de outro modo, mesmo com uma resposta imune efetiva inicialmente, pode ser que fatores ligados ao hospedeiro, tais como infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), possibilitem a reativação de uma infecção remota (Frieden *et al.*, 2003).

Portanto, a TB possui três formas clínicas: a *doença primária*, normalmente assintomática ou subclínica; *tuberculose reativada*, resultante da reativação de focos latentes nas porções posteriores dos lobos pulmonares superiores, instalados na primeira fase da infecção, podendo também ocorrer um novo inóculo de bacilos em uma pessoa já sensibilizada por infecção prévia; e, *tuberculose extrapulmonar*, que não representa risco na transmissão da doença, cuja incidência é aumentada em casos de doença imunossupressora (Frieden *et al.*, 2003; Schwartzman, 2002).

Há muitos anos, a TB tem ocupado lugar de destaque mundial como problema de saúde pública, mesmo sendo passível de cura e evitável. Não obstante esforços tenham sido envidados para seu controle, observou-se o seu crescimento, tornando-se epidêmica em vários lugares do mundo (Dye, 2006; Hijjar *et al.*, 2001).

No ano de 1993, a Organização Mundial de Saúde – OMS declarou a TB em estado de emergência no mundo, e propôs medidas para seu controle. Contudo, ainda é a maior causa de morte por doença infecciosa em adultos. Estima-se que dois bilhões de pessoas correspondendo a um terço da população mundial, esteja infectada pelo *Mycobacterium*

tuberculosis, e destes, 9 milhões desenvolverão a doença e 2 milhões morrerão a cada ano (Who, 2006).

Do total de casos novos de TB estimados pela OMS no mundo, menos da metade são notificados, situação que traduz a ineficiência das políticas de controle. Nos 22 países com maior carga de tuberculose, a estimativa é de 6.910.000 casos anualmente. Neste grupo, a Índia ocupa a primeira posição com 1.856.000 casos novos anuais, e o Brasil está em 15º posto nesta classificação (Hijjar *et al.*, 2001). Em termos de distribuição da carga global de TB, em 2003 a região do sudeste asiático notificou 35% de todos os casos, a África 24% e a região do Pacífico ocidental 22%. Somente a China e Índia juntas contribuem com 35% das notificações. E a América Latina contribui com cerca de 13% dos casos (Who, 2006).

Alguns fatores têm sido apontados como elementos que contribuíram para o aumento da incidência da doença ou sua reemergência em várias partes do mundo. Tais fatores são: desigualdade social, advento da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), envelhecimento da população, grandes movimentos migratórios (Lillebaek *et al.*, 2002; Sonnenberg *et al.*, 2005), outrossim, a emergência de bacilos resistentes às drogas (Conaty *et al.*, 2004).

Dentre os fatores citados, a AIDS dá mostras de ter um papel importante na determinação, emergência ou reemergência de TB, contribuindo, como a primeira causa, para o aumento da incidência da doença, tornando-a a segunda causa de morte por doenças infecciosas no mundo (Frieden *et al.*, 2003).

Embora a taxa de incidência esteja aumentando continuamente, a taxa de mortalidade por tuberculose tem diminuído. A Organização Mundial de Saúde (OMS) calcula que a expansão da estratégia de Tratamento Diretamente Observado de Curta Duração (Directly Observed Treatment Short Course - DOTS) no período de 1990 a 2003 promoveu queda na

taxa global de prevalência, de 309 casos para 245 casos por 100 mil habitantes, incluindo pacientes positivos para o HIV (Who, 2006).

A tuberculose permanece proeminente nas estatísticas internacionais de saúde-doença, principalmente porque mata adultos jovens. Mais que 80% da carga de tuberculose, medida em termos de anos de vida perdidos por incapacidade (Disability-Adjusted Life Years - DALYs), se deve à morte prematura e não à morbidade. Cerca de 1,7 milhões de pessoas morreram por TB em 2004, incluindo 260.000 pacientes que eram infectados por HIV (Dye, 2006).

Acrescenta-se a este fato, que, grande parte do aumento da incidência mundial da TB observada desde 1980 é atribuível à disseminação do HIV na África. Globalmente, em 2004, 13% dos casos novos TB diagnosticados foram em indivíduos HIV+, variando entre as regiões do mundo, de 34% na África a 1,4% na região ocidental do Pacífico (Dye, 2006).

No Brasil, a TB não deve ser classificada como emergente ou reemergente, mas como um problema presente e constante há muitos anos (Ruffino-Netto, 2002). Esse quadro de persistência da TB também é reconhecido pelo Ministério da Saúde, que atribui este padrão epidemiológico ao adensamento populacional nas periferias das grandes cidades sem a adequada condição sanitária (Brasil, 2004). Adicione-se também ser esta uma doença que está associada a fatores econômicos, demográficos, sociais, a qual é influenciada pelas políticas de saúde existentes. O Brasil registra média anual de 85 mil casos, correspondendo a um coeficiente de incidência de 48/100.000 habitantes (Brasil, 2004). A taxa de incidência de TB no Brasil diminuiu entre 1981 e 1990, de 71,4 para 52,0 casos por 100 mil habitantes. Portanto, até a década de 1990, a taxa de incidência apresentava discreta tendência de queda, mas passou a aumentar lenta e continuamente o número de casos notificados (Aerts & Jobim, 2004). Este aumento é atribuído a uma mudança de perfil epidemiológico da TB, causado pela emergência da AIDS, aglomeração em áreas metropolitanas, empobrecimento da população,

condições sanitárias adversas, e outros fatores de privação socioeconômica fartamente discutidos na literatura (Aerts & Jobim, 2004; Brasil, 2004; Elender *et al.*, 1998; Farmer, 1997).

O problema da TB no Brasil reflete não somente o estado socioeconômico no país, mas a fragilidade do sistema de saúde e das políticas públicas, o que é piorado com a epidemia de HIV/AIDS (Selig *et al.*, 2003).

É importante ressaltar que a tuberculose está entre as prioridades da política governamental de saúde no Brasil. O plano estratégico para seu controle estabelece mecanismos permanentes de vigilância, supervisão e avaliação das ações, cujas metas são: diagnosticar no mínimo 90% dos casos esperados, e curar pelo menos 85% dos casos diagnosticados (Brasil, 2002).

Vários autores (Penna, 1988b; Pio *et al.*, 1997; Styblo, 1991) destacam que, somando-se às medidas sanitárias, existem outros fatores associados à dinâmica da transmissão da tuberculose, e que o programa de controle de TB baseado apenas no diagnóstico precoce e tratamento de casos não dá conta de controlar esta doença, que não é determinada somente pela infecção pelo *Mycobacterium tuberculosis*.

Embora seja registrada ao longo dos anos elevada taxa de incidência de TB no Brasil, há de se considerar alguns eventos pontuais que modificaram a tendência da doença. Relata-se que a mortalidade por tuberculose caiu a partir da década de 1950, com a adoção da quimioterapia, reduzindo de forma importante a letalidade da doença (Mota *et al.*, 2003; Penna, 1988a). Todavia, a tendência de queda acelerada da mortalidade não se manteve, pois a monoterapia induziu à seleção de bacilos resistentes à estreptomicina (Penna, 1988a).

Esta situação levou ao conhecimento e introdução de drogas eficazes contra o *M. tuberculosis*. Então o tratamento da doença era voltado para a eliminação do agente etiológico. Entretanto, estudos têm identificado que situação socioeconômica, condições de

vida, moradia, estado nutricional das pessoas e aglomeração humana são importantes fatores associados à doença (Mota *et al.*, 2003; Munch *et al.*, 2003). Aliás, a determinação social da TB sempre esteve presente, constituindo-se em uma oposição à concepção de controle da doença através de ações exclusivamente na área médica (Penna, 1988a).

Igualmente, há muito tempo estudos relataram que o ambiente domiciliar não era o principal local de contaminação (Penna, 1988a), e as pesquisas atuais continuam corroborando esta assertiva (Munch *et al.*, 2003). Este achado exemplifica a necessidade de pesquisas dirigidas a outros fatores que possam explicar a disseminação da doença e possibilite intervenções de controle (Munch *et al.*, 2003).

Somam-se aos fatores relatados, o importante impacto que a epidemia de HIV/AIDS tem causado sobre a Tuberculose, cujos principais problemas são: aumento do número de casos de TB, aumento da taxa de mortalidade e recorrência da doença após tratamento completo e bem sucedido (Harries *et al.*, 2005).

A infecção por HIV predispõe à TB, tornando esta como uma manifestação sentinela da progressão de HIV para AIDS em vários países do mundo (Elender *et al.*, 1998). A África tem experimentado aumento concomitante da TB e da AIDS, que vem dizimando sua população (Elender *et al.*, 1998). Nos Estados Unidos, a infecção por HIV implicou em rápido aumento das notificações de tuberculose em homens jovens (Elender *et al.*, 1998; Farmer, 1997; Santo *et al.*, 2003; Wallace, 1994). Na Inglaterra e País de Gales a AIDS tem mostrado forte associação aos casos de tuberculose, principalmente em migrantes e em população mais pobre (Elender *et al.*, 1998).

Nos países em desenvolvimento, a tuberculose figura entre as três principais infecções oportunistas em pacientes HIV positivos, sendo a TB a que mais apresenta risco de se desenvolver (Laguardia & Merchan-Hamann, 2003).

Historicamente a maioria das infecções pelo *M. tuberculosis* permanecia latente no hospedeiro, à custa de uma resposta imune celular eficaz. No entanto, com a disseminação da infecção pelo HIV no mundo houve alterações nos mecanismos de defesa que o ser humano dispõe contra o agente causal da TB, tornando-se a infecção pelo HIV o maior fator de risco para a progressão da reativação da infecção latente pelo *M. tuberculosis* (Boffo *et al.*, 2004; Frieden *et al.*, 2003; Gandy & Zumla, 2002).

No Brasil o primeiro caso de AIDS foi diagnosticado em 1981, e sua incidência começou a diminuir em 1998, caindo de 15,9 casos por 100 mil habitantes para 12,3 casos por 100 mil habitantes em 2001. As regiões sudeste e sul do país apresentam as mais elevadas taxas de incidência de AIDS. Um estudo identificou que no período de 1980 a 2000, a região de residência de 70% dos casos de AIDS correspondia ao sudeste do Brasil (Laguardia & Merchan-Hamann, 2003). O referido estudo identificou que no período inicial da epidemia, a presença de tuberculose em casos de AIDS aumentou de 23% a 26%, e esta proporção diminuiu para 20% em 1996.

Apesar disso, ainda não foi identificado o impacto da AIDS sobre a TB no Brasil, como é encontrado em outros países. Alguns relatos estimam que 17% dos casos de TB no Brasil são devidos a infecção por HIV (Laguardia & Merchan-Hamann, 2003), outro, que a associação TB-AIDS no Brasil de 10% (Chaimowicz, 2001). O padrão da associação TB-HIV provavelmente difere nas regiões do Brasil, e por isso requer distintas abordagens (Liberato *et al.*, 2004).

A TB tem seu diagnóstico mais difícil nos casos HIV positivo, pois o curso clínico da doença tem padrão diferente. Grande parte apresenta baciloscopia negativa, e maior probabilidade de desenvolver TB extrapulmonar. Além disso, os pacientes HIV positivos que desenvolvem tuberculose, apresentam clínica compatível com outras afecções como a pneumonia por *Pneumocisti carinii* (Liberato *et al.*, 2004). Por essas razões a TB

disseminada, extrapulmonar ou pulmonar não cavitária foram incluídas como entidades que por si só definem um caso de AIDS (Laguardia & Merchan-Hamann, 2003).

Portanto, a AIDS se constitui em importante fator de risco para TB, o que impõe ao programa de controle, o uso de abordagens e intervenções que integrem essa associação.

1.1 Política de controle da tuberculose no Brasil

No início do século XX, a formulação e implementação das políticas de controle da tuberculose no Brasil foram assumidas por instituições estatais e filantrópicas que se responsabilizaram pelas medidas profiláticas e de tratamento, adotadas contra a tuberculose. Essas medidas eram ações inespecíficas, como o tratamento e pacientes baseado em dieta e repouso, e atividades preventivas, visando a redução da transmissão pela educação em saúde, envolvendo paciente e família (Penna, 1988a).

Nas duas primeiras décadas do século XX, as instituições filantrópicas tiveram papel relevante na difusão e aplicação das idéias preconizadas para o combate à tuberculose (Ruffino-Netto, 1999). Na seqüência, ocorreu na década de 1920, a reforma Carlos Chagas, que deu origem ao Departamento Nacional de Saúde Pública e a Inspetoria de Profilaxia da Tuberculose no Distrito Federal. As atribuições, tanto do poder público quanto das entidades filantrópicas ampliaram a disponibilidade de atendimento organizando dispensários e enfermarias exclusivas para tuberculosos. A criação do Ministério da Educação e Saúde Pública, em 1930, e as reestruturações ocorridas ao longo da década ampliaram a intervenção estatal no combate à tuberculose, permanecendo, no entanto, a convivência com as iniciativas filantrópicas (Ruffino-Netto, 2002).

A atuação do Estado foi intensificada na década de 1940, quando já haviam sido incorporadas novas tecnologias, como a abreugrafia, o pneumotórax e outras cirurgias torácicas. Houve a criação do Serviço Nacional de Tuberculose, em 1941, e da Campanha Nacional contra a Tuberculose, em 1946. A Campanha adotou como proposta, nesse momento, a expansão da estrutura hospitalar e sanatorial em todo o país. A ampliação da estrutura de serviços trazia a idéia da interiorização e uniformização do atendimento, a normatização das ações de saúde e a formação de recursos humanos abarcando pessoal de nível médio e superior (Goncalves, 2000).

A descoberta da quimioterapia antibiótica específica, a partir da década de 1940, ocasionou inicialmente uma queda acentuada dos índices de mortalidade da doença, mas o uso da monoterapia originou a seleção de bacilos resistentes à estreptomicina. O aprofundamento de estudos e experimentações utilizando a associação de drogas, e a descoberta de novos quimioterápicos, possibilitou, na época, a superação da resistência bacteriana, tornando real a perspectiva de cura para a TB (Penna, 1988a; Ruffino-Netto, 2002).

Foi criada, em 1970, a Divisão Nacional de Tuberculose, em substituição ao Serviço Nacional de Tuberculose. Essa década teve como marco fundamental para a tuberculose, o início da implementação do Programa Nacional de Controle da Tuberculose, contido no II Plano Nacional de Desenvolvimento. Em 1971, cria-se a Central de Medicamentos (CEME), que inclui entre seus objetivos fornecer tuberculostáticos para todos os doentes com TB do país. Em 1973, o esquema terapêutico é reduzido de 18 meses para 12 meses de tratamento, e implanta-se a vacinação com BCG intradérmica, sendo obrigatória para menores de um ano de idade a partir de 1976 (Ruffino-Netto, 2002).

Deste modo o controle da TB foi se desenvolvendo com base no tratamento e rastreamento de casos por meio da abreugrafia, visando diminuir a incidência de casos

infectantes. Entretanto, esta estratégia mostrou-se ineficaz, e foi superada pela evidência de que o programa de controle teria resultados mais satisfatórios baseando-se no exame de indivíduos que buscam assistência por causa de sintomas respiratórios (Penna, 1988a).

Igualmente, foi necessária uma importante reorganização administrativa do controle da TB no Brasil, que se seguiu ao processo da reforma sanitária no país, chegando ao atual Sistema Único de Saúde (SUS). Este assunto é amplamente abordado por vários autores, em especial (Cordeiro, 1991) e nos relatórios das Conferências Nacionais de Saúde do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

No âmbito do SUS tornou-se imperiosa a necessidade de descentralização das ações de controle de TB concomitante a padronização do esquema terapêutico de curta duração, com tratamento de 6 meses. A referida descentralização, ainda na década de 1980, já era citada como um entrave difícil de transpor, em razão da precária rede de serviços de saúde, que limitava a qualidade e cobertura de qualquer ação demandada (Penna, 1988a).

Não obstante, o programa de controle da TB na década de 1980 consegue executar ações importantes, tais como: (des)hospitalização; melhora na qualidade do diagnóstico e tratamento; descentralização da operacionalização do programa para os estados, ficando o nível federal com a função de normatização, acompanhamento e avaliação do programa, compra de insumos estratégicos, como a vacina BCG e medicamentos.

Em 1990, ocorre desestruturação do Programa Nacional de Controle de Tuberculose (PNCT) em nível federal, não priorização do programa de controle, enfraquecimento das coordenações estaduais, diminuição dos recursos financeiros, diminuição das supervisões do programa, aumento da disseminação da AIDS, queda da cobertura, diminuição da busca de casos novos, piora dos resultados de tratamento e aumento do abandono (Ruffino-Netto, 2002).

Mesmo diante desses entraves, na década de 1990, ocorre a descentralização do programa dos estados para os municípios. Entretanto, o PNCT teve sucesso em qualificar as ações da atenção secundária, mas aquelas ligadas à atenção primária não foram facilmente integradas nas atividades básicas de saúde para o controle da tuberculose (Ruffino-Netto, 2001). O que refletiu certa dificuldade em desenvolver uma estratégia para esta nova fase do SUS, com um programa voltado à prática de saúde participativa, coletiva e integral.

Dado que, em 1993, a OMS declarou o estado de urgência da tuberculose, o MS elaborou o Plano Emergencial para o controle da enfermidade que, de fato, foi implantado a partir de 1996. Tinha como objetivo aumentar a efetividade das ações de controle através da implementação de atividades específicas em 230 municípios prioritários onde se concentravam 75% dos casos estimados para o Brasil, visando diminuir a transmissão do bacilo na população até o ano 1998. A escolha destes municípios prioritários baseou-se em critérios de magnitude epidemiológica da TB e da AIDS, tamanho da população, bem como informações operacionais (Hijjar *et al.*, 2001; Ruffino-Netto, 2002). Nesse contexto, os municípios prioritários seriam alvos para fortalecimento do Programa de Controle da Tuberculose.

A reestruturação do PNCT a partir do ano 2000 detalhou os critérios de seleção dos municípios prioritários, num total de 315, que são: as capitais de todos os estados e o Distrito Federal; municípios de regiões metropolitanas com alta carga de tuberculose definida como incidência, mortalidade e número absoluto de casos elevados.

Esses municípios receberiam basicamente reforço de equipamentos em suas unidades básicas, repasse de recursos para capacitação de pessoal, garantia de transporte para o paciente em tratamento supervisionado, tudo isso condicionado à apresentação de um plano de intensificação para o controle da TB pelo município.

Os municípios prioritários deveriam voltar-se essencialmente para: aumentar a taxa de detecção de casos; elevar a taxa de cura; reduzir a taxa de abandono; e reduzir a taxa de mortalidade. Deveriam também envolver as equipes do Programa de Saúde da Família (PSF) e os Agentes Comunitários de Saúde (ACS), com vistas a aumentar a cobertura das ações de controle de TB (Brasil, 2000; Ruffino-Netto & Souza, 2001).

Há estudos criticando a baixa qualidade do PNCT no Brasil, ressaltando que os indicadores de desempenho do programa de controle estão longe de serem satisfatórios. Um dos fatores que mais afeta o controle adequado da tuberculose está relacionado com a qualidade dos serviços de saúde, pois o acesso a eles e sua organização são precários. A estratégia DOTS não é uma realidade consolidada na maior parte do país (Laguardia & Merchan-Hamann, 2003).

Diante do quadro de persistência da TB no Brasil, o Ministério da Saúde estabeleceu o Plano Nacional de Controle da Tuberculose, cujas metas são integrar na luta contra a doença, 100% dos municípios brasileiros, descobrir 92% dos casos existentes, curando pelo menos 85% dos casos diagnosticados, além de reduzir a incidência em no mínimo 50%, e em dois terços a mortalidade por tuberculose em 2007 (Selig *et al.*, 2003; Souza *et al.*, 2005). Sabe-se que são metas ambiciosas, visto que o aumento da identificação de casos tende a aumentar a incidência notificada. Conseqüentemente, poderiam ser reformuladas essas metas no sentido de tornar possível a execução e avaliação das atividades.

1.2 Sistemas de informação: o uso de dados secundários

Desde a década de 1960, com redução da letalidade e da prevalência de TB através da cura de casos, a incidência de casos novos vem sendo usada pelo PNCT como indicador para o acompanhamento do perfil epidemiológico da doença. Este indicador é, no entanto,

inflacionado por fatores ligados à operação do próprio programa, o que deve ser levado em consideração quando da sua análise.

Os estudos que utilizam dados secundários provenientes de sistemas de informação em saúde de base nacional (Sistema Nacional de Agravos de Notificação - SINAN, Departamento de Informação e Informática do SUS - DATASUS), e dados demográficos provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são importantes por apresentarem cobertura nacional satisfatória e serem sistematicamente coletados. Embora esses dados carreguem consigo os problemas de sub-registro e falhas no preenchimento, assume-se que esses possíveis erros estejam distribuídos aleatoriamente.

Teoricamente, o risco de infecção é epidemiologicamente o parâmetro mais informativo, uma vez que indica a extensão atual da transmissão na comunidade. Não é exequível, habitualmente, medir a incidência da infecção. Portanto o uso de bancos de dados de notificação torna-se uma boa ferramenta no estudo da epidemiologia da tuberculose.

Reconhece-se que os dados notificados ao SINAN têm boa cobertura nacional em relação a incidência real, visto que há controle na programação e dispensação de medicamentos a partir da notificação.

Uma vantagem na análise de dados secundários é a possibilidade de avaliar os sistemas, programas de saúde com os dados existentes, gerar hipóteses e propor medidas para melhoria de sua qualidade. Outrossim, a crescente informatização permite, com uma grande gama de dados, o emprego de análises mais robustas, com os dados já disponíveis, que necessitam ser analisados ganhando tempo com as informações existentes, além da possibilidade de utilizar os dados disponíveis de todos os municípios, já que a tuberculose se constitui em uma doença de notificação compulsória no Brasil.

Esse tipo de dado registrado pelo SINAN e IBGE contribui para realizar análises ecológicas, já que os dados do Censo Demográfico do IBGE não são disponibilizados em

nível individual. O SINAN é um sistema de informação, que também vem sendo utilizado para a vigilância epidemiológica. Contudo recebe críticas por tentar englobar as funções de um sistema de notificação e as funções de um sistema de investigação de casos, resultando em um produto moroso e com muitas lacunas de informação, as quais podem ser também trabalhadas (Selig *et al.*, 2003; Souza *et al.*, 2005).

1.3 Avaliação de Programa de Saúde: o Programa Nacional de Controle de Tuberculose

Um programa de saúde constitui-se em uma resposta organizada para reduzir ou eliminar um problema, que ao alcançar seu objetivo, melhora a saúde da população. Hartz amplia esta definição, afirmando: “*os programas são compreendidos como o conjunto de ações visando a favorecer comportamentos adaptativos requeridos pelas diferentes áreas ou atividades humanas relacionadas com vida comunitária, escola, trabalho, saúde e bem-estar*”(Hartz, 1999).

Se as Políticas de Saúde estão relacionadas à melhoria do *status* de saúde da população, as ações programáticas constituem o suporte operacional no qual elas podem ter sua efetividade analisada (Hartz & Camacho, 1996). Por conseguinte, o propósito da avaliação é produzir informação sobre o desempenho do programa no alcance de seus objetivos. Sua avaliação demanda procedimentos de investigação para a coleta sistemática de informação voltada para a tomada de decisão e melhoria das intervenções.

São várias as definições de avaliação, porém, utiliza-se a objetividade do conceito de avaliação como um “*julgamento de valor a respeito de uma intervenção ou sobre qualquer um de seus componentes, com o objetivo de ajudar na tomada de decisões*” (Contandriopoulos *et al.*, 1997).

A necessidade de avaliação decorre do pressuposto de que um programa gera benefícios, e para identificá-los, utiliza-se da avaliação. Isto leva à mensuração de eventos que traduzam os resultados do programa. Em vista disto, a avaliação tem um importante papel a desempenhar, não somente em determinar sucessos e fracassos do passado, mas em identificar, descrever empiricamente, e monitorar problemas, aumentando o conhecimento atual, bem como desenvolvendo e comparando soluções.

Como a avaliação de programas e serviços de saúde constitui-se em uma necessidade, julga-se que esta deva extrapolar o habitat comum da epidemiologia focada principalmente em estudos etiológicos para determinação de doenças (Habicht *et al.*, 1999). Com efeito, a avaliação é reconhecida por seu potencial de contribuição para tomada de decisão, formulação e reformulação de políticas de saúde, tendo em conta que o Ministério da Saúde em sua política programática utiliza-se do Programa Nacional de Controle de Tuberculose (PNCT).

Por conseguinte, torna-se relevante que a avaliação seja direcionada por perguntas a serem respondidas ao se avaliar. No caso do PNCT, questiona-se:

Qual é o desempenho desejável do programa?

O programa está funcionando como preconizado e está alcançando suas metas?

Quão bom é o desempenho do PNCT nos municípios brasileiros?

A pesquisa avaliativa deve buscar responder a essas questões para aumentar a acurácia e a objetividade dos julgamentos sobre o sucesso do programa em alcançar seus objetivos, e para tal, deve coletar evidências do desempenho do programa e comparar com os critérios estabelecidos.

1.3.1 Abordagem de estrutura-processo-resultado na avaliação da qualidade do programa controle de tuberculose

A concepção sobre o que venha ser qualidade depende ainda do lugar que ocupa o sujeito no sistema de saúde. Aqueles responsáveis pela provisão e gestão dos serviços tendem a focalizar a sua atenção em determinados aspectos e interesses, tais como rendimento, custo e eficiência. Já no ambiente da prestação dos serviços, os profissionais de saúde têm outras expectativas. De forma geral, preocupam-se com a satisfação pessoal, o reconhecimento profissional, a excelência técnica, o acesso à tecnologia, o aprimoramento dos processos individuais e coletivos do cuidado à saúde e um bom ambiente de trabalho, incluindo o conforto, a segurança etc. Por outro lado, o cliente ou usuário entende como qualidade a obtenção dos benefícios esperados diante de demandas, expectativas, carências e necessidades de saúde. A qualidade é um objetivo que vem sendo perseguido por gestores, profissionais e usuários em vários países do mundo, inclusive no Brasil (Campos, 2005).

A abordagem mais apropriada para realizar avaliação depende do objeto avaliado, e da resposta que se pretende obter. Embora seja apontado como limitação, o seu potencial para um singelo reducionismo da realidade (Silva, 2005), utiliza-se o enfoque “estrutura-processo-resultado” (Donabedian, 1988; 2005) que permite especificar atributos a serem avaliados, e julgá-lo individual ou simultaneamente, de maneira sistematizada, numa espécie de alocação de processos da realidade. Este instrumental de análise serve para avaliar a eficiência, a eficácia - e, portanto, a estrutura e o processo da política ou programa - e a efetividade - ou seja, os impactos ou resultados das ações promovidas pela política ou programa.

O Ministério da Saúde (Brasil, 2002) determina que o município, responsável pelas doenças de notificação compulsória, desempenha função chave no PNCT, pois da sua competência e capacidade de gerenciamento da Vigilância Epidemiológica dependerá, em grande parte, o cumprimento das metas fixadas. No PNCT compete-lhe:

- coordenar a busca sistemática de sintomáticos respiratórios no município, em conformidade com o estabelecido, bem como supervisionar e, inclusive, participar da investigação e do controle dos contatos de pacientes bacilíferos na comunidade;

- notificar ao Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) a identificação de caso de tuberculose no município, em consonância com as demais doenças de notificação compulsória;

- assegurar a realização dos exames de escarro, conforme preconizado nas normas, especialmente a coleta e o transporte do material;

- participar da operacionalização dos tratamentos diretamente observados no município e acompanhar a anulação das fontes de infecção;

- providenciar, junto ao órgão regional, os medicamentos para o tratamento dos casos descobertos e distribuí-los às respectivas unidades de saúde;

- articular-se com as unidades executoras, com a equipe do Programa de Saúde da Família e/ou o agente comunitário de saúde e com os segmentos organizados da comunidade;

- administrar a utilização racional do "bônus" concedido pela *Alta por Cura de Tuberculose* pelo governo federal; e,

- zelar pela vacinação BCG dos recém-nascidos, integrada ao Programa Nacional de Imunizações (PNI).

Diante dessas atribuições, um caminho que pode ser utilizado para avaliação do PNCT, visando mensurar a oferta, utilização e cobertura, seria lançar mão dos indicadores de estrutura, processo e resultado. Considerando que indicadores de resultado podem expressar o modo pelo qual ocorre o processo do programa, os mesmos são listados aqui conjuntamente (processo e resultado), pois a linha que os divide é muito tênue.

A seguir, é listada uma proposta de indicadores que permitem a avaliação do PNCT:

- **INDICADORES DE ESTRUTURA**

- o Profissionais disponíveis e treinados
 - o Presença de laboratório para diagnóstico
 - o Disponibilidade de medicamentos
 - o Unidades de saúde com PNCT implantado
- INDICADORES DE PROCESSO e RESULTADO
 - o Número de casos novos de TB pulmonar e de todas as formas
 - o Casos em tratamento supervisionado (Directly Observed Treatment Short Course - DOTS)
 - o Casos de abandono de tratamento
 - o Casos notificados pelo município de residência
 - o Casos novos que fizeram baciloscopia de escarro
 - o Casos curados
 - o Casos com informação de encerramento
 - o Completitude das informações no Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN)
 - o Casos de tuberculose notificados

Como proposta de avaliação do desempenho do Programa Nacional de Controle de Tuberculose, sugere-se a análise de cluster, incluindo indicadores de processo e de resultado. Estes indicadores podem representar a operacionalização do programa por meio dos resultados estabelecidos como meta ou daquilo que se espera que seja alcançado por um programa com bom funcionamento. Do mesmo modo, os indicadores de processo devem revelar o modo de atuação do programa, na execução das ações consideradas básicas para seu funcionamento, e para alcançar sucesso no controle da tuberculose.

Todo processo de aferição poderia ser visto como uma tentativa de aproximação do valor real de um atributo, cujos valores observados trazem necessariamente embutidos

desvios que resultam das imperfeições dos métodos. A valoração, mais do que a metodologia, deveria constituir a essência da avaliação de programas (Hartz & Camacho, 1996).

Esta análise de clusters é baseada na versão modificada de avaliação de cluster descrita por James Sanders (Sanders, 1997), que a define como um método de avaliação de programas que possui projetos em diferentes locais, com objetivo de promover mudanças comuns. Entretanto, no Brasil, o PNCT é único para todo o país e os clusters propostos são formados pelos municípios que o compõem. O que se obtém é a identificação de grupos, o que possibilita sua posterior descrição, de diferentes desempenhos dos municípios no programa de TB. O agrupamento por municípios, que teoricamente utilizam as mesmas estratégias emanadas do programa nacional, mas que podem atingir resultados diferentes, traduz sua operacionalização, permitindo a avaliação.

A avaliação de cluster não visa estabelecer relações de causalidade, mas seu caráter exploratório permite a identificação de grupos lógicos de semelhanças e diferenças. Considerando-se que esse tipo de avaliação é voltada para resultados, e que, portanto, necessita de elementos processuais para responder às demandas, não se recomenda utilizar indicadores de estrutura. Em um segundo momento, pode-se buscar identificar porque esses resultados são diferentes, numa idéia de relação causal associando com os indicadores de estrutura.

Avaliação de programas e de qualidade apresenta íntima conexão, pois se o programa fornece serviços de saúde, é importante considerar a mensuração da qualidade do seu sucesso (Donabedian, 1988). E a definição de qualidade, que não é tarefa trivial, é importante para que sua avaliação possa revelar os alcances e as deficiências de um programa, e em que nível ocorre, incluindo os muitos elementos envolvidos.

Para definir a qualidade dos clusters dos municípios, lançou-se mão da especificação de metas adotada para o PNCT (Brasil, 2002), além de critérios de vigilância epidemiológica.

Tendo em conta o conceito de qualidade utilizado por Donabedian como “uma propriedade e um julgamento algo especificamente definido, e é divisível pelo menos em duas partes: técnica e interpessoal, de maneira a maximizar os benefícios à saúde sem o correspondente aumento de riscos” (Donabedian, 1988). Buscou-se, portanto, com esta proposta, abranger o aspecto técnico e epidemiológico do controle da TB.

Como referido anteriormente, a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) causa impacto na incidência de TB (Dye, 2006; Gandy & Zumla, 2002; Harries *et al.*, 2005). Assim, é importante que a morbidade por AIDS também seja considerada no estudo da TB, com os municípios formando clusters de acordo com a taxa de incidência de ambas as doenças. O que se espera é que os municípios com as taxas mais elevadas possuam mais capacidade de desempenhar o controle da TB, com maior taxa de detecção e de cura também, além desempenhar melhor vigilância epidemiológica. Os locais onde ocorrem as menores taxas pode decorrer da dificuldade operacional do programa, incapacidade de detectar seus casos, ou, de fato, haver menor taxa de incidência.

1.4 Aspectos gerais e premissas da análise multivariada de cluster e da análise multinível

Estabelecer relações, encontrar ou propor leis explicativas é o papel próprio da ciência. Para isso é necessário controlar, manipular, medir as variáveis, consideradas relevantes para responder às questões formuladas. Portanto, este estudo utiliza métodos de análise multivariada, consistindo de análise de cluster, para identificar e classificar a situação do Programa Nacional de Controle de Tuberculose nos municípios brasileiros, e da análise multinível para identificar fatores determinantes da tuberculose no Brasil, de acordo com diferentes níveis de agregação.

1.4.1 Análise multivariada de cluster

Os métodos de análise de agrupamento (cluster) consistem em separar um conjunto de objetos em grupos (ou classes). De um lado, os objetos dentro de um grupo apresentam características homogêneas. Por outro lado, estes objetos são heterogêneos entre os grupos distintos. Portanto, este tipo de análise busca averiguar a existência de uma estrutura de grupos embutida nos dados.

Este método aparece em várias áreas do conhecimento, pois possibilita o seu emprego com finalidades bastante diferenciadas, dentre elas, a utilizada neste estudo. Esta consiste no agrupamento dos municípios brasileiros, considerando: taxa de incidência de tuberculose e de AIDS; e, indicadores de desempenho do Programa Nacional de Controle de Tuberculose no período de 2001 a 2003.

Os métodos de classificação de clusters dividem-se em dois tipos: hierárquica e não-hierárquica. A primeira é mais apropriada quando o número de objetos não é grande, então é possível construir uma série de partições encaixadas, de modo que os grupos formam subconjuntos de um agrupamento maior, podendo ser por aglomeração ou por divisão. No caso da classificação não hierárquica, o método de partição permite construir um agrupamento em k classes determinadas pelo investigador. Este tipo de classificação é mais adequado para um número grande de elementos (Hair *et al.*, 1995).

Na análise de cluster hierárquica, os gráficos de dendrogramas são utilizados para visualizar como os clusters são formados. Todavia, quando o banco de dados é grande, é impraticável apresentar dendrogramas. Para algoritmos de agrupamento não hierárquico (*k-means*), um tipo de gráfico denominado “*clustergrama*” permite examinar como os membros dos clusters são a eles designados na medida em que o número de clusters aumenta. Este

gráfico também fornece direções para o pesquisador tomar decisões sobre quantos k clusters agrupam melhor os dados (Schonlau, 2002).

Embora haja as indicações para cada método, há autores que recomendam iniciar a análise pelo método hierárquico, e se não for possível o agrupamento, partir para o não hierárquico (Afifi & Clark, 1990). Desse modo, o pesquisador já poderia estabelecer a priori os k clusters, no momento de realizar a análise não-hierárquica, que é o método utilizado neste estudo, cumprindo a função exploratória e geradora de hipóteses, que é atribuída a este tipo de análise.

Limites e possibilidades da avaliação com clusters

Esta técnica de cluster se inscreve como análise exploratória, já que trabalha com a distribuição real dos dados e não os qualifica ou categoriza a priori. Assim, reconhece-se como uma vantagem, pois possibilita revelar os padrões dos dados, favorecendo uma interpretação objetiva dos resultados.

Para Sanders, os pontos positivos da avaliação de cluster são: a possibilidade de responder às necessidades específicas dos interessados pelo programa e a promoção de oportunidades significativas de interação entre os atores do programa. É um processo de aprendizagem e de redefinição de idéias, e pode revelar diferenças de contextos. Como limitação, o autor expõe que este tipo de avaliação está em constante evolução, pois seus critérios dependem da situação identificada, e também é produto das diferenças contextuais e que dificulta a comparação (Sanders, 1997).

Nesta experiência identificou-se que a análise de cluster possibilita encontrar diferenças de desempenho em municípios que teoricamente teriam as mesmas possibilidades, e assim responder ao programa, como é o seu processo e os resultados que está alcançando; como a análise de cluster é relativamente simples, foi possível incorporá-la como método de

agrupamento de municípios por suas semelhanças de desempenho, o que possibilita sua análise no cotidiano de forma rápida.

1.4.2 Análise multinível

Neste estudo também se utilizou da análise multinível, conhecida também como análise hierárquica, modelo de coeficientes aleatórios ou modelo de efeitos aleatórios (Diez-Roux, 2000). Este tipo de modelagem é recomendado para dados que possuem estrutura hierárquica, e também quando há grande número de unidades a serem agrupadas em outras unidades (Goldstein, 1999; Hox, 1995), como é o caso do Brasil, com 5561 municípios.

É um método estatístico desenvolvido inicialmente no campo das ciências sociais, e que analisa os efeitos na variável resposta a partir de variáveis medidas em níveis de agregação diferentes da unidade primária de observação. Por exemplo: individual, local de trabalho, bairro, estado, região, etc. Esta análise permite examinar os efeitos de um nível superior e dos preditores de um nível inferior, levando em conta a dependência das observações intra e entre os grupos, e modelando não somente pelas características individuais, mas também pelas características da população ou da área. Estas últimas podem ser: composição dos grupos (características dos indivíduos nos grupos), por exemplo, a proporção de pessoas que vivem na pobreza; ou contextuais, que não podem ser reduzidas ao nível individual, como exemplo, densidade populacional (Diez Roux, 2002).

Embora as idéias de análise multinível venham aparecendo e reaparecendo há mais de 50 anos, somente na década de 1980, quando se tornaram disponíveis softwares para lidar com esta análise, vários autores começaram a introduzir abordagens sistemáticas de análises estatísticas com dados estruturados hierarquicamente, que têm sido amplamente utilizados nas áreas de educação, epidemiologia, geografia, economia, e outras (Goldstein,

1999). A utilização de métodos estatísticos complexos constitui-se em desafio para a epidemiologia e devem ser encorajados, no sentido de articular teorias causais de doenças, que trazem consigo fatores definidos em diferentes níveis. Isto indica que o método não se torna um fim em si mesmo, mas permite encontrar um modelo mais realístico para explicar as doenças (Diez-Roux, 2000).

É conhecido que existe um gradiente socioeconômico influenciando a saúde, e que, portanto não é somente um ponto de corte de pobreza que determina a saúde boa ou não. Desse modo, há que se considerar o contexto no qual o indivíduo e as populações estão inseridas, seja como sujeitos que usam e modificam seu ambiente, ou como “objetos” que sofrem influências e são transformados por esse ambiente, num processo de produção e reprodução cotidiana nos mais diversos níveis.

Deste princípio, a análise multinível pode contribuir grandemente ao considerar a hierarquia dos dados, permitindo identificar os níveis e como os efeitos ocorrem, e assim, quantificá-los. A contribuição desse entendimento permite a adoção de políticas de intervenção voltadas para os agrupamentos nos níveis identificados, bem como a definição dos diferenciais existentes nas populações.

É apropriado usar análise multinível quando existe uma natureza hierárquica dos dados. Ignorar a hierarquia favorece a subestimação dos parâmetros que estejam correlacionados em diversos níveis. Isto permite ir além da modelagem linear simples, cuja estrutura está limitada a duas partes: uma fixa (coeficientes) e outra aleatória (o erro, com média zero e variância constante). Neste caso, a média do desfecho é modelada como uma função linear dos preditores. Regressão linear para uma variável explanatória X:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i \quad (1)$$

Onde:

β_0 = intercepto; β_i = inclinação; e_i = erro residual; i = efeito em um único nível.

Nos modelos de efeitos aleatórios, os coeficientes da regressão variam aleatoriamente nos níveis hierárquicos, permitindo aos níveis terem coeficientes específicos, e assim, avaliar a significância contextual dos efeitos corrigindo para os agrupamentos formados. Regressão multinível, para uma variável explanatória X:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}X_{ij} + e_{ij} + u_{0j} \quad (2)$$

Onde:

β_{0j} = intercepto variando nos grupos j ; β_{1j} = inclinação; e_{ij} = erro residual de primeiro nível $\sim N(0, \sigma^2)$; u_{0j} = erro residual do segundo nível $\sim N(0, \sigma_j^2)$; i = efeito no primeiro nível; j = efeito no segundo nível. Assume-se que cada grupo do segundo nível tem um intercepto β_{0j} e pode ter uma inclinação β_{1j} diferente.

A análise multinível tem aplicação em vários contextos, nos quais os dados estejam aninhados e haja fonte de variação aleatória. Portanto, a análise de dados longitudinais também pode usar a abordagem multinível. Isto favorece o exame das variações de taxa ao longo do tempo, aninhado a diferentes áreas geográficas (taxas para áreas menores, aninhadas dentro de regiões, ou áreas maiores) (Diez Roux, 2002).

Há um ganho importante ao utilizar análise multinível longitudinal, pois permite trabalhar com dados desbalanceados. Desse modo, os dados faltantes não implicam em redução do tamanho amostral (Snijders & Bosker, 1999). Neste estudo, o tempo é o primeiro nível, que está aninhado em um grupo, constituído pelos municípios brasileiros, que por sua vez são agrupados pelas regiões metropolitanas, formando o terceiro nível do modelo. Assim, possibilita não somente ao intercepto aleatório, mas inclinação aleatória, no variando com as ocasiões, aqui medidas anualmente.

2 JUSTIFICATIVA

Dado que a tuberculose apresenta reconhecida importância epidemiológica, por se constituir um problema de saúde pública em franca expansão, a realização de pesquisas que subsidiem a implementação de intervenções para sua prevenção, controle e tratamento devem ser encorajadas. Como descrito na introdução, estudos revelam taxa de incidência elevada de TB no Brasil por longo tempo (Hijjar *et al.*, 2001; Ruffino-Netto, 2002). Outros apontam para necessidade de reformulação de políticas e reorganização do programa de TB (Pio *et al.*, 1997), e sobretudo a complexidade de seu controle (Mota *et al.*, 2003). Há que se considerar também os diferenciais regionais, onde os registros de tuberculose apresentam disparidades importantes (Menezes *et al.*, 1998).

Portanto, há necessidade de um olhar mais atento aos fatores relacionados à distribuição da tuberculose nas diferentes regiões brasileiras, bem como do desempenho dos municípios na execução do processo de detecção, acompanhamento e cura dos pacientes de TB.

A detecção precoce de casos e elevação na taxa de cura dos casos diagnosticados são estratégias reconhecidas para o controle da TB. Do mesmo modo, a identificação de fatores de risco ligados ao estado socioeconômico do indivíduo, como preditores da doença, são incontestáveis. Apesar disso, ainda há questionamentos sobre quais os fatores que têm contribuído para a elevada incidência da TB no Brasil, e sobre a atuação dos programas municipais de controle.

As pesquisas que buscaram descrever a situação da tuberculose no Brasil, de morbidade (Laguardia & Merchan-Hamann, 2003; Menezes *et al.*, 1998) ou de mortalidade (Oliveira *et al.*, 2004; Santo *et al.*, 2003; Selig *et al.*, 2003), se constituem em estudos com

algum segmento do país, seja cidade ou estado. Algumas pesquisas se dedicaram a avaliar o programa de tuberculose de forma global (Pio *et al.*, 1997); nacional, tratando da efetividade do programa baseada no diagnóstico e tratamento (Penna, 1988c); também em âmbito nacional, mas descrevendo o programa ou a situação da tuberculose no sistema de saúde do Brasil (Penna, 1988b; Ruffino-Netto, 1999; Ruffino-Netto & Souza, 2001); ou local abordando sobre o tratamento (Oliveira *et al.*, 2005).

Este estudo por sua vez, utiliza os dados nacionais, abordando aspectos associados à incidência da doença, e ao desempenho do programa de controle nos municípios brasileiros. Além disso, a proposição de realizar análise multinível dos fatores associados à tuberculose permite identificar a variação da doença nos diferentes níveis de agregação, assim como a análise de cluster servirá como proposta de agrupamento classificatório dos municípios, para levantar hipóteses e possivelmente, contribuir para sua avaliação.

Portanto esta tese reúne a proposta de dois artigos: o primeiro constitui-se na utilização de análise multivariada de cluster para classificar os municípios brasileiros (2001-2003), de acordo com a operacionalização do Programa Nacional de Controle da Tuberculose; e o segundo, consta de uma modelagem longitudinal multinível da tuberculose no Brasil, cujos agregados são a taxa de incidência anual, os municípios e as regiões metropolitanas, nos anos de 2001, 2002 e 2003.

A aplicação destas técnicas analíticas permite encontrar uma forma de explicar o problema da tuberculose no Brasil, bem como apontar sugestões que direcionem o funcionamento do programa.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Avaliar a situação da tuberculose no Brasil, no período de 2001 a 2003, segundo indicadores do processo de operacionalização do programa de controle, e estimar os efeitos de fatores determinantes da taxa de incidência da doença.

3.2 Específicos

- Classificar o desempenho dos municípios brasileiros no Programa Nacional de Controle de Tuberculose 2001-2003.
- Analisar a Distribuição da Tuberculose nas Áreas Metropolitanas do Brasil, 2001-2003.

4 MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Todo este estudo utiliza uma análise ecológica, entretanto o primeiro artigo considera um corte transversal, e emprega a taxa de incidência de tuberculose nos anos 2001, 2002 e 2003 como uma média global dos três anos. Trata-se de uma análise multivariada de clusters, com enfoque descritivo, exploratório e classificatório, da operacionalização do programa nos municípios. O segundo artigo tem abordagem preditiva, utilizando modelagem longitudinal multinível para medidas agregadas pelo tempo (anos 2001, 2002 e 2003), municípios e regiões metropolitanas do Brasil.

4.2 Área e população de estudo

O Brasil possui uma extensão de 8.511.965 km², e no ano 2000 contava com uma população de 169.799.170 habitantes (IBGE, 2000). Está dividido em 5 regiões fisiográficas: norte, nordeste, sudeste, sul e centro-oeste. Para este estudo, são consideradas unidades de análise os 5561 municípios constantes no SINAN, dos quais, 1161 pertencem às regiões metropolitanas, e 315 são classificados como municípios prioritários pelo PNCT.

4.3 Fonte dos dados

Os dados demográficos e socioeconômicos foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), conforme o censo demográfico de 2000 (IBGE, 2000).

Devido se utilizar dados do período intercensitário, a estimativa populacional para 2001, 2002 e 2003 foi obtida no Departamento de Informação e Informática do SUS (DATASUS) – Ministério da Saúde, assim como as notificações de AIDS para os mesmos anos.

Os registros do Programa Nacional de Controle de Tuberculose foram obtidos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Ministério da Saúde, com bancos de dados dos anos 2001, 2002 e 2003, disponibilizados em março de 2005. Este banco de dados foi organizado no programa estatístico Stata 9.0 (Statacorp, 2005), onde também se utilizou o comando *finddup* com o objetivo de encontrar e eliminar observações duplicadas com coincidência nas variáveis: nome do paciente, nome da mãe e data do nascimento.

4.4 Variáveis utilizadas

Análise de Cluster

Taxa média de incidência de tuberculose nos anos 2001, 2002 e 2003.

Taxa média de incidência da AIDS nos anos 2001, 2002 e 2003.

Proporção de abandono de tratamento para TB entre os casos novos com informação de encerramento.

Proporção de casos notificados pelo município de residência.

Proporção de cura entre os casos novos com informação de encerramento.

Proporção de casos com informação de encerramento entre os casos novos.

Proporção de casos em tratamento supervisionado (DOTS) entre os casos novos.

Proporção de casos pulmonares que realizaram baciloscopia de escarro no início do tratamento.

Análise hierárquica

Taxa de incidência anual de tuberculose para 2001, 2002 e 2003.

Proporção de domicílios com renda total de até dois salários mínimos. Esta variável foi dividida em três estratos, usando quartis: o primeiro consta de 25% dos municípios mais ricos (primeiro quartil); o segundo estrato compõe-se de 50% dos municípios intermediários; e o terceiro estrato consta de 25% dos municípios mais pobres.

Densidade populacional por área do município.

Proporção de cura entre os casos novos com informação de encerramento.

Taxa de incidência de AIDS no ano 2002 nas regiões metropolitanas.

Região, composta pelas cinco regiões fisiográficas do Brasil: norte, nordeste, sudeste, sul e centro-oeste.

4.5 Plano de análise

4.5.1 Visualização dos dados e análise descritiva

Análise exploratória, com gráficos de dispersão, box plots e estudo de correlação dos indicadores, para identificar como as variáveis estavam relacionadas ao desfecho^a. Foram elaboradas tabelas para identificar associações entre as variáveis.

^a No anexo 1 encontram-se os gráficos e comentários da análise exploratória.

4.5.2 Análise de cluster

Como um instrumento de análise exploratória, foi realizada a análise de cluster. Esta buscou agrupar os municípios com características semelhantes, concernente à situação do Programa Nacional de Controle de Tuberculose, considerando a morbidade por TB e AIDS, bem como os indicadores de desempenho do programa. Esta análise foi realizada utilizando-se o programa computacional Stata 9.0 (Statacorp, 2005)

Processo de agrupamento.

Foi escolhido o método de agrupamento não-hierárquico (*k-means*) com vistas a otimizar o processo e devido ao grande número de dados. O número de *k* clusters foi definido a partir da inspeção de clustergrama (Schonlau, 2002) (Figuras 10 e 11, Anexo 1). Cada variável, ou grupo de variável era agrupada em clusters de 1 a 10. Esses clusters eram plotados no gráfico clustergrama para se identificar em quantos clusters ocorria o agrupamento mais heterogêneo e epidemiologicamente interpretável. Utilizou-se também a tabulação das médias de cada cluster pelas variáveis analisadas. Desse modo era possível identificar a média de cada cluster bem como o número de municípios que estava sendo agrupado.

Como os agrupamentos foram formados por variáveis com a mesma dimensão, estas foram utilizadas sem padronização, e deste modo, não foram perdidas as características de variância.

O primeiro agrupamento teve seu processo iniciado a partir de unidades municipais definidas aleatoriamente como centróide (*krandom*). E o segundo utilizou partições aleatórias no conjunto de municípios (*prandom*). Para os dois casos foi determinada uma semente a fim de permitir a reprodutibilidade do processo aleatório. Houve 2.256

municípios que não participaram do segundo agrupamento por falta de dados, e por isso foram classificados, pelas pesquisadoras, em um grupo adicional de dados faltantes nos indicadores operacionais. Os clusters foram definidos com base na similaridade entre os municípios medida pela distância euclidiana entre as variáveis, que deve conter os municípios mais similares nos grupos e mais heterogêneos entre os grupos. Os critérios utilizados para caracterizar a qualidade dos clusters não são absolutos, mas foram encontrados heurísticamente.

A agregação foi realizada com as seguintes variáveis:

Morbidade - compreende a taxa de TB + taxa de AIDS.

Desempenho do programa - proporção de abandono de tratamento, entre os casos novos encerrados; proporção de casos notificados pelo município de residência; proporção de cura, entre os casos novos com informação de encerramento; proporção de casos com informação de encerramento, entre os casos novos; proporção de casos em tratamento supervisionado – DOTS –, entre os casos novos; e, proporção de casos pulmonares que fizeram baciloscopia de escarro no início do tratamento, entre os casos novos pulmonares.

Para os dois conjuntos de variáveis foram identificados 5 clusters. Entretanto, atribuiu-se um cluster adicional nos indicadores de desempenho para os municípios com dados faltantes. Os municípios foram mapeados segundo sua classificação por cluster, nas dimensões de morbilidade e de desempenho.

Comparou-se a distribuição por clusters dos municípios pertencentes ou não a regiões metropolitanas; se municípios prioritários ou não; e de acordo com o tamanho da população, isto é, se eram municípios com população maior que 80 mil habitantes ou não. O teste estatístico qui-quadrado (χ^2) de Pearson com nível de significância de 5% foi utilizado para identificar associação entre essas categorias de municípios e a sua distribuição por cluster.

4.5.3 Análise hierárquica

Para construção do modelo multinível, definiu-se a menor unidade de análise sendo a taxa anual de tuberculose referente aos anos de 2001, 2002 e 2003 por município. Foi construído um modelo longitudinal, no qual o ano figura como primeiro nível; no segundo nível, os municípios; e, no terceiro nível, as regiões metropolitanas.

No primeiro passo analisou-se do modelo vazio (*compound symmetry*), para captar as diferenças de variação de cada nível. Neste processo foram avaliadas as variâncias atribuídas a cada nível.

Os casos de tuberculose foram modelados pela regressão do tipo Poisson longitudinal multinível com superdispersão, utilizando o logaritmo da população do município, que é o denominador da taxa de incidência, como termo *offset*, para fixar o efeito no modelo.

$$Y_{ijk} \sim \text{Poisson}(\pi_{ijk})$$

$$\log(\pi_{ijk}) = \log(pop) + \sum_{h=1}^n \beta_h X_{hijk} + u_{0jk} + v_{0k} + u_{1jk}$$

i, j, k = ano, município e região metropolitana respectivamente

Y = variável resposta = casos novos de tuberculose

u_0 = efeito aleatório do segundo nível, $u_{0jk} \sim N(0, \sigma_{u_0}^2)$, correspondendo aos resíduos associados ao intercepto aleatório ao nível dos municípios.

v_0 = efeito aleatório do terceiro nível, $v_{0k} \sim N(0, \sigma_{v_0}^2)$, que corresponde aos resíduos associados ao intercepto aleatório do nível das regiões metropolitanas.

u_1 = efeito aleatório do tempo no segundo nível, $u_{1jk} \sim N(0, \sigma_{u_1}^2)$, correspondendo aos resíduos associados ao intercepto aleatório e inclinação aleatória ao nível dos municípios.

As variáveis retidas eram aquelas capazes de diminuir a variância dos efeitos aleatórios nos agregados, pois desta forma, explicam a variabilidade da doença naquele nível.

Como há muitas unidades no segundo e terceiro nível, para a estimação empregaram-se os mínimos quadrados iterativos generalizados (Iterative Generalised Least Squares – IGLS – equivalente à máxima verossimilhança sob normalidade para os parâmetros aleatórios), ao invés de mínimos quadrados iterativos generalizados restritos (Restrictive Iterative Generalised Least Squares – RIGLS – equivalente à máxima verossimilhança residual sob normalidade). Assume-se que IGLS produzem estimativas de máxima verossimilhança menos enviesadas dos parâmetros aleatórios. A aproximação linear utilizou o método da quasi-verossimilhança preditiva (Predictive Quasi-Likelihood-PQL) de segunda ordem das séries Taylor (Goldstein, 1999).

O diagnóstico do modelo incluiu estudo das predições e resíduos dos níveis, avaliação da redução das variâncias de cada nível, análise de gráfico de interação e teste de significância estatística, ao nível de 5% para o erro padrão. Esta análise multinível foi realizada no programa estatístico MLwiN 2.02 (Rasbash *et al.*, 2005).

5 RESULTADOS

Os resultados são apresentados em dois artigos, em sua íntegra. As referências bibliográficas são específicas de cada artigo, e são citadas segundo os requisitos da revista de submissão. Algumas notas de rodapé foram introduzidas nessa seção, remetendo o leitor aos Anexos. Nestes são descritos alguns aspectos metodológicos referentes ao estudo de fundo, descrição do modelo teórico-conceitual utilizado no estudo atual e o diagnóstico do modelo de regressão multinível.

5.1 Classificação do desempenho dos municípios brasileiros no Programa Nacional de Controle de Tuberculose 2001-2003. (Artigo1).

Title: Performance classification of Brazilian municipalities in the National Tuberculosis Program, 2001-2003. (Article 1)

Desempenho dos municípios no controle de TB

The performance of the municipalities in TB control

Autores:

Maria Jacirema Ferreira Gonçalves^{a,b}, Maria Lúcia Fernandes Penna^b

^a Escola de Enfermagem de Manaus/Universidade Federal do Amazonas

^b Instituto de Medicina Social/ Universidade do Estado do Rio de Janeiro

5.1.1 Resumo

Objetivo:

Classificar os municípios brasileiros segundo morbidade e desempenho do controle da tuberculose, usando análise de cluster.

Métodos:

Utilizando dados de vigilância epidemiológica de TB e AIDS, e indicadores operacionais do Programa Nacional de Controle de Tuberculose, definiu-se dois grupos de clusters não hierárquicos (*k-means*), cujo número foi estabelecido pelo clustergrama. Municípios foram mapeados segundo sua classificação nos clusters, comparando-se a distribuição por clusters dos municípios em regiões metropolitanas, municípios prioritários, e segundo o tamanho da população. O qui-quadrado foi utilizado para testar associação nas categorias.

Resultados:

Dos 5 clusters de morbidade, a situação epidemiológica preocupante ocorre nos municípios com *Baixa TB e alta AIDS*, e *Alta TB e AIDS*, que predominam no sudeste e sul, e nos municípios grandes. O cluster de *Muito baixa TB e AIDS* concentra 50% dos municípios, o que pode configurar problemas de notificação. São 6 clusters de desempenho do programa. *Bom e Bom com baixo DOTS* predominam nos municípios pequenos, não prioritários e fora das regiões metropolitanas. No desempenho *Moderado* há maior proporção de municípios prioritários. Clusters *Regular e Fraco* concentram-se em 10% dos municípios, com abandono de tratamento elevado e cura muito baixa. O cluster *Muito Fraco* caracteriza-se pela falta de dados nos indicadores de desempenho.

Conclusão:

A análise discrimina municípios, e mostra não haver associação entre maior morbidade e melhor desempenho do programa, retratando inadequação da vigilância à realidade epidemiológica do Brasil. A situação é grave, traduzindo os precários fatores sociais associados à TB e AIDS, e insuficiente desempenho do programa de controle.

Descritores: tuberculose, epidemiologia, análise de cluster, avaliação de programa.

5.1.2 Abstract**Objective:**

To classify Brazilian municipalities according to morbidity and performance in tuberculosis (TB) control, using cluster analysis.

Methods:

Using TB and AIDS epidemiological surveillance data, and operational indicators of the National Tuberculosis Control Program, two non-hierarchical groups of clusters were defined (*k-means*), whose number was established by the clustergram. Municipalities were mapped according to their classification in the clusters, comparing the municipalities' clusters distribution in metropolitan areas, priority municipalities, and according to the population size. The chi-square was used to test association among categories.

Results:

In the five morbidity clusters, the worrisome epidemiological situation occurs in municipalities with *Low TB and high AIDS*, and *High TB and AIDS*, which predominate in the Southeast and South, and in large municipalities. The *Very low TB and AIDS* cluster concentrates 50% of municipalities, what may indicate notification problems. There are six program performance clusters. *Good and Good with low DOTS* predominate in small municipalities, non-priority and outside metropolitan areas. For *Moderate* performance, there is a larger proportion of priority municipalities. *Regular and Weak* clusters are concentrated in 10% of municipalities, with high treatment default and very low cure rates. The *Very weak* cluster was characterized by missing data of performance indicators.

Conclusion:

The analysis establishes distinctions among municipalities and shows that there is no association between more morbidity and better performance of the program, displaying inadequacy of surveillance in the Brazilian epidemiological situation. The situation is serious and confirms the precarious social factors associated with TB and AIDS, and insufficient performance of the control program.

Key-words: tuberculosis, epidemiology, cluster analysis, program evaluation.

5.1.3 Introdução

A tuberculose (TB) é uma doença de elevada incidência no Brasil, que se constitui em carga social e econômica para saúde, com danos individuais e coletivos. O Brasil notifica de 80 mil a 90 mil casos por ano desde 1980, correspondendo à taxa de incidência média de 45,2 casos por 100 mil habitantes em 2003². Não é possível manter uma perspectiva de eliminação, devido à pandemia da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), que causa impacto na incidência de TB⁹, e já se manifesta no Brasil como importante preditora da TB.

O Brasil conta com 5561 municípios, dos quais, 387 estão em regiões metropolitanas, e 312 têm mais de 80 mil habitantes. Portanto, há necessidade de uma análise que possibilite olhar para esse grande número de municípios, e responder questões sobre a situação epidemiológica da TB no Brasil, e sobre o desempenho da vigilância do Programa Nacional de Controle da Tuberculose (PNCT).

Na década de 1980, o PNCT iniciou o processo de descentralização de ações do nível federal para o nível estadual. E na década de 1990, a descentralização estendeu-se ao nível municipal.

Dado que em 1993 a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou o estado de emergência da tuberculose²⁵, o Ministério da Saúde (MS) orientou o plano de controle da doença, cujo alvo seria o fortalecimento do PNCT nos municípios. Em 1996 foram selecionados 230 municípios denominados prioritários para o programa, onde se concentrava 75% dos casos de TB estimados para o Brasil. A partir do ano 2000 foram detalhados critérios de seleção e redimensionados para 315 visando melhor efetividade do programa nesses municípios. A escolha dos municípios prioritários baseou-se em critérios de magnitude epidemiológica da TB e da AIDS, tamanho da população, bem como informações operacionais de vigilância dos casos¹⁹, e passou a orientar os investimentos do programa. Ou

seja, o PNCT direcionou a política de controle para um subconjunto de municípios brasileiros, correspondendo a cerca de 5,7 % dos municípios do país, onde se concentra 53 % da população.

Embora existam estudos de avaliação do controle da tuberculose no mundo^{16,17}, no Brasil¹⁸, e em alguns municípios^{5,10}, o país carece de informações sobre o desempenho de seus municípios no PNCT, que possibilite o conhecimento nacional e local da situação da TB. Esse conhecimento pode ser utilizado no sentido de orientar e contribuir para tomada de decisão na política de controle da TB, direcionar os esforços para os municípios onde a situação epidemiológica ofereça mais risco à coletividade ou onde a situação operacional do programa esteja aquém das metas estabelecidas.

A análise do desempenho dos municípios no PNCT constitui-se em necessidade, considerando-se que a mensuração por meio indicadores exprime, por aproximação, a situação do programa. Tal método de abordagem pode ser incorporado no campo da avaliação de programa de saúde, entendida como investigação dos méritos do programa e da política de saúde, a partir de um julgamento de valor⁴ envolvendo informações sobre as características, atividades, processos e resultados⁶ a respeito do PNCT.

Esta investigação utiliza os dados nacionais, no âmbito da morbidade, e do desempenho do programa de controle de TB nos municípios brasileiros, destacando-se: municípios prioritários e não prioritários; regiões metropolitanas e não-metropolitanas; e o tamanho da população (municípios com mais de 80 mil habitantes e aqueles com até 80 mil habitantes).

O objetivo desta pesquisa foi classificar os municípios brasileiros aplicando análise de cluster, com base nos dados de vigilância epidemiológica de TB e AIDS, e quanto ao desempenho operacional do Programa Nacional de Controle de Tuberculose, utilizando

indicadores operacionais, com vistas a descrever e avaliar o programa a partir dos grupos identificados, no período de 2001 a 2003.

5.1.4 Métodos

Os dados de tuberculose foram obtidos em março de 2005, na base de dados do Sistema Nacional de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde (SINAN-MS). As notificações de AIDS, assim como a estimativa populacional, para 2001, 2002 e 2003, foram compiladas no Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) em janeiro de 2006.

As variáveis utilizadas no primeiro grupo de clusters (morbidade) foram: taxa média de incidência de tuberculose no período de 2001 a 2003, por 100 mil habitantes; e, taxa média de incidência de AIDS de 2001 a 2003, por 100 mil habitantes.

No segundo grupo de clusters (desempenho), as variáveis foram: proporção de abandono de tratamento, entre os casos novos encerrados; proporção de casos notificados pelo município de residência, entre todos os casos novos notificados; proporção de cura, entre os casos novos com informação de encerramento; proporção de casos com informação de encerramento, entre os casos novos; proporção de casos em tratamento supervisionado – DOTS –, entre os casos novos; e, proporção de casos pulmonares que fizeram baciloscopia de escarro no início do tratamento, entre os casos novos pulmonares.

A análise de cluster foi implementada no programa computacional Stata²², e empregou o método não hierárquico de médias (*k-means*), para o agrupamento. Os clusters foram definidos com base na similaridade entre os municípios medida pela distância euclidiana entre as variáveis, que deve conter os municípios mais similares nos grupos e mais heterogêneos entre os grupos.

O primeiro agrupamento teve seu processo iniciado a partir de unidades municipais definidas aleatoriamente como centróide (*krandom*). E o segundo utilizou partições aleatórias no conjunto de municípios (*prandom*). Para os dois casos foi determinada uma semente a fim de permitir a reprodutibilidade do processo aleatório. Houve 2.256 municípios que não participaram do segundo agrupamento por falta de dados, e por isso foram classificados, pelas pesquisadoras, em um grupo adicional de dados faltantes nos indicadores operacionais.

O número de clusters foi determinado pela inspeção do clustergrama²⁰, onde os conjuntos de indicadores de morbidade e de desempenho eram agrupados de 1 a 10 clusters e diagramados no clustergrama^b. O ponto de corte era na porção onde os grupos começavam a mostrar instabilidade na partição, misturando-se uns aos outros. O julgamento ocorreu a partir da geração de clusters classificáveis, e epidemiologicamente interpretáveis. Os municípios foram mapeados segundo sua classificação por cluster, nas dimensões de morbidade e de desempenho.

Comparou-se a distribuição por clusters dos municípios de regiões metropolitanas e os não-pertencentes a regiões metropolitanas; se municípios prioritários ou não-prioritários; e, de acordo com o tamanho da população, isto é, se eram municípios com população maior ou menor que 80 mil habitantes. O teste estatístico qui-quadrado (χ^2) de Pearson foi utilizado para identificar associação entre essas categorias de municípios e a sua distribuição por cluster, ao nível de significância de 5%.

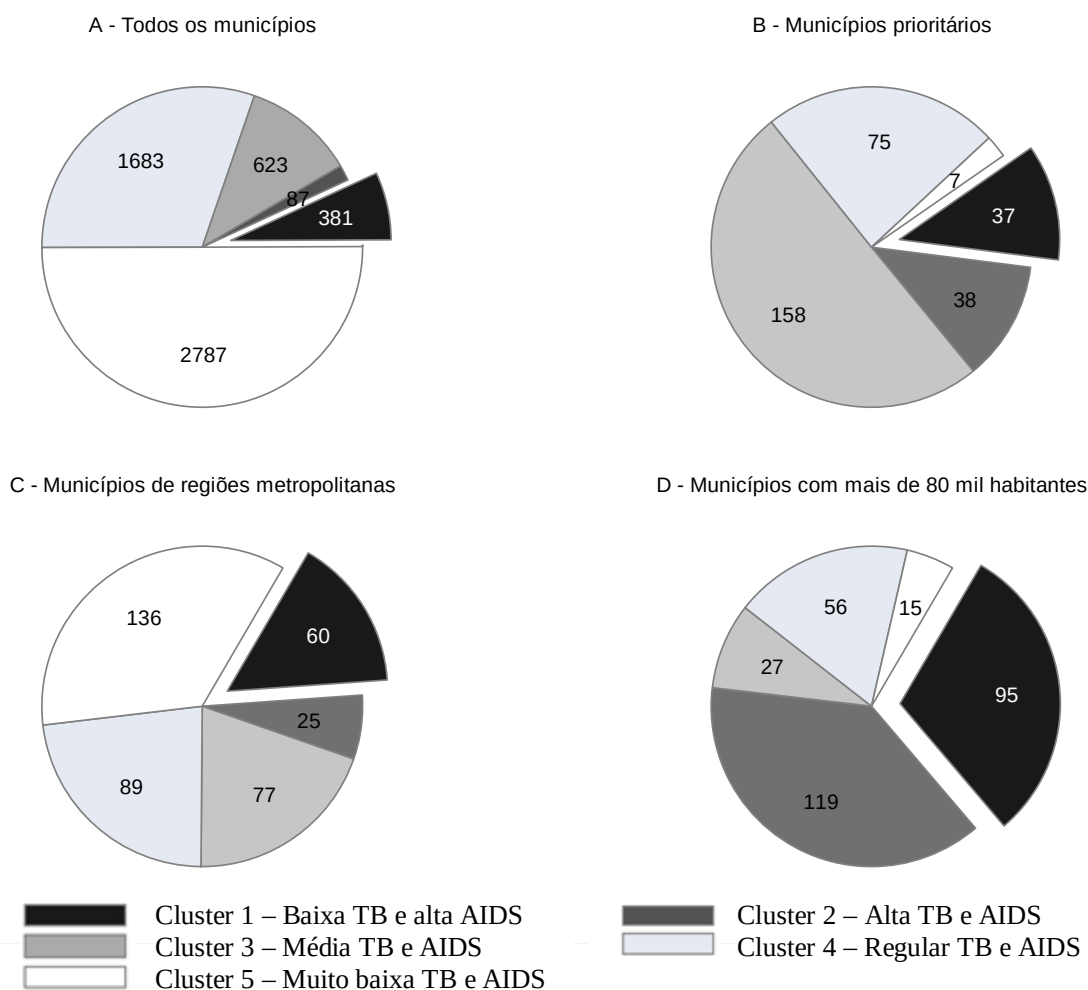
^b A apresentação e interpretação do clustergrama encontra-se no Anexo 2.

5.1.5 Resultados

Para os anos de 2001 a 2003, a média da taxa de incidência de tuberculose por 100 mil habitantes, entre todos os municípios foi de 19,2, e a taxa média de incidência de AIDS foi de 4,6.

Foram definidos cinco clusters de municípios para os indicadores de morbidade de TB e AIDS (Figura 1-A). Suas respectivas taxas médias (por 100 mil habitantes), e composição de municípios por cluster, são: **Cluster 1** com 381 municípios, caracterizado por *Baixa TB e Alta AIDS* (médias 14,5 e 20,7); **Cluster 2** formado por 87 municípios apresentando *Alta TB e AIDS* (médias 133,3 e 16,5); **Cluster 3** composto por 623 municípios, denominado *Média TB e AIDS* (médias 53,1 e 8,0); **Cluster 4** contendo 1683 municípios manifestando *Regular TB e Baixa AIDS* (médias 25,1 e 3,5); e, **Cluster 5** constituído de 2.787 municípios expressando *Muito Baixa TB e AIDS* (médias 5,1 e 2,0).

Clusters de morbidade



Fonte: SINAN - MS

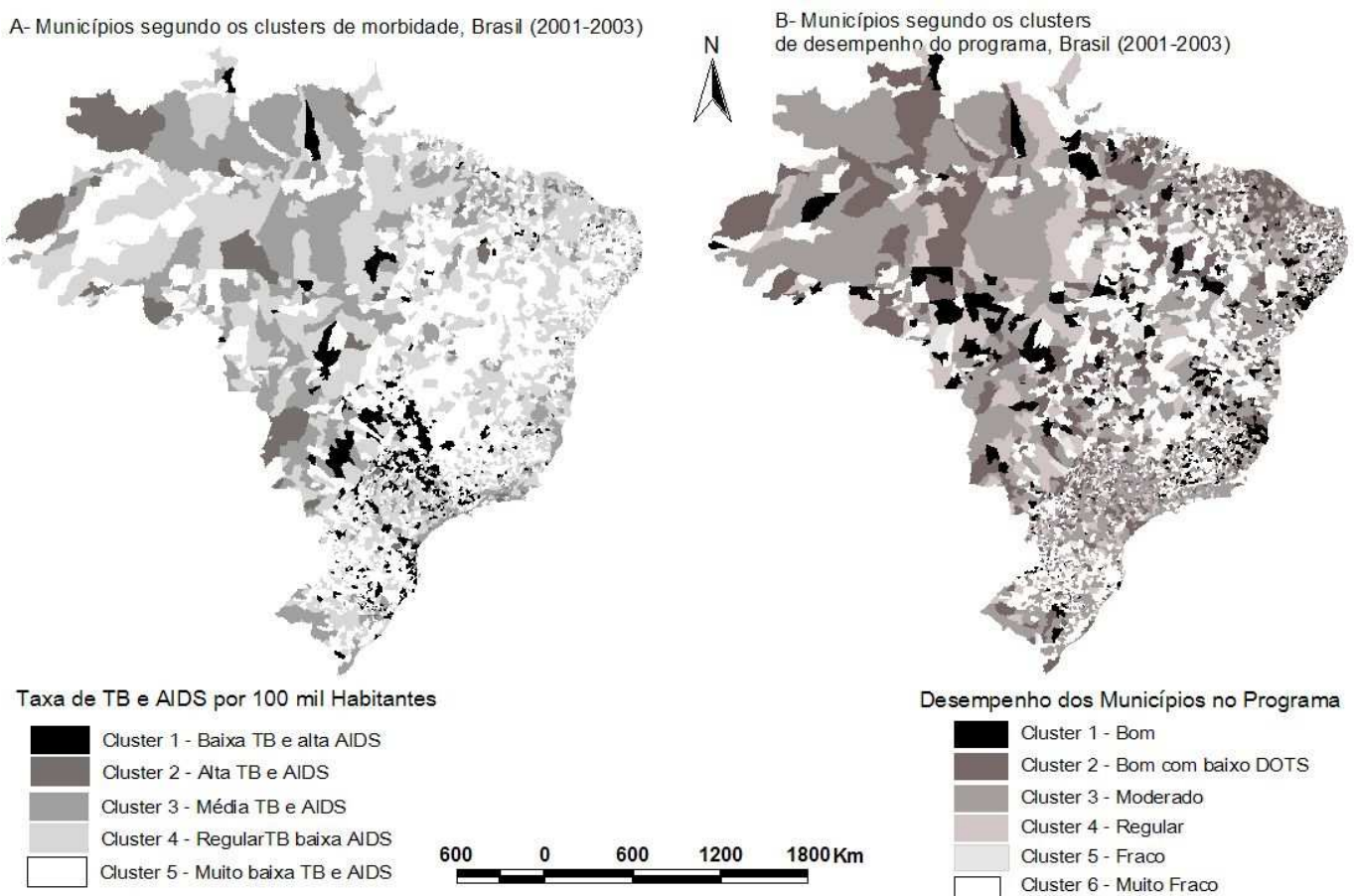
Figura 1 - Distribuição dos municípios nos clusters de morbidade, Brasil (2001-2003).

A- Todos os municípios. B- Municípios prioritários. C- Municípios de regiões metropolitanas. D- Municípios com mais de 80 mil habitantes

A Figura 1 apresenta as diferentes distribuições dos clusters em todos os municípios (1-A), e a sua estratificação por municípios prioritários (1-B), regiões metropolitanas (1-C) e, tamanho da população (1-D). As diferenças da distribuição por clusters segundo estas variáveis foram estatisticamente significativas (municípios prioritários $\chi^2_4 = 856,7$ ($p < 0,001$), região metropolitana $\chi^2_4 = 163,1$ ($p < 0,001$) e, tamanho da população $\chi^2_4 = 515,1$ ($p < 0,001$).

Na Figura 2-A apresenta-se a distribuição espacial dos municípios segundo os clusters de morbidade no Brasil. Observa-se maior prevalência do **cluster 1** nas regiões

sudeste, principalmente em São Paulo, e sul, com predomínio em Santa Catarina; o **cluster 2** é mais expressivo nas regiões norte e centro-oeste; o **cluster 3** é mais abundante nas regiões norte (Amazonas e Pará), e centro-oeste (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul); o **cluster 4** predomina no nordeste (Ceará, Pernambuco e Sergipe); e, o **cluster 5** destaca-se na região sul, mas apresenta-se também em vários municípios do nordeste.



Fonte: SINAN - MS

Figura 2 - Distribuição espacial dos clusters de morbididade (A) e de desempenho (B) nos municípios, Brasil (2001 – 2003).

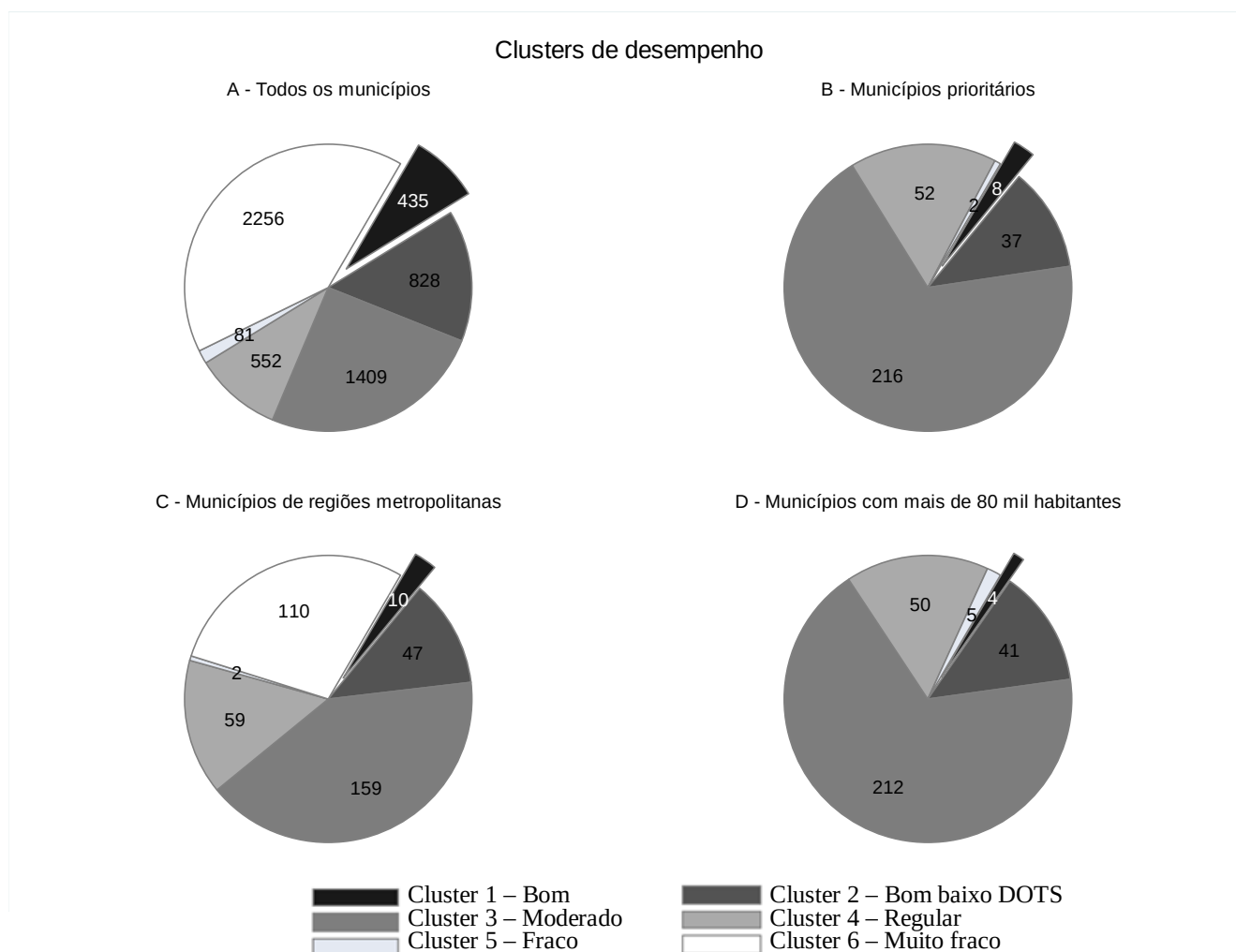
No segundo agrupamento foram definidos cinco clusters, além de um imputado *ad hoc*, totalizando 6 grupos. A Tabela 1 mostra o número de municípios por cluster, médias e erro padrão – (EP) dos percentuais dos indicadores de desempenho.

Os clusters foram classificados a partir de suas características epidemiológicas de acordo com as médias dos indicadores de desempenho, cuja distribuição é mostrada na Figura 3-A e Tabela 1: **Cluster 1** com 435 municípios classificados como desempenho *Bom*, apresentando baixa proporção de abandono, elevada cura, elevado encerramento, elevada baciloscopia e elevado DOTS; **Cluster 2** constituído por 828 municípios, denominado *Bom com baixo DOTS*, pois só difere do cluster 1 pela baixa proporção de DOTS; **Cluster 3** contendo 1409 municípios, designado como desempenho *Moderado*, por manifestar baixa proporção de abandono, elevada cura, baixo encerramento, baixa baciloscopia, e moderado DOTS; **Cluster 4** que compreende 552 municípios, classificado como *Regular*, com elevada proporção de abandono, baixa cura, baixo encerramento, baixa baciloscopia, e moderado DOTS; **Cluster 5** composto por 81 municípios, classificado como *Fraco*, apresentando proporção de abandono muito elevada, cura muito baixa, baixo encerramento, baixa baciloscopia, e razoável DOTS; **Cluster 6** compreende 2.256 municípios, aqui classificados como desempenho *Muito fraco*, devido à falta de dados nos indicadores de desempenho, seja total, ou faltando dados nos indicadores de resultado do tratamento.

Tabela 1 - Média dos indicadores segundo os Clusters de desempenho do programa no Brasil (2001-2003).

Clusters de Desempenho	Proporção Abandono	Prop. Casos Notificados/ Município Residência	Proporção Cura	Proporção Encerramento	Proporção Casos Fizeram Baciloscopia	Proporção DOTS	N
	Média (EP)	Média (EP)	Média (EP)	Média (EP)	Média (EP)	Média (EP)	
1 – Bom	4,8 (0,5)	97,8 (0,3)	84,4 (1,1)	69,1 (1,1)	93,3 (0,4)	70,3 (1,0)	435
2 – Bom com baixo DOTS	4,3 (0,3)	95,2 (0,5)	87,7 (0,5)	74,7 (0,6)	92,7 (0,3)	8,5 (0,4)	828
3 – Moderado	4,0 (0,2)	94,7 (0,3)	89,4 (0,3)	34,1 (0,3)	70,0 (0,4)	13,0 (0,4)	1409
4 – Regular	15,2 (0,7)	93,1 (0,6)	42,0 (1,0)	42,6 (0,8)	75,9 (0,8)	15,5 (0,7)	552
5 – Fraco	88,9 (2,1)	95,7 (1,8)	3,9 (1,1)	43,7 (3,1)	79,3 (2,4)	22,7 (3,3)	81
6 – Muito Fraco	-	97,1 (0,4)	-	-	64,7 (1,2)	18,2 (1,0)	2256
Total	8,2 (0,3)	95,5 (0,2)	78,3 (0,5)	38,3 (0,5)	76,3 (0,4)	19,6 (0,4)	5561

Fonte: SINAN - MS
EP= Erro Padrão



Fonte: SINAN - MS

Figura 3 - Distribuição dos municípios nos clusters de desempenho, Brasil (2001-2003).

A- Todos os municípios. B- Municípios prioritários. C- Municípios de regiões metropolitanas. D- Municípios com mais de 80 mil habitantes

De 315 municípios prioritários (Figura 3-B), a maioria (216) tem classificação de desempenho *Moderado*, seguido de *Regular* (52 municípios). A Figura 3-C mostra que de 387 municípios nas regiões metropolitanas, quase a metade (159) estão no *Moderado*, e 110 municípios estão no cluster *Muito fraco*. E a Figura 3-D mostra que dos 312 municípios com população de mais de 80 mil habitantes também há maior número de municípios no cluster *Moderado* (212 municípios), seguido do cluster *Regular*, com 50 municípios. As diferenças de distribuição por cluster foram estatisticamente significantes (χ^2_5), em termos de: município

prioritário $\chi^2_5 = 411,2$ ($p < 0,001$), região metropolitana $\chi^2_5 = 86,9$ ($p < 0,001$) e tamanho da população $\chi^2_5 = 396,5$ ($p < 0,001$).

O mapeamento dos clusters de desempenho é apresentado na Figura 2-B, onde se observa que o **cluster 1** aparece mais no centro-oeste, litoral do nordeste e em Minas Gerais; o **cluster 2** é expressivo no Ceará e na região Sudeste, especialmente São Paulo; o **cluster 3** é abundante no norte e no sudeste; os **clusters 4 e 5** têm sua distribuição dispersa em todo o mapa; o **cluster 6** é mais expressivo no interior do nordeste e na região sul.

A tabela 2 mostra distribuição dos clusters de morbidade e de desempenho do PNCT, com diferenças estatisticamente significantes ($\chi^2_{20}=1.920,0$ $p<0,001$). A maior concentração de municípios encontra-se no **cluster 6** de desempenho *Muito fraco*, e **cluster 5** de morbidade *Muito baixa TB e AIDS*. Os clusters de morbidade mais elevada têm maior proporção de municípios no desempenho *Moderado*.

Tabela 2 - Distribuição dos clusters de morbidade e de desempenho do PNCT no Brasil (2001-2003).

Clusters de morbidade	Clusters de desempenho						Total N (%)
	1 – Bom	2 – Bom c/ baixo DOTS	3 – Moderado	4 – Regular	5- Fraco	6 – Muito fraco	
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	
1 – Baixa TB e alta AIDS	10 (2,6)	64 (16,8)	128 (33,6)	50 (13,1)	5 (1,3)	124 (32,5)	381 (100,0)
2 – Alta TB e AIDS	2 (2,3)	15 (17,2)	45 (51,7)	21 (24,1)	1 (1,1)	3 (3,4)	87 (100,0)
3 – Média TB e AIDS	43 (6,9)	132 (21,2)	314 (50,4)	96 (15,4)	5 (0,8)	33 (5,3)	623 (100,0)
4 – Regular TB e AIDS	181 (10,7)	349 (20,7)	667 (39,6)	236 (14,0)	31 (1,8)	219 (13,0)	1.683 (100,0)
5 – Muito baixa TB e AIDS	199 (7,1)	268 (9,6)	255 (9,1)	149 (5,3)	39 (1,4)	1.877 (67,3)	2.787 (100,0)
Total	435 (7,8)	828 (14,9)	1.409 (25,3)	552 (9,9)	81 (1,5)	2.256 (40,6)	5.561 (100,0)

Fonte: SINAN - MS

$\chi^2_{20} = 1.924,0$ ($p < 0,001$)

5.1.6 Discussão

Os estudos baseados em dados secundários refletem as deficiências dos sistemas de informações que os geram, o que pode introduzir vieses e conclusões falsas. Neste estudo, a própria falta de informação foi incorporada, sob o aspecto de indicador operacional, e buscou-se interpretar os resultados levando em conta a possibilidade de sub-registro de casos.

A classificação dos 5.561 municípios brasileiros em clusters interpretáveis, do ponto de vista da avaliação epidemiológica e operacional no PNCT, permite a detecção de riscos e problemas operacionais em todo o país. Fato que difere da estratégia de avaliação e atuação baseada na restrição a um pequeno subconjunto de municípios, somente municípios prioritários, com uma proporção importante do número de casos notificados e da população nacional. A estrutura do Sistema Único de Saúde (SUS), com comando municipal, impõe estratégias de avaliação que possam orientar todas as secretarias municipais de saúde no planejamento e avaliação de suas atividades.

A análise de cluster é descritiva, não inferencial e de natureza exploratória⁸, e tem sido usada em estudos^{3, 21} que como este, necessitam de um processo classificatório. Caracteriza-se como um conjunto de procedimentos, visando agrupar e discriminar grupos de indivíduos, regiões ou qualquer objeto. Os agrupamentos ou clusters são construídos definindo-se critérios baseados em distâncias entre os objetos, a fim de que os mais próximos – segundo a métrica selecionada – fiquem no mesmo grupo, enquanto as maiores distâncias separem grupos^{3, 8}.

Destaca-se a importância deste tipo de metodologia de análise de cluster como um aplicativo na avaliação de programas, visto que permite identificar grupos homogêneos, e assim estudar suas características.

Nesta análise, o método *krandom* de partição se mostrou mais apropriado para a definição dos clusters de morbidade, pois inicia o agrupamento a partir de um município como centróide, e como só empregou duas variáveis, a proximidade entre municípios em cada média do indicador é conveniente. Já para os clusters de desempenho do programa, encontrou-se mais estabilidade no agrupamento com o método *prandom*, o qual utiliza primeiro a partição do conjunto de dados para em seguida agregar os objetos. A escolha aleatória do ponto inicial dos agrupamentos preveniu a formação que pequenos clusters com valores extremos.

Os resultados discriminam bem os municípios brasileiros, o que permite uma apreciação do PNCT nesses locais, e suscita possíveis explicações para a situação do programa no Brasil.

Os clusters de morbidade (Figuras 1 e 2-A) permitiram a detecção de dois grupos com situação epidemiológica mais preocupante: *baixa TB e alta AIDS* e, *alta TB e alta AIDS*. O primeiro grupo tem o risco de aumento da incidência de tuberculose, já que a AIDS é o fator conhecido mais poderoso para o desenvolvimento de TB^{7, 23}. O mapeamento indicou este grupo de clusters predominante nas regiões Sudeste e Sul, onde há maior prevalência AIDS no Brasil²³. Nos municípios onde as duas doenças têm taxas de incidência elevadas, a gravidade epidemiológica já está dada, oferecendo mais risco à população devido à fonte de infecção presente, bem como maior demanda para atuação da vigilância dos serviços de saúde.

Por outro lado, no **cluster 5** de *muito baixa TB e muito baixa AIDS*, aventa-se a possibilidade de que se trate de uma mistura de municípios com vigilância de má qualidade com aqueles que realmente têm baixa TB e AIDS. Este fato é predominante nos municípios não prioritários e nos pequenos, os quais possivelmente têm serviços menos especializados, podendo haver migração da população doente para municípios maiores em busca de

tratamento, ou pode estar encobrindo um subdiagnóstico. Deste modo, supõe-se que a taxa identificada pode estar sendo subestimada. Isto é corroborado pela existência de grande proporção de municípios com desempenho *Fraco* e *Muito Fraco* no PNCT.

A real incidência de casos de TB existente no país não é, portanto conhecida, já que os dados do sistema de informação permitem apenas trabalhar com os casos notificados, e estes dependem de como o nível local está estruturado tanto para captar os casos, quanto para acompanhar e notificar devidamente dentro do sistema de informação vigente.

Esta análise mostra que há municípios que têm *Bom* desempenho no programa, independente da implantação de DOTS. Ademais, a elevada proporção de pacientes tratados com esta estratégia está presente em municípios pequenos, não prioritários e não pertencentes às regiões metropolitanas. Estes estão localizados em grande parte em Minas Gerais, no Centro-Oeste, e no litoral do Nordeste.

Os municípios classificados como *Bom com baixo DOTS* têm a menor média de proporção de DOTS (8,49%) entre todos os clusters, sendo inclusive inferior à média nacional que é de 19,59%. Sem dúvida, há programa de controle de tuberculose funcionando com bom desempenho, independente da adoção de DOTS, pois esta é a única diferença entre os **clusters 1 e 2** de desempenho.

Em 1998 a estratégia DOTS foi implantada no PNCT, e em 1999 estava presente em 288 municípios¹⁸. Após cinco anos, era apontado como uma realidade não consolidada no Brasil¹⁹.

A proporção média de DOTS no Brasil é apenas cerca de 20%, instigando a necessidade de se avaliar os motivos de sua adoção restrita, já que em outros países DOTS apresenta impacto positivo no controle de TB ^{12, 17}, e o mesmo tem sido recomendado em alguns estudos no Brasil ^{11, 14}. Entre as hipóteses explicativas que devem ser avaliadas

ressaltam-se: obstáculos de uniformização e direcionamento da política nacional de implantação, utilização e avaliação de DOTS; entraves na operacionalização da estratégia, principalmente em grandes municípios; capacidade dos gestores; dificuldades de recursos para sua implementação.

Há que se questionar a exequibilidade de DOTS em regiões metropolitanas, onde há longas distâncias e os pacientes não são licenciados do trabalho diariamente para receber o tratamento supervisionado. Portanto, as questões relacionadas ao paciente também devem ser levadas em consideração ao se pensar em DOTS²⁴.

No conjunto de desempenhos *Moderado*, *Regular* e *Fracos*, 37% dos municípios foram classificados nestes clusters, cujo mapeamento não mostra um padrão regional de aglomeração, indicando que o fenômeno ocorre em todo o Brasil indistintamente. Estes municípios correspondem a 59,83% dos casos notificados de TB e a 74% da população brasileira.

Como no cluster de desempenho *Moderado* é predominante a proporção de municípios grandes e prioritários, ressalta-se a relação entre os recursos para o SUS e a prioridade designada a esse grupo de municípios nos últimos 10 anos. Observa-se que o problema principal nesse cluster é a informação de encerramento dos casos, que é a menor entre todos os clusters. Além disso, a proporção de casos que fizeram baciloscopia de escarro no início do tratamento não chega a 70%, e ao que parece, DOTS não é prioridade nesses locais.

É possível que a informação de encerramento retrate problemas de completitude dos dados, já que a proporção de cura entre os casos encerrados é elevada. Entretanto, a proporção de baciloscopia indica problemas transcendentais ao sistema de informação. Uma hipótese explicativa é a de que o SUS trata os pacientes de TB, sem o cumprimento das normas do programa. Salienta-se que outros indicadores, não utilizados

neste estudo, poderiam contribuir para discriminar, de forma acurada, a situação dos municípios com desempenho *Moderado*, tais como aqueles referentes à estrutura do programa disponível nesses municípios, para compreender melhor sua operacionalização.

A pior situação do PNCT é evidenciada pelo **Cluster 6 - Muito fraco**, o qual ocorre não só nos municípios pequenos, mas também naqueles de regiões metropolitanas, com exceção de 3 municípios com mais de 80.000 habitantes (Patos de Minas – MG, Campos dos Goytacazes – RJ, e Águas Lindas de Goiás – GO), num total de 2.256 municípios. Esta informação impele a necessidade de atenção para os municípios pequenos, que apresentam menor capacidade operacional do programa e, portanto, precisam ter seu programa reforçado. Entretanto, há municípios com mais de 80 mil habitantes onde o programa funciona de modo muito precário.

O cruzamento de morbidade muito baixa com a classificação de desempenho (Tabela 2) indica problemas tanto de notificação de TB, quanto a capacidade dos municípios em acompanhar os casos em tratamento. Além disso, na maior proporção dos municípios concentra-se a dificuldade em se avaliar a situação pela falta de dados.

Observou-se associação entre morbidade e desempenho do programa, o que retrata inadequação das ações de vigilância à realidade epidemiológica. Reconhecendo-a com o papel de recomendar e implementar ações que levem à prevenção e ao controle da doença, a vigilância epidemiológica deve levar em conta que a morbidade por doenças transmissíveis sofre vultosas influências do processo operacional dos serviços de saúde¹⁵. Isto é um indicativo de que a vigilância epidemiológica precisa ser fortalecida, em todos os níveis, no Brasil.

Chama a atenção que a proporção de abandono no cluster *Fraco* tenha média de 88,9%, concentrando-se nas regiões Nordeste e Sudeste. Embora seja um grupo pequeno de municípios (81), a situação é impressionante. No cluster de desempenho *Regular*, se

observa uma proporção média de abandono bem menor (15,24%), mas ainda assim, elevada. É maior até que a média nacional, de 8,16%, sendo que o Ministério da Saúde considera uma avaliação adequada do programa, quando o abandono está abaixo de 5%¹. A diminuição do abandono de tratamento é uma meta importante do programa, o qual é considerado um dos mais sérios problemas para o controle da tuberculose, porque implica na persistência da fonte de infecção, no aumento da mortalidade e das taxas de recidiva, além de facilitar o desenvolvimento de cepas de bacilos resistentes¹³.

Esta classificação forneceu um panorama do programa no Brasil, de modo a apontar como está a situação do controle da TB. Assim, a rápida detecção e conseqüente cura dos casos infecciosos são apontados como elementos chave para o controle de TB¹⁶. Mas ao programa de controle não basta executar estas tarefas. É necessário ter um sistema de saúde competente, com boa resolubilidade e qualidade de serviço prestado, para que alcance a população em sua totalidade.

Esta análise retrata que o PNCT não está adequado aos municípios de pequeno porte, e tampouco os municípios prioritários, não obstante recebam mais insumos, respondem insatisfatoriamente às necessidades de vigilância do programa.

O atendimento aos pacientes TB por um médico específico para o programa ou por um especialista inviabiliza um programa eficiente nos municípios de pequeno porte, o que pode explicar a grande proporção do cluster *Fraco* e *Muito Fraco*. No entanto, os clusters *Bom* e *Bom com baixo DOTS* são constituídos por municípios pequenos (431 e 787 municípios respectivamente). É possível que a estratégia DOTS nesses locais seja mais efetiva, considerando que pode usar toda a equipe de saúde na sua implementação. Além disso, uma melhor integração de todo o programa de TB na atenção primária à saúde, possibilita abordar o problema da TB, otimizando a atuação do programa.

Sugere-se que uma abordagem aprofundada, e com enfoque qualitativo, nos **Clusters 1 e 2** de desempenho enfocando municípios com diferentes tamanhos de população propicie a identificação dos condicionantes do bom desempenho do PNCT nesses locais. Desse modo, recomendações federais podem ser adotadas, contribuindo para melhorar os municípios com desempenho inadequado.

As diferenças regionais expressam a realidade dos estados e municípios. São situações extremamente graves, configuradas por elevadíssima taxa de incidência de TB, o que traduz tanto os precários fatores sociais associados à TB e AIDS, bem como insuficiente intervenção do programa de controle. Como o padrão TB-AIDS difere de região para região, requer abordagens diferentes e ao mesmo tempo, associadas para as duas doenças, tanto na notificação quanto na vigilância epidemiológica dos casos.

Outros estudos, entretanto, são necessários, no sentido de identificar os fatores, causais ou relacionados, que levam muitos municípios a terem desempenho baixo na operacionalização do PNCT. Pois, dentre outros fatores, a manutenção de elevada morbidade no Brasil passa pela qualidade do programa. Além disso, a qualidade dos dados precisa ser melhorada, pois a grande quantidade de dados faltantes compromete a interpretação dos resultados.

5.1.7 Referências

1. Brasil. Manual técnico para o controle da tuberculose: cadernos de atenção básica. 6. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Políticas de Saúde Departamento de Atenção Básica; 2002.
2. Brasil. Saúde Brasil 2005: uma análise da situação de saúde no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação em Saúde; 2005.

3. Carvalho MS, Cruz OG, Nobre FF. Perfil de risco: método multivariado de classificação sócio-econômica de microáreas urbanas - os setores censitários da região metropolitana do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Públ.* 1997 out-dez;13(4):635-45.
4. Contandriopoulos AP, Champagne F, Denis JL, Pineault R. L'évaluation dans le domaine de la santé - concepts et méthodes. *Bulletin.* 1993;33(1):12-7.
5. Costa JSD, Goncalves H, Menezes AMB, Devens E, Piva M, Gomes M, et al. Epidemiological control of tuberculosis in pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil: treatment compliance. *Cad Saúde Pública.* 1998 Apr;14(2):409-15.
6. Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. *The Milkbank Quarterly.* 2005;83(4):691-729.
7. Frieden TR, Sterling TR, Munsiff SS, Watt CJ, Dye C. Tuberculosis. *Lancet.* 2003 Sep 13;362(9387):887-99.
8. Hair JFJ, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. *Multivariate data analysis.* New Jersey: Prentice Hall. Upper Saddle River; 1995.
9. Lillebaek T, Andersen AB, Dirksen A, Smith E, Skovgaard LT, Kok-Jensen A. Persistent high incidence of tuberculosis in immigrants in a low-incidence country. *Emerg Infect Dis.* 2002 Jul;8(7):679-84.
10. Menezes AMB, Costa JD, Gonçalves H, Morris S, Menezes M, Lemos S, et al. Incidência e fatores de risco para tuberculose em Pelotas, uma cidade do sul do Brasil. *Rev Bras Epidemiol.* 1998;1(1):50-60.
11. Mota FF, Vieira-da-Silva LM, Paim JS, Costa Mda C. [Spatial distribution of tuberculosis mortality in Salvador, Bahia, Brazil]. *Cad Saude Publica.* 2003 Jul-Aug;19(4):915-22.
12. Murray CJ, Salomon JA. Modeling the impact of global tuberculosis control strategies. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1998 Nov 10;95(23):13881-6.
13. Natal S, Valente J, Gerhardt G, Penna MLF. Modelo de predição para o abandono do tratamento da tuberculose pulmonar. *Bol Pneumol Sanitaria.* 1999;7(1):65-78.
14. Oliveira HB, Moreira Filho DC. [Treatment abandonment and tuberculosis recurrence: aspects of previous episodes, Brazil, 1993-1994]. *Rev Saúde Pública.* 2000 Oct;34(5):437-43.

15. Penna MLF, Faerstein E. Coleta de dados ou sistema de informação? O método epidemiológico na avaliação dos serviços de saúde. *Cadernos do IMS*. 1987 Maio-Jun;1(2):66-78.
16. Raviglione MC, Dye C, Schmidt S, Kochi A. Assessment of worldwide tuberculosis control. WHO Global Surveillance and Monitoring Project. *Lancet*. 1997 Aug 30;350(9078):624-9.
17. Raviglione MC, Pio A. Evolution of WHO policies for tuberculosis control, 1948-2001. *Lancet*. 2002 Mar 2;359(9308):775-80.
18. Ruffino-Netto A. Impacto da reforma do setor saúde sobre os serviços de tuberculose no Brasil. *Boletim de Pneumologia Sanitária*. 1999 Jan-Jun;7(1):7-18.
19. Ruffino-Netto A. [Tuberculosis: the neglected calamity]. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2002 Jan-Feb;35(1):51-8.
20. Schonlau M. The clustergram: A graph for visualizing hierarchical and non-hierarchical cluster analyses. *The Stata Journal*. 2002;2(4):391-402.
21. Souza WV, Ximenes R, Albuquerque MF, Lapa TM, Portugal JL, Lima ML, et al. The use of socioeconomic factors in mapping tuberculosis risk areas in a city of northeastern Brazil. *Rev Panam Salud Pública*. 2000 Dec;8(6):403-10.
22. StataCorp. Stata Statistical Software. Release 9. College Station, Texas: StataCorp LP; 2005.
23. Toledo ACC, Jr., Greco DB, Antunes CM. Risk factors for tuberculosis among human immunodeficiency virus-infected persons. A case-control study in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil (1985-1996). *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2000 Jul-Aug;95(4):437-43.
24. Vendramini SHF, Villa TCS, Palha PF, Monroe AA. Tratamento supervisionado no controle da tuberculose em uma unidade de saúde de Ribeirão Preto: a percepção do doente. *Boletim de Pneumologia Sanitária*. 2002 Jan-Jun;10(1):5-12.
25. WHO. *The Global Plan to Stop TB 2006–2015: actions for life toward a world free of tuberculosis*. Geneva: World Health Organization; 2006.

5.2 Análise da Distribuição da Tuberculose nas Áreas Metropolitanas do Brasil, 2001-2003. (Artigo 2)

Analysis of the Distribution of Tuberculosis in Metropolitan Areas, in Brazil, 2001-2003. (Article 2).

Maria Jacirema Ferreira Gonçalves^{1,2}

Maria Lucia Fernandes Penna¹

Antonio Carlos Ponce de Leon¹

¹Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

²Universidade Federal do Amazonas

5.2.1 Resumo

A tuberculose há muito é um grande problema, fonte de preocupação do mundo todo, e tornou-se pior com o advento da AIDS. Este estudo objetiva identificar e estimar os efeitos dos determinantes da taxa de incidência de tuberculose no Brasil, de 2001 a 2003. Utiliza-se modelagem longitudinal multinível, cujos agregados são anos, municípios e regiões metropolitanas. O modelo é de intercepto aleatório e inclinação aleatória. As variáveis retidas foram aquelas capazes de diminuir a variância dos níveis, pois desta forma, explicam a variabilidade hierárquica da doença. Incluiu-se renda, densidade populacional, proporção de cura, taxa de incidência de AIDS e as grandes regiões brasileiras. Os resultados mostraram

que AIDS é um fator impactante da morbidade por tuberculose, anteriormente não encontrado em outros estudos, a interação entre renda e AIDS, e importante contribuição das regiões metropolitanas na distribuição da tuberculose, que se manifesta heterogeneamente nas grandes regiões do país.

Palavras-Chave: tuberculose, fatores socioeconômicos, modelos estatísticos, AIDS

5.2.2 Abstract

Tuberculosis remains as a serious problem, reason for worldwide concern, and has become worse after the advent of AIDS. This study aims to identify and to estimate the effects of incidence rates determinants of tuberculosis in Brazil, from 2001 to 2003. The study used longitudinal multilevel model, whose aggregates are years, municipalities, and metropolitan areas. The model is random intercept and random slope. The retained variables are the ones able to reduce variance among the levels, thus admitting that they would explain the disease's hierarchical variability. Income, populational density, proportion of cure, AIDS incidence rate and large Brazilian regions were included. Results showed that AIDS is an impressing factor of morbidity due to tuberculosis, not found in previous studies in Brazil, the interaction between income and AIDS, and important contribution of metropolitan regions in the distribution of tuberculosis, heterogeneously manifested among the large Brazilian regions.

Key words: tuberculosis, socioeconomic factors, statistical models, AIDS

5.2.3 Introdução

A tuberculose (TB) é uma doença respiratória e infecciosa, a qual está ligada a profundas raízes sociais. Está intimamente associada à pobreza e à má distribuição de renda, além do estigma que a doença carrega, implicando na não adesão ao tratamento dos portadores ou familiares e contatos (Elender et al., 1996; Pio, Chaulet, 1998,), bem como os fatores relacionados a irregularidades nos serviços de saúde (Oliveira & Moreira Filho, 2000).

O Brasil está entre os 22 países que concentram 80% dos casos de TB no mundo. Estima-se a existência no país de cerca de 50 milhões de infectados, com média anual em torno de 80 mil casos notificados. Aproximadamente 60 % destes são pulmonares positivos, com coeficiente de incidência em 2000 de 49,7/100.000 habitantes (Brasil, 2002b).

Com aproximadamente 8.500.000 Km², o Brasil está dividido em cinco grandes regiões geográficas (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste). Possui 5561 municípios, e destes, 387 estão agrupados em 28 regiões metropolitanas legalmente constituídas. Sua população, no ano 2000, era de 169.799.170 de habitantes, dos quais, 81,23% residentes em áreas urbanas, e, destes, 49,3% habitando as regiões metropolitanas. Estas são responsáveis por cerca de 50% dos casos de tuberculose no país, dos quais, 28% são registrados no Rio de Janeiro e São Paulo, duas grandes cidades do Brasil (IBGE, 2000; Brasil, 2002a).

As regiões metropolitanas possuem desigualdades sociais marcantes, que vão além das econômicas. Abrangem os aspectos de acesso à saúde, educação, serviços urbanos, aspectos raciais, o adensamento populacional nas periferias das grandes cidades, bem como precárias condições de vida nessas áreas. Todos estes podem influenciar no estado de saúde do indivíduo e da coletividade. Conseqüentemente, é nas regiões metropolitanas brasileiras,

onde se concentram grandes populações e também as maiores taxas de incidência de tuberculose.

As grandes regiões brasileiras apresentam ampla magnitude de variação na taxa de incidência de tuberculose. No ano de 2002 foi registrado 44,5/100.000 para o Brasil. E apenas as regiões Sul e Centro-Oeste apresentaram taxa de incidência de TB pulmonar inferior à média nacional, com 32,4 e 29,5 casos por 100.000 habitantes, respectivamente. A região Norte teve 47,6/100.000, destacando-se o estado do Amazonas, com taxa média de 74,1/100.000. A região Nordeste registrou 45,1/100.000. A região Sudeste teve taxa de 51,0/100.000, com o estado do Rio de Janeiro contribuindo com uma taxa média de 89,0/100.000, somente de TB pulmonar (Silva Junior, 2004).

O surgimento da epidemia da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) e focos emergentes de tuberculose multirresistente exacerbam o problema. (Ait-Khaled, Enarson, 2003 Espinal, 2003). A AIDS gera notável impacto na incidência de tuberculose porque as pessoas infectadas pelo bacilo da tuberculose, e que desenvolvem AIDS, adoecem mais rápido por tuberculose, quando comparadas às não portadoras de AIDS.

Uma pessoa com positividade para o vírus da imunodeficiência humana (HIV+) tem mais risco de desenvolver tuberculose e, ao desenvolver a sua forma ativa, ela começa a transmitir o bacilo para pessoas que não são HIV+. Este problema torna-se extremo, quando cepas resistentes do bacilo estão envolvidas na transmissão. Com isso aumenta-se exponencialmente a prevalência da tuberculose, em uma situação que não é direta, e nem sempre relacionada ao vírus da AIDS (Connaty et al., 2004; Lapa e Silva, Boéchat, 2004; Sonnenberg et al., 2005).

A pandemia de AIDS, que inicialmente acometia determinados grupos de risco, estendeu-se à população em geral. É na África que a associação TB-AIDS tem

manifestado maior impacto, pois nesta região, os fatores de risco para ambas as doenças são expressivamente presentes (Gandy, Zumla, 2002).

Neste estudo, elaborou-se um modelo para analisar a tuberculose no Brasil, e determinar as diferenças na distribuição da doença. Neste, objetiva-se identificar e estimar os efeitos de fatores determinantes da taxa de incidência de tuberculose no Brasil, de 2001 a 2003. Para isto são utilizadas variáveis preditoras que marcam o estado socioeconômico, ambiental, o sucesso no tratamento de TB, a influência da epidemia de AIDS, e, características nas hierarquias das unidades de análise.

5.2.4 Método

Estudo ecológico, do tipo longitudinal, utilizando modelo multinível. Foram utilizados dados de notificação de tuberculose do Brasil no período de 2001 a 2003, provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Ministério da Saúde (MS), o qual foi disponibilizado em março/2005. A taxa de AIDS do ano 2002 foi coletada on-line no Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) do MS em setembro/2005. Os dados sociodemográficos foram obtidos no Censo Demográfico 2000 junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para construção do modelo multinível, definiu-se a menor unidade de análise sendo a taxa anual de tuberculose referente aos anos de 2001, 2002 e 2003 por município. Foi construído um modelo longitudinal, no qual o ano figura como primeiro nível; no segundo nível, os municípios; e, no terceiro nível, as regiões metropolitanas.

Foram selecionados somente municípios de regiões metropolitanas, por serem os municípios mais populosos, possivelmente com melhor estrutura de serviço de saúde, quando comparados a municípios pequenos. Também é nesses municípios que há mais de 50%

da incidência de tuberculose de todo o país. Desta forma, admite-se que o modelo pode estimar com mais acurácia os fatores que explicam a TB nesses locais. Como a tuberculose é doença de notificação compulsória, julga-se que esta fonte dos dados represente significativamente os casos de tuberculose diagnosticados no Brasil.

Variáveis utilizadas:

Taxa de incidência anual de tuberculose para 2001, 2002 e 2003 (primeiro nível).

Proporção de domicílios com renda total de até dois salários mínimos por município (segundo nível). Esta foi escolhida por caracterizar o estado socioeconômico da população, que tendo que sobreviver com esta renda tão baixa em regiões metropolitanas, traz consigo certa informação quanto à pobreza da população. Esta variável foi dividida em três estratos, usando quartis: o primeiro consta de 25% dos municípios mais ricos (primeiro quartil), com proporção de até 18,5% de domicílios com renda baixa; o segundo estrato compõe-se de 50% dos municípios com proporção de 18,5% a 25,5% de domicílios com renda baixa (segundo + terceiro quartil); e o terceiro estrato consta de 25% dos municípios mais pobres, com mais de 25,5% de domicílios com renda baixa (quarto quartil).

Densidade populacional por área do município (Habitantes por hectare) (segundo nível).

Proporção de cura entre os casos novos com informação de encerramento por município (segundo nível). Esta variável é uma indicadora de sucesso no tratamento, é aqui é utilizada como *proxy* do funcionamento do programa.

Taxa de incidência de AIDS ano 2002 por região metropolitana (terceiro nível). O ano 2002 foi escolhido por ser o meio do período em estudo, e esta doença não apresenta variações importantes nesses anos. Nas regiões metropolitanas a AIDS apresenta-se com maior carga, permitindo captar seu efeito no modelo.

Região (terceiro nível), composta pelas cinco regiões fisiográficas do Brasil: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

A opção pelo modelo longitudinal se deu pela necessidade de avaliar o efeito aleatório dos municípios nos anos. Mesmo não se tratando de uma análise de tendência temporal, para a formulação deste modelo, permite captar o efeito nos níveis superiores, por isso é necessário que o primeiro nível seja formado pelos anos. Assim, ao estimar os efeitos dos municípios nos anos, o modelo estabelecido é de efeito aleatório no segundo (municípios) e terceiro nível (regiões metropolitanas), com inclinação aleatória dos anos nos municípios.

No primeiro passo analisou-se do modelo vazio (*compound symmetry*), para captar as diferenças de variação de cada nível. Neste processo foram avaliadas as variâncias atribuídas a cada nível.

Os casos de tuberculose foram modelados pela regressão do tipo Poisson longitudinal multinível com superdispersão, utilizando o logaritmo da população do município, que é o denominador da taxa de incidência, como termo *offset*, para fixar o efeito no modelo.

$$Y_{ijk} \sim \text{Poisson}(\pi_{ijk})$$

$$\log(\pi_{ijk}) = \log(pop) + \sum_{h=1}^n \beta_h X_{hijk} + u_{0jk} + v_{0k} + u_{1jk}$$

i, j, k = ano, município e região metropolitana respectivamente

Y = variável resposta = casos novos de tuberculose

u_0 = efeito aleatório do segundo nível, $u_{0jk} \sim N(0, \sigma_{u_0}^2)$, correspondendo aos resíduos associados ao intercepto aleatório ao nível dos municípios.

v_0 = efeito aleatório do terceiro nível, $v_{0k} \sim N(0, \sigma_{v_0}^2)$, que corresponde aos resíduos associados ao intercepto aleatório do nível das regiões metropolitanas.

u_1 = efeito aleatório do tempo no segundo nível, $u_{1jk} \sim N(0, \sigma_{u_0}^2)$, correspondendo aos resíduos associados ao intercepto aleatório e inclinação aleatória ao nível dos municípios.

As variáveis retidas eram aquelas capazes de diminuir a variância dos efeitos aleatórios dos níveis de agregação, pois desta forma, explicam a variabilidade da doença naquele nível.

Como há muitas unidades no segundo e terceiro nível, para a estimação empregaram-se os mínimos quadrados iterativos generalizados (Iterative Generalised Least Squares - IGLS), e a aproximação linear utilizou o método da quasi-verossimilhança preditiva (Predictive Quasi-Likelihood-PQL) de segunda ordem das séries Taylor (Goldstein, 1999).

O diagnóstico do modelo incluiu estudo das predições e resíduos dos níveis, avaliação da redução das variâncias, testes de significância estatística do erro padrão, e gráfico de interação.

5.2.5 Resultados

Os indicadores de cada região metropolitana podem ser observados na Tabela 3, onde se apresentam as médias, valores mínimos e máximos de cada indicador, bem como o número total de municípios pertencentes a cada região metropolitana e sua respectiva região fisiográfica do Brasil.

Nesta Tabela observa-se a variabilidade dos indicadores, nas regiões metropolitanas e entre estas. A taxa média de tuberculose é maior que a média nacional em quase todas as regiões metropolitanas. Já a taxa de AIDS é mais elevada nas regiões Sudeste e Sul, e somente a região metropolitana do Recife é que manifesta taxa média mais elevada. A proporção de cura tem média abaixo da meta, que é de 85%, em todas as regiões

metropolitanas. A proporção de domicílios com renda de até dois salários mínimos tem média mais baixa na região metropolitana de Belém. Quanto à densidade populacional, a Tabela 3 mostra sua grande variabilidade, o que já é conhecido, pelas dimensões que o Brasil apresenta.

Tabela 3 - Perfil das Regiões Metropolitanas de acordo com as variáveis usadas no modelo (médias, valores mínimos e máximos), Brasil 2001-2003.

Região	Região Metropolitana	No. Mun.	Taxa TB (por 100.000) Mín. Média Máx.	Taxa AIDS (por 100.000) Mín. Média Máx.	Prop. Cura % Mín. Média Máx.	Prop. Renda % Mín. Média Máx.	Densidade Populacional % Mín. Média Máx.
Norte	Belém	15	26,36		11,42	21,00	40,90
			80,21	3,86	45,83	25,76	838,93
			123,04		69,23	30,59	2065,43
Nordeste	Grande S. Luís	12	23,40		26,66	21,96	247,33
			58,41	5,57	58,37	23,88	549,76
			90,91		100,00	26,00	1050,74
	Fortaleza	39	13,69		14,28	17,61	42,28
			55,21	3,63	56,00	23,44	820,46
			138,88		92,86	28,85	6855,11
	Natal	18	20,43		0,00	18,88	85,94
			53,68	2,46	38,03	22,21	968,44
			77,77		73,81	26,65	4211,90
	Recife	42	13,23		5,88	13,54	115,64
			75,46	7,16	40,93	21,92	1888,93
			201,79		100,00	25,53	9696,94
	Maceió	33	0,00		0,00	17,27	82,25
			45,58	2,90	46,27	21,05	273,60
			114,52		100,00	31,32	1562,08

Região	Região Metropolitana	No. Mun.	Taxa TB (por 100.000) Mín. Média Máx.	Taxa AIDS (por 100.000) Média	Prop. Cura % Mín. Média Máx.	Prop. Renda % Mín. Média Máx..	Densidade Populacional % Mín. Média Máx.
Nordeste	Salvador	30	0,00		0,00	17,11	117,35
			43,40	3,44	31,81	20,86	1235,60
			134,50		100,00	23,61	7528,13
Sudeste	Belo Horizonte	99	0,00		0,00	16,06	10,60
			12,69	5,26	42,11	24,80	577,81
			65,29		100,00	31,06	6764,34
	Colar Metropolitano da RM Belo Horizonte	45	0,00		0,00	20,98	12,30
			11,74	2,62	38,02	25,54	69,09
			70,30		100,00	35,79	343,99
	Vale do Aço	12	0,00		0,00	17,42	65,89
			28,93	3,33	38,81	20,30	570,78
			75,93		100,00	24,97	1283,96
	Colar Metropolitano da RM Vale do Aço	66	0,00		0,00	16,66	7,46
			23,66	1,02	35,25	22,30	39,29
			130,89		100,00	33,22	127,07
	Grande Vitória	18	44,51		15,38	14,41	152,34
			58,05	7,88	57,85	21,92	1155,53
			75,79		79,16	26,92	3293,19
	Rio de Janeiro	37	38,37		0,15	11,54	69,20
			102,75	7,01	34,03	20,12	2435,60
			216,14		75,00	24,52	12908,56
	São Paulo	117	0,00		0,00	7,16	33,71
			50,23	7,95	46,17	15,94	2866,05
			88,74		100,00	24,60	11649,72
	Baixada Santista	27	59,83		9,52	7,88	61,15
			97,88	9,91	52,52	14,48	900,05
			128,27		74,54	17,06	2045,35
	Campinas	57	0,00		0,00	8,80	91,38
			34,04	5,36	41,07	14,64	591,07
			74,98		92,85	25,13	2451,35

Tabela 3 (continuação)

Região	Região	No.	Taxa	Taxa	Prop.	Prop.	Densidade
	Metropolitana	Mun.	TB	AIDS	Cura	Renda	Populacional
			(por 100.000)	(por 100.000)	%	%	%
			Mín.		Mín.	Mín.	Mín.
			Média	Média	Média	Média	Média
			Máx.		Máx.	Máx.	Máx.
Sul	Curitiba	75	0,00		0,00	12,56	5,26
			23,27	9,48	40,80	23,41	351,63
			105,84		100,00	28,04	3691,34
	Londrina	18	11,86		0,00	17,26	23,80
			31,43	8,13	42,40	23,95	129,60
			72,06		80,00	27,33	259,21
	Maringá	24	0,00		16,67	16,28	21,71
			18,56	3,72	63,64	26,80	214,53
			39,00		100,00	31,53	686,48
	Núcleo Metropolitano da RM Florianópolis	27	0,00		0,00	10,25	16,46
			24,57	13,01	20,32	17,04	333,37
			58,42		100,00	23,76	1513,28
	Área de Expansão Metropolitana da RM Florianópolis	39	0,00		0,00	18,90	5,61
			13,01	11,84	17,76	24,73	33,91
			61,84		100,00	30,95	121,73
	Núcleo Metropolitano da RM Vale do Itajaí	15	9,03		0,00	14,95	93,65
			22,30	11,67	34,93	18,12	212,26
			34,47		76,56	20,53	513,97
	Área de Expansão Metropolitana da RM Vale do Itajaí	33	0,00		0,00	13,82	8,23
			14,00	10,32	26,85	22,27	57,58
			53,24		100,00	27,82	271,49
	Núcleo Metropolitano da RM Norte/Nordeste Catarinense	6	16,91		40,00	13,83	58,84
			38,19	10,96	53,67	19,61	228,36
			52,60		69,95	25,38	397,88
	Área de Expansão Metropolitana da RM Norte/Nordeste Catarinense	54	0,00		0,00	12,94	14,77
			30,69	4,33	50,51	22,29	57,57
			124,44		100,00	30,20	201,26

Tabela 3 (continuação)

Região	Região Metropolitana	No. Mun.	Taxa TB (por 100.000) Mín. Média Máx.	Taxa AIDS (por 100.000) Média	Prop. Cura % Mín. Média Máx.	Prop. Renda % Mín. Média Máx.	Densidade Populacional % Mín. Média Máx.
Sudeste	Porto Alegre	84	0,00		0,00	13,12	16,91
			57,11	19,01	29,95	22,93	822,71
			263,67		100,00	42,55	2905,55
Centro-Oeste	Goiânia	33	0,00		0,00	19,23	13,86
			22,14	6,61	28,50	28,97	302,13
			64,39		100,00	32,77	1476,04
	Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno	66	0,00		0,00	16,49	2,02
			13,68	3,79	37,20	25,44	145,85
			44,39		100,00	30,54	1577,00

A tabela 4 traz os resultados do modelo marginal, com o intercepto fixo nos anos. Neste, observa-se que a variância de primeiro nível, o tempo, foi 0,10964; ao nível dos municípios foi de 0,86523; e o terceiro nível, das regiões metropolitanas, teve variância de 0,32123. Mesmo não sendo possível designar qual é o nível da variância que mais contribui para o modelo, observa-se que todas são estimativas significantes. Não foi identificada tendência temporal nas estimativas anuais, que são bem semelhantes nos anos estudados.

Tabela 4 – Componentes de variância no modelo marginal de medidas repetidas, Brasil 2001-2003.

Efeito	Parâmetro	Estimativa (Erro Padrão)	Teste Wald	p- valor
Fixo	β_1 (2001)	-7,90396 (0,11325)	-69,79214	< 0,001
	β_2 (2002)	-7,76082 (0,11020)	-70,42486	< 0,001
	β_3 (2003)	-7,74333 (0,11064)	-69,98671	< 0,001
			χ^2	
Aleatóri o	$\sigma^2_{v_{0k}}$ (nível 3)	0,32123 (0,09181)	12,2284	< 0,001
	$\sigma^2_{u_{0jk}}$ (nível 2)	0,86523 (0,07901)	98,8055	< 0,001
	$\sigma^2_{u_{1jk}}$ (nível 2)	0,10964 (0,01073)	74,5062	< 0,001

A tabela 5 mostra os resultados, ao adicionar as variáveis explanatórias. Comparando os efeitos aleatórios de segundo e terceiro níveis, verifica-se decréscimo importante nas variâncias. O primeiro nível apresentou 0,06553, o segundo nível teve 0,50054, e o terceiro nível, 0,07292. Portanto, a redução percentual nas variâncias, entre o modelo vazio e o modelo cheio do 1º ao 3º nível, foi respectivamente: 40,24%, 42,15% e 77,30%.

Os termos não significativos foram mantidos no modelo devido sua capacidade de diminuir a variância dos níveis, e de sua participação no modelo de determinação de tuberculose definido anteriormente. Nesta análise multinível, há variáveis com participação internível, que é o termo de interação entre renda e AIDS.

Os resíduos se ajustaram na distribuição normal e não apresentaram correlação com os preditores^c.

^c Detalhes sobre o diagnóstico do modelo encontram-se no Anexo 3.

Tabela 5 – Estimativas de parâmetro fixos e aleatórios do modelo poisson multivariado, Brasil 2001-2003.

Fixo	Nível	Parâmetro	Estimativa (Erro Padrão)	Teste Wald	p > t
	1º	β_{1ijk} (2001)	-8,54291 (0,17957)	-47,57426	< 0,001
	1º	β_{2ijk} (2002)	-8,36855 (0,17553)	-47,67589	< 0,001
	1º	β_{3ijk} (2003)	-8,40986 (0,15458)	-54,40458	< 0,001
	2º	β_{4jk} (renda2)	0,20001 (0,12126)	1,64943	0,049
	2º	β_{5jk} (renda3)	0,37386 (0,15458)	2,41855	0,007
	2º	β_{7jk} (densidade)	0,26192 (0,09228)	2,83831	0,002
	2º	β_{8ijk} (cura)	-0,08583 (0,07328)	-1,17126	0,120
	3º	β_{9k} (AIDS)	0,09982 (0,02057)	4,85269	< 0,001
	3º	β_{10k} (Norte)	0,83281 (0,32391)	2,57111	0,005
	3º	β_{11k} (Nordeste)	0,50103 (0,15900)	3,15113	< 0,001
	3º	β_{12k} (Sul)	-0,59319 (0,16520)	-3,59073	< 0,001
	3º	β_{13k} (Centro-Oeste)	-0,60163 (0,23747)	-2,53349	0,005
	2º e 3º	β_{15jk} (AIDS*renda2)	-0,03117 (0,01191)	-2,61712	0,004
	2º e 3º	β_{16jk} (AIDS*renda3)	-0,06835 (0,01704)	-4,01115	< 0,001
				χ^2	p-valor
Aleatório		$\sigma_{v_{0k}}^2$ (Região Metropolitana – nível 3)	0,07292 (0,02452)	8,84227	0,002
		$\sigma_{u_{0jk}}^2$ (município - nível 2)	0,50054 (0,07122)	58,195780	< 0,001
		$\sigma^2 u_{1jk}$ (tempo - nível 1)	0,06553 (0,01029)	68,820590	< 0,001
Superdispersão		var (cnovo _{ijk} π_{ijk}) = π_{ijk}	4,17863 (0,25775)		

A Figura 4 mostra como o termo de interação das categorias de renda e taxa de Aids nas regiões metropolitanas se interpõem. Nesta, as predições fixas do modelo foram plotadas contra a taxa de incidência de AIDS, sendo possível observar que quanto menor a

proporção de domicílios com renda de até dois salários mínimos, maior é a associação TB e AIDS. E para cada estrato de renda, a associação entre TB e AIDS se mostra diferente.

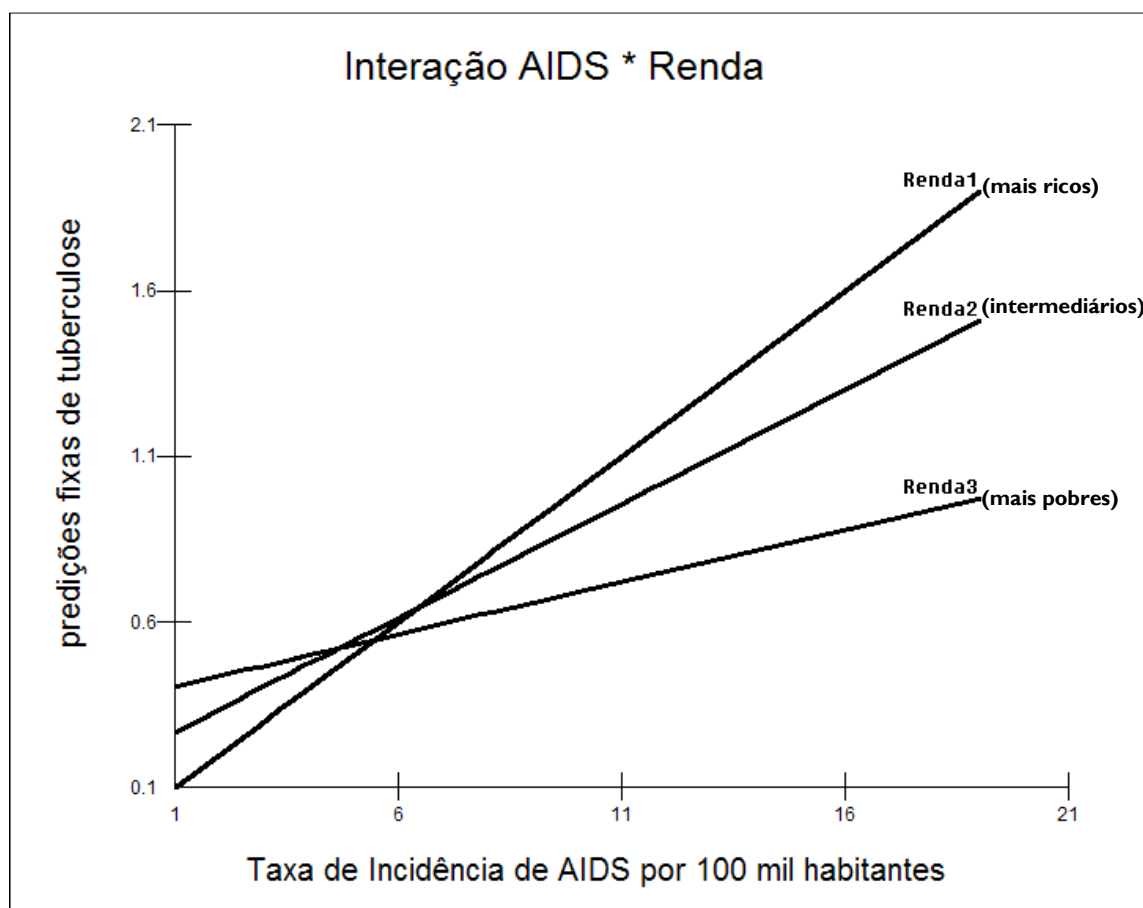


Figura 4 - Interação entre taxa de AIDS e proporção de domicílios com renda de até 2 salários mínimos, e associação com as previsões fixas de tuberculose, Brasil 2001 – 2003.

5.2.6 Discussão

Este estudo argumenta que, a análise incorporando níveis hierárquicos de agregação populacional é uma ferramenta valiosa, para explicar a distribuição da tuberculose, nas regiões metropolitanas do Brasil.

Muitas pesquisas têm se preocupado em explicar a TB do ponto de vista individual (Sonnenberg et al., 2005; Conaty et al., 2004), a partir de princípios

reconhecidamente associados à doença, como fatores demográficos, socioeconômicos e biológicos. Moonan et al., 2004 estudaram o risco individual a partir de atributos espaciais das áreas onde os doentes viviam. Entretanto, como a doença está fortemente associada aos fatores grupais, o presente estudo explora, especialmente, os aspectos coletivos que determinam, ou influenciam na doença.

Além de servir para estimar efeitos individuais e coletivos, o modelo multinível é útil para análise longitudinal. Sua vantagem é a flexibilidade para lidar com dados desbalanceados, bem como permitir os interceptos fixos e aleatórios em um mesmo modelo (Snijders, Bosker, 1999)

Formulou-se um modelo multivariado poisson com intercepto aleatório, devido existir uma quantidade razoável de dados, mas poucas ocasiões. O mesmo tem intercepto fixo no primeiro nível (ano), aleatório no segundo (município) e terceiro nível (região metropolitana), e inclinação aleatória do tempo nos municípios (tempo e segundo nível). Estimou-se a incidência de tuberculose, e alguns aspectos que explicam sua ocorrência nesses três níveis de agregação. No processo de modelagem, foi identificado que a média da distribuição dos erros era maior que o esperado, portanto, foi incluído o estimador de superdispersão da variância.

Todavia, é importante ter em conta algumas limitações deste estudo: embora o banco de dados seja relativamente grande, o número de variáveis de primeiro nível (ano) é pequeno para se avaliar uma tendência temporal. Porém, admite-se que não seja um importante problema, tendo em vista que a tuberculose varia pouco de ano para ano, não sendo possível identificar tendência temporal em período curto de tempo (Silva Junior, 2004). Outros estudos também não têm identificado tendência temporal da TB no Brasil (Ruffino-Netto, 2002; Brasil, 2004). Apesar dos dados de renda e população tenham sido obtidos do

censo demográfico de 2000, considera-se não haver variação ou mudança importante da referida data que possa influenciar os resultados do período estudado de 2001 a 2003.

As variáveis incluídas no modelo obedecem ao modelo teórico de determinação social da tuberculose, sobre o qual, vários autores (Pio, Chaulet, 1998; Munch et al., 2003) têm argumentado, que são: aspectos socioeconômicos da população, demográficos, e, nos últimos anos, a AIDS que tem representado parcela importante na incidência e manutenção da tuberculose (Sonnenberg et al., 2005). Acrescentada também a proporção de cura entre os casos novos informados como uma variável indicativa do sucesso do tratamento, e “*proxy*” do funcionamento do programa de controle da tuberculose, visto que tem influência importante sobre o padrão da tuberculose assim como da AIDS, e permite captar se os casos são acompanhados até o fim do tratamento, se são curados e se o programa faz a devida vigilância.

A proporção de cura de tuberculose não é significativa no modelo. Não obstante, esta traz consigo a informação sobre o funcionamento do programa e sua capacidade de manter os casos sob tratamento até o fim, chegando à cura. Pois os casos não curados contribuem para a disseminação da doença e talvez até de bacilos resistentes, já que houve contato prévio com o medicamento. Este efeito pequeno identificado no modelo é compatível com o fato de que o resultado esperado de efetividade do programa seja no máximo de 3% a 5% ao ano (Styblo, 1991).

A densidade populacional por área do município é significativa, entretanto tem efeito muito pequeno. De fato, a tuberculose está associada às aglomerações, que ocorrem no Brasil com mais expressividade nas regiões metropolitanas (Vendramini et al., 2005). O efeito pequeno pode se explicar pelas diferenças regionais existentes no país, onde há grandes diferenças de áreas entre os municípios e entre as regiões.

Este modelo mostrou que é importante avaliar a tuberculose em vários níveis de agregação, pois temos diferentes impactos acontecendo nos municípios, regiões metropolitanas e grandes regiões do Brasil.

A variância das regiões metropolitanas, em grande parte, explica-se pelas diferenças regionais. O efeito das grandes regiões é significativo em relação à região Sudeste, não obstante as regiões Sul e Centro-Oeste tenham estimativas negativas. Tal fato pode ser explicado porque a taxa de incidência de tuberculose nessas regiões é muito semelhante ao Sudeste, mantida como categoria de base na análise.

Na década de 1970, estudos de prevalência de infecção tuberculosa em escolares, anterior à implantação da vacinação BCG intradérmica, mostraram grande variabilidade regional. Havia mais TB na região Norte, diminuindo em direção ao Sul, o que não é explicado apenas pelas condições de vida. Haja vista o Nordeste possuir condições sociais mais desfavoráveis em relação ao Norte. Portanto, isto sugere que as desigualdades regionais ora identificadas, podem ser explicadas pelo padrão histórico e tendência secular das diferenças regionais (Almeida, 1974; Barreto et al., 1997).

A influência da AIDS nas regiões metropolitanas é importante e apresenta associação positiva. Este fato tem sido encontrado em vários estudos (Elender et al., 1998; Sonnenberg et al., 2005), indicando que quanto maior a taxa de AIDS, também aumenta a incidência de tuberculose. No início da década de 1990, não era detectável tal associação pelos dados disponíveis dos municípios brasileiros (Duarte et al., 2002). Hoje, a maior prevalência da AIDS parece que está contribuindo para o aumento da associação entre AIDS e TB, o que pôde ser identificado nesta análise.

O modelo ajustou a proporção de residências com renda de até 2 salários mínimos, que era R\$302,00 em moeda corrente no Brasil no ano 2000 (IBGE, 2003). Esta é

uma renda muito baixa, em uma população cuja média é de 4-5 pessoas por domicílios vivendo em áreas metropolitanas.

Durante a modelagem, a proporção de domicílios com renda de até 2 salários mínimos (renda) apresentava associação com a incidência de TB significativa e negativa. Ao inserir a AIDS, esta tinha efeito negativo e tornava a renda positiva. Isto divergia do conhecimento sobre determinação da TB, o que motivou a introdução do termo de interação renda e AIDS. No modelo final, a proporção de domicílios com renda de até dois salários mínimos dividida em três estratos é positiva e significativa estatisticamente, e o termo de interação fica com estimativas negativas. O ajuste do termo de interação de AIDS e renda permitiu avaliar modificação de efeito, bem como diminuição das variâncias dos níveis.

Na interação se observa que em cada estrato de renda, a associação entre TB e AIDS é diferente. No estrato denominado *Renda1* estão os municípios mais ricos, com menor proporção de domicílios com renda baixa; Em *Renda2*, os municípios intermediários, onde se considera uma média proporção de renda baixa; e *Renda3*, é o estrato mais pobre, composto de municípios com maior proporção de domicílios com renda baixa. Esse fato tem relação com a tuberculose, que é uma doença mais observada onde existe maior pobreza (Elender et al., 1998; Munch et al., 2003), mas com a influência da AIDS, que no início da epidemia, era mais incidente na população com renda elevada (Fonseca et al., 2002), e embora esteja se espalhando entre a população mais pobre, em comparação à tuberculose isoladamente ainda afeta em maior proporção as pessoas de nível socioeconômico mais elevado.

Ao que parece, a maior oportunidade de interação entre AIDS e renda ocorre nos municípios com menor taxa de AIDS, e à medida que a taxa aumenta, os estratos de renda vão se distanciando de forma mais ou menos homogênea. Do mesmo modo, as predições fixas de TB, estimadas pelo modelo são maiores na renda mais baixa quando a taxa de AIDS é baixa, e o inverso na renda mais elevada. O que merece ser destacado, é que ambas as

doenças apresentam situação grave em toda a população pobre nas regiões estudadas, já que aqui se trata somente de domicílios com renda de até dois salários mínimos.

O termo de interação vem ressaltar o impacto da AIDS também está presente nas regiões Norte e Nordeste, pois o mesmo modelo foi testado restringindo a essas regiões. Nesse, o mesmo efeito foi encontrado, com significância, mostrando que o impacto no padrão epidemiológico da TB abrange todo o país e não apenas as regiões Sul e Sudeste são as mais atingidas, como se encontrava em estudos anteriores (Boffo et al, 2004; Aerts & Jobim, 2004; Hijjar et al., 2001). O impacto da AIDS é mais precoce em grupos com menor incidência de TB, pois o acréscimo de casos atribuíveis à infecção HIV representa um aumento de fontes de infecção mais importante quando se tem pouca TB do que quando há muita incidência desta doença, o que constitui uma modificação de efeito, exigindo o termo de interação.

Com a devida cautela, considerando as limitações de um estudo unicamente ecológico, utilizando-se dados secundários, este modelo permitiu identificar o achado inédito, que é a presença do impacto da AIDS como preditora de tuberculose nas regiões metropolitanas do Brasil. No final da década de 1990 não havia evidências do impacto da AIDS na dinâmica da transmissão da TB (Penna, 1997). Por isso, os achados indicam que o Programa Nacional de Controle de Tuberculose necessita ser reforçado no Brasil, no sentido de considerar a AIDS ao estabelecer suas estratégias de controle. Ademais, os aspectos de baixa renda da população e densidade populacional, já analisados em diversas pesquisas, também se manifestam de forma importante nestes resultados.

5.2.7 Referências

Aerts D, Jobim R. The epidemiological profile of tuberculosis in southern Brazil in times of AIDS. *Int J Tuberc Lung Dis* 2004; 8 (6):785-91.

Ait-Khaled N; Enarson DA. Tuberculosis: a manual for medical students. Geneva: World Health Organization, Paris: International Union Against Tuberculosis and lung Disease. 2003. WHO/CDS/TB/99.272.

Almeida, AP. Prevalência de infecção tuberculosa em escolares nas capitais brasileiras. *Rev. DNT*. 1974; 18(72): 413-414.

Barreto ML, Carmo EH, Santos CAST, Ferreira LDA. Saúde da população brasileira: superposição de padrões e desigualdade. In: Fleury S. (org) *Saúde e democracia: a luta do CEBES*. São Paulo: Lemos Editorial, 1997. p: 45-62.

Boffo MMS, Mattos IG, Ribeiro MO et al. Tuberculose associada à AIDS: características demográficas, clínicas e laboratoriais de pacientes atendidos em um serviço de referência do sul do Brasil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 2004; 30 (2):140-6.

Brasil. Ministério da Saúde. SEADE. Anuário Estatístico de Saúde do Brasil. Brasília (DF); Ministério da Saúde: 2002a. <http://portal.saude.gov.br/saude/aplicacoes/anuario2002/index.cfm>. Acesso em 24/11/2005.

Brasil. Ministério da Saúde. Tuberculose – guia de vigilância epidemiológica. Brasília, Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2002b.

Brasil. Ministério da Saúde. Saúde Brasil 2004: uma análise da situação de saúde. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde; 2004. 350p. (Série G. Estatística e Informação em Saúde).

Conaty SJ, Hayward AC, Story A, Glynn JR, Drobniewski FA, and Watson JM. Explaining risk factors for drug-resistant tuberculosis in England and Wales: contribution of primary and secondary drug resistance. *Epidemiol. Infect.* 2004; 132: 1099-1108

Duarte EC, Schneider MC, Paes-Sousa R, Ramalho WM, Sardinha LMV, Silva Junior JB, Castillo-Salgado C. Epidemiologia das desigualdades em saúde no Brasil: um estudo exploratório. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde, 2002

- Elender F, Bentham G, Langford I. Tuberculosis mortality in England and Wales during 1982-1992: its association with poverty, ethnicity and aids. *Soc. Sci. Med.* 1998; 46(6): 673-681.
- Espinal MA. The global situation of MDR-TB. *Tuberculosis.* 2003; 83: 44-51.
- Fonseca MGP, Szwarcwald CL, Bastos FI. Análise sociodemográfica da epidemia de AIDS no Brasil, 1989-1997. *Rev Saúde Pública.* 2002; 36(6): 678-85
- Gandy M, Zumla A. The resurgence of disease: social and historical perspectives on the 'new' tuberculosis. *Soc Sci Med* 2002; 55 (3):385-96; discussion 97-401
- Goldstein H. Multilevel Statistical Models. London, Institute of Education, Multilevel Models Project, April 1999. <http://www.arnoldpublishers.com/support/goldstein.htm>
- Hijjar MA, Oliveira MJPR, Teixxeira GM. A tuberculose no Brasil e no mundo. *Boletim de Pneumologia Sanitária* 2001; 9 (2):9-16.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2000. Agregado por setores censitários dos resultados do universo. 2.ed. Documentação do arquivo. Rio de Janeiro, 2003.
- Lapa e Silva JR, Boéchat N. O ressurgimento da tuberculose e o impacto do estudo da imunopatogenia pulmonar. *Jornal Brasileiro de Pneumologia.* 2004; 30(4):478-484.
- Moonan PK, Bayona M, Quitugua TN, Oppong J, Dunbar D, Jost KC, Jr., et al. Using GIS technology to identify areas of tuberculosis transmission and incidence. *Int J Health Geogr.* 2004;3(1):23
- Munch Z, Van Lill SW, Booysen CN, Zietsman HL, Enarson DA, Beyers N. Tuberculosis transmission patterns in a high-incidence area: a spatial analysis. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2003;7(3):271-7
- Oliveira HB, Moreira Filho DC. Abandono de tratamento e recidiva da tuberculose: aspectos de episódios prévios, Campinas, SP, Brasil, 1993-1994. *Rev Saúde Pública* 2000;34(5):437-43.
- Penna MLF. Tuberculose e AIDS. In: Brasil. Ministério da Saúde. A epidemia de AIDS no Brasil. Brasília: MS, 1997. p.105-110.
- Pio A, Chaulet P. Tuberculosis Handbook. Global Tuberculosis Program, Geneva, World Health Organization, 1998.

Ruffino-Netto, A. Tuberculose: calamidade negligenciada. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2002; 35 (1):51-8.

Silva Junior JB. Epidemiologia em serviço: uma avaliação de desempenho do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 2004.

Snijders TAB, Bosker. Multilevel Analysis: an introduction to basic and advanced multilevel modeling. London, Sage Publications, 1999.

Sonnenberg P; Glynn JR; Fielding K; Murray J; Godfrey-Faussett P; Shearer S. How soon after infection with HIV does the risk of tuberculosis start to increase? A retrospective cohort study in South Africa gold miners (major article). *Journal of Infectious Diseases*; 2005, 191(2): 150-9.

Styblo, K. Epidemiology of tuberculosis. *Selected papers Royal Netherlands Tuberculosis Association*. 1991; 24:9-129.

Vendramini SHF, Gazetta CL, Chiaravalotti Netto F, Cury MR, Meirelles EB, Kuyumjian FG, et al. Tuberculosis in a medium-sized city in the Southeast of Brazil: morbidity and mortality rates (1985 - 2003). *J Bras Pneumol*. 2005; 31(3): 237-43.

6 CONCLUSÃO

Tendo em vista as discussões feitas ao longo do texto, esta seção foi elaborada com o objetivo de salientar alguns aspectos mais gerais concernentes à pesquisa avaliativa relacionada ao Programa Nacional de Controle de Tuberculose (PNCT), bem como aos fatores relacionados a incidência de tuberculose no Brasil.

No âmbito da pesquisa, a primeira questão merece destaque no que se refere a importância deste estudo na contribuição para a reflexão sobre as práticas dos programas de saúde, principalmente este, do controle de tuberculose. Pois avaliar um programa de saúde traz respostas sobre sua atuação, e pode contribuir para fomentar o debate sobre o papel do desempenho do programa para alcançar os resultados esperados no controle da tuberculose.

Os resultados apontam que os municípios com situação epidemiológica mais preocupante são aqueles com *baixa TB e alta AIDS* e, *alta TB e alta AIDS*, os quais predominam nas regiões Sudeste e Sul. O alerta para este perfil epidemiológico, é que no primeiro grupo há o risco de aumento da incidência de tuberculose, considerando que a AIDS causa impacto na TB. No segundo grupo, onde as taxas das duas doenças são elevadas, a gravidade epidemiológica é indiscutível, e ocorre nos municípios prioritários e em municípios com mais de 80 mil habitantes, o que pode elevar o risco de infecção, pois é nesses municípios onde ocorre maior aglomeração de pessoas, e onde há maior demanda para atuação da vigilância dos serviços de saúde.

No cluster de *muito baixa TB e muito baixa AIDS*, aventa-se a possibilidade de que se trate de uma mistura de municípios com vigilância de má qualidade com aqueles que realmente têm baixa TB e AIDS. Este fato é predominante nos municípios não prioritários e nos pequenos, os quais, possivelmente, têm serviços menos especializados, podendo haver migração da população doente para municípios maiores em busca de tratamento, ou pode

estar encobrindo um subdiagnóstico. Deste modo, supõe-se que a taxa identificada pode estar sendo subestimada, o que é corroborado pela existência de grande proporção de municípios com desempenho *Fraco* e *Muito Fraco* no PNCT.

Quanto à avaliação de desempenho do PNCT, os clusters indicam que há municípios que têm *Bom* desempenho no programa, independente da implantação de DOTS. Ademais, a elevada proporção de pacientes tratados com esta estratégia está presente em municípios pequenos, não prioritários e não pertencentes às regiões metropolitanas. Estes estão localizados em grande parte em Minas Gerais, no Centro-Oeste, e no litoral do Nordeste.

Os municípios classificados como *Bom com baixo DOTS* têm a menor média de proporção de DOTS (8,49%) entre todos os clusters, sendo inclusive inferior à média nacional que é de 19,59%. Sem dúvida, há programa de controle de tuberculose funcionando com bom desempenho, independente da adoção de DOTS.

Como no cluster de desempenho *Moderado* é predominante a proporção de municípios grandes e prioritários, onde o problema principal é a baixa proporção informação de encerramento dos casos. Além disso, a proporção de casos que fizeram baciloscopia de escarro no início do tratamento não chega a 70%, e ao que parece, DOTS não é prioridade nesses locais.

A pior situação do PNCT é evidenciada pelo cluster *Muito fraco*, o qual ocorre nos municípios pequenos, mesmo naqueles de regiões metropolitanas, com exceção de 3 municípios com mais de 80.000 habitantes (Patos de Minas – MG, Campos dos Goytacazes – RJ, e Águas Lindas de Goiás – GO), num total de 2.256 municípios. Esta informação impele a necessidade de atenção para os municípios pequenos, que apresentam menor capacidade operacional do programa e, portanto, precisam ter seu programa reforçado.

Chama a atenção que a proporção de abandono no cluster *Fraco* tenha média de 88,9%, concentrando-se nas regiões Nordeste e Sudeste. Embora seja um grupo pequeno de municípios (81), a situação é preocupante. No cluster de desempenho *Regular*, se observa

uma proporção média de abandono bem menor (15,24%), mas ainda assim, elevada, quando se considera que a meta do Ministério da Saúde é manter o abandono abaixo de 5%.

É possível que uma abordagem aprofundada, e com enfoque qualitativo, nos clusters de desempenho *Bom e Bom com baixo DOTS*, enfocando municípios com diferentes tamanhos de população propicie a identificação dos condicionantes do bom desempenho do PNCT nesses locais. Desse modo, recomendações em nível nacional podem ser adotadas, contribuindo para melhorar os municípios com desempenho inadequado.

As diferenças regionais expressam a realidade dos estados e municípios. São situações extremamente graves, configuradas por elevadíssima taxa de incidência de TB, o que traduz tanto os precários fatores sociais associados à TB e AIDS, bem como insuficiente intervenção do programa de controle. Como o padrão TB-AIDS difere de região para região, requer abordagens diferentes e ao mesmo tempo, associadas para as duas doenças, tanto na notificação quanto na vigilância epidemiológica dos casos.

Ao lado desta pesquisa avaliativa, encontram-se os resultados de um estudo preditivo, que buscou estimar os efeitos de fatores determinantes da taxa de incidência de tuberculose no Brasil. Neste, foram utilizadas variáveis que marcam o estado socioeconômico da população, o sucesso no tratamento de TB, a influência da epidemia de AIDS, e as características nas hierarquias das unidades de análise.

O modelo hierárquico mostrou que é importante avaliar a tuberculose em vários níveis, pois temos diferentes situações ocorrendo nos municípios, regiões metropolitanas e grandes regiões do Brasil. A variância das regiões metropolitanas, em grande parte, explica-se pelas diferenças regionais. O efeito das grandes regiões é significativo em relação à região Sudeste, não obstante as regiões Sul e Centro-Oeste tenham estimativas negativas. Tal fato pode ser explicado porque a taxa de incidência de tuberculose nessas regiões é muito semelhante ao Sudeste, mantida como categoria de base na análise.

É impactante a influência da AIDS nas regiões metropolitanas, a qual apresenta associação positiva. Achado que até então não era detectado em outros estudos, mas que esta análise mostra que a maior prevalência da AIDS está contribuindo para o aumento da associação entre AIDS e TB, trazendo consigo todos os danos causados pelas duas doenças.

A interação entre AIDS e renda domiciliar menor que dois salários mínimos permitiu avaliar a modificação de efeito desses fatores sobre a TB, e ressalta o impacto da AIDS sobre a TB. Onde se observou que nos municípios com renda mais baixa a taxa de Tb era mais elevada, e onde ocorre renda mais elevada, a Tb era mais baixa.

Em geral, os resultados desta pesquisa indicam que outros estudos são necessários, no sentido de identificar os fatores, causais ou relacionados, que levam muitos municípios a terem desempenho baixo na operacionalização do PNCT. Pois, dentre outros fatores, a manutenção de elevada morbidade no Brasil passa pela qualidade do programa. Pois esta avaliação mostrou que o PNCT não está adequado aos municípios de pequeno porte, e tampouco os municípios prioritários, não obstante recebam mais insumos, respondem insatisfatoriamente às necessidades de vigilância do programa. Do mesmo modo, o Programa Nacional de Controle de Tuberculose necessita ser reforçado no Brasil, no sentido de considerar a AIDS ao estabelecer suas estratégias de controle. Ademais, os aspectos de baixa renda da população e densidade populacional, já analisados em diversas pesquisas, também se manifestam de forma importante nestes resultados.

REFERÊNCIAS

- Aerts, D. e R. Jobim. (2004). The epidemiological profile of tuberculosis in southern Brazil in times of AIDS. *Int J Tuberc Lung Dis*, 8 (6): 785-91. Jun.
- Afifi, A. A. e V. Clark. (1990). *Computer-aided multivariate analysis*. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 1990
- Boffo, M. M. S., I. G. Mattos, *et al.* (2004). Tuberculose associada à AIDS: características demográficas, clínicas e laboratoriais de pacientes atendidos em um serviço de referência do sul do Brasil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 30 (2): 140-146. Mar-Apr.
- Brasil. (2000). Informe da Atenção Básica. Brasília: Coordenação de Investigação do Departamento de Atenção Básica da Secretaria de Políticas de Saúde do Ministério da Saúde. 2006 2000.
- Brasil. (2002). *Ministério da Saúde. Controle da tuberculose: uma proposta de integração ensino-serviço*. Rio de Janeiro: FUNASA/CRPHF/SBPT. 2002. 236 p.
- Brasil. (2004). *Ministério da Saúde. Saúde Brasil 2004: uma análise da situação de saúde*. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. 2004. 350 p. (Série G. Estatística e Informação em Saúde)
- Campos, C. E. A. (2005). Estratégias de avaliação e melhoria contínua da qualidade no contexto da Atenção Primária à Saúde. *Rev. Bras. Saúde Matern. Infant.*, 5 (Supl 1): 563-569. Dez.
- Chaimowicz, F. (2001). Age transition of tuberculosis incidence and mortality in Brazil. *Rev Saude Publica*, 35 (1): 81-7. Feb.
- CNS. *Conselho Nacional de Saúde. Acesso em maio, 2006*. Brasília: Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br>
- Conaty, S. J., A. C. Hayward, *et al.* (2004). Explaining risk factors for drug-resistant tuberculosis in England and Wales: contribution of primary and secondary drug resistance. *Epidemiol Infect*, 132 (6): 1099-108. Dec.
- Contandriopoulos, A. P., F. Champagne, *et al.* (1997). Avaliação na área da saúde: conceitos e métodos. In: Z. M. A. Hartz (Ed.). *Avaliação em saúde: dos modelos conceituais à prática na análise da implantação de programas*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1997. Avaliação na área da saúde: conceitos e métodos, p.29-47
- Cordeiro, H. (1991). *Sistema Único de Saúde*. Rio de Janeiro: Ayuri Editorial. 1991
- DATASUS. *Departamento de Informática do SUS*. Brasília: Acesso em Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.datasus.gov.br>
- Diez-Roux, A. V. (2000). Multilevel analysis in public health research. *Annu Rev Public Health*, 21: 171-92.

- Diez Roux, A. V. (2002). A glossary for multilevel analysis. *J Epidemiol Community Health*, 56 (8): 588-94. Aug.
- Donabedian, A. (1988). *The definition of quality and approaches to its assessment: explorations in quality assessment and monitoring*. An Arbor, Michigan: Health Administrations Press, v.1. 1988
- Donabedian, A. (2005). Evaluating the quality of medical care. *The Milkbank Quarterly*, 83 (4): 691-729.
- Dye, C. (2006). Global epidemiology of tuberculosis. *Lancet*, 367 (9514): 938-40. Mar 18.
- Elender, F., G. Bentham, *et al.* (1998). Tuberculosis mortality in England and Wales during 1982-1992: its association with poverty, ethnicity and AIDS. *Soc Sci Med*, 46 (6): 673-81. Mar.
- Farmer, P. (1997). Social scientists and the new tuberculosis. *Soc Sci Med*, 44 (3): 347-58. Feb.
- Frieden, T. R., T. R. Sterling, *et al.* (2003). Tuberculosis. *Lancet*, 362 (9387): 887-99. Sep 13.
- Gandy, M. e A. Zumla. (2002). The resurgence of disease: social and historical perspectives on the 'new' tuberculosis. *Soc Sci Med*, 55 (3): 385-96; discussion 397-401. Aug.
- Goldstein, H. (1999). *Multilevel statistical models*. London: Institute of Education, Multilevel Models Project. 1999. 163 p.
- Goncalves, H. (2000). A tuberculose ao longo dos tempos. *História, ciências, Saúde-Manguinhos*, 7 (2). Jul-Oct.
- Habicht, J. P., C. G. Victora, *et al.* (1999). Evaluation designs for adequacy, plausibility and probability of public health programme performance and impact. *Int J Epidemiol*, 28 (1): 10-8. Feb.
- Hair, J. F. J., R. E. Anderson, *et al.* (1995). *Multivariate data analysis*. New Jersey: Prentice Hall. Upper Saddle River. 1995
- Harries, A. D., R. Zachariah, *et al.* (2005). Human resources for control of tuberculosis and HIV-associated tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis*, 9 (2): 128-37. Feb.
- Hartz, Z. M. A. (1999). Avaliação dos programas de saúde: perspectivas teórico metodológicas e políticas institucionais. *Ciência & Saúde Coletiva*, 4 (2): 341-353.
- Hartz, Z. M. A. e L. A. B. Camacho. (1996). Formação de recursos humanos em epidemiologia e avaliação dos programas de saúde. *Cad. Saude Publ.*, 12 (Supl. 2): 13-20.
- Hijjar, M. A., M. J. P. R. Oliveira, *et al.* (2001). A tuberculose no Brasil e no mundo. *Boletim de Pneumologia Sanitária*, 9 (2): 9-16. Jul-Dec.

- Hox, J. J. (1995). *Applied multilevel analysis*. Amsterdam: TT-Publikaties. 1995. 118 p.
- IBGE. (2000). Censo Demográfico: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 2000.
- Laguardia, J. e E. Merchan-Hamann. (2003). [Risk factors for tuberculous disease in AIDS cases reported in Brazil, from 1980 to 2000]. *Rev Esp Salud Publica*, 77 (5): 553-65. Sep-Oct.
- Liberato, I. R., M. F. P. M. Albuquerque, *et al.* (2004). Characteristics of pulmonary tuberculosis in HIV seropositive and seronegative patients in a Northeastern region of Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*, 37 (1): 46-50. Jan-Feb.
- Lillebaek, T., A. B. Andersen, *et al.* (2002). Persistent high incidence of tuberculosis in immigrants in a low-incidence country. *Emerg Infect Dis*, 8 (7): 679-84. Jul.
- Menezes, A. M. B., J. D. Costa, *et al.* (1998). Incidência e fatores de risco para tuberculose em Pelotas, uma cidade do sul do Brasil. *Rev Bras Epidemiol*, 1 (1): 50-60.
- Mota, F. F., L. M. Vieira-Da-Silva, *et al.* (2003). [Spatial distribution of tuberculosis mortality in Salvador, Bahia, Brazil]. *Cad Saude Publica*, 19 (4): 915-22. Jul-Aug.
- Munch, Z., S. W. Van Lill, *et al.* (2003). Tuberculosis transmission patterns in a high-incidence area: a spatial analysis. *Int J Tuberc Lung Dis*, 7 (3): 271-7. Mar.
- Oliveira, H. B., L. Marin-Leon, *et al.* (2004). [Differences in mortality profile of tuberculosis patients related to tuberculosis-AIDS co-morbidity]. *Rev Saúde Pública*, 38 (4): 503-10. Aug.
- Oliveira, H. B., L. Marin-Leon, *et al.* (2005). Análise do programa de controle da tuberculose em relação ao tratamento em Campinas - SP. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 31 (2): 133-138. Mar-Apr.
- Penna, M. L. F. (1988a). estratégias de controle da tuberculose: da descoberta do bacilo aos nossos dias. *Cadernos do IMS*, 2 (2): 117-146. Jun-Jul.
- Penna, M. L. F. (1988b). Tuberculose: assistência ou controle? I. Revisão dos dados que apóiam a existência de efetividade epidemiológica dos programas de controle baseados no diagnóstico e tratamento de casos. *Boletim da Campanha Nacional Contra a Tuberculose*, 2 (1): 5-14. Jan-Jun.
- Penna, M. L. F. (1988c). Tuberculose: assistência ou controle? II. Discussão sobre a efetividade epidemiológica de programas de controle baseados no diagnóstico e tratamento de casos. *Boletim da Campanha Nacional Contra a Tuberculose*, 2 (2): 115-125. Jul-Dec.
- Pio, A., F. Luelmo, *et al.* (1997). National tuberculosis programme review: experience over the period 1990-95. *Bull World Health Organ*, 75 (6): 569-81.
- Rasbash, J., W. Browne, *et al.* (2005). MLwiN. Multilevel Models Project Institute of Education. Version 2.02. Centre for Multilevel Modelling. University of Bristol 2005.

Rieder, H. L. (2001). *Bases Epidemiológicas para o Controle da Tuberculose*. Lisboa: Direção Geral da Saúde. 2001. 168 p.

Ruffino-Netto, A. (1999). Impacto da reforma do setor saúde sobre os serviços de tuberculose no Brasil. *Boletim de Pneumologia Sanitária*, 7 (1): 7-18. Jan-Jun.

Ruffino-Netto, A. (2001). Programa de controle da tuberculose no Brasil: situação atual e novas perspectivas. *Informe Epidemiológico do SUS*, 10 (3): 129-138.

Ruffino-Netto, A. (2002). [Tuberculosis: the neglected calamity]. *Rev Soc Bras Med Trop*, 35 (1): 51-8. Jan-Feb.

Ruffino-Netto, A. e A. M. Souza. (2001). Evolution of the health sector and tuberculosis control in Brazil. *Rev Panam Salud Publica*, 9 (5): 306-10. May.

Sanders, J. (1997). Cluster Evaluation. In: E. Chelimsky e W. Shadish (Ed.). *Evaluation for the 21st Century: a Handbook*. London and New Delhi: Sage - Thousand Oaks, 1997. Cluster Evaluation, p.396-404

Santo, A. H., C. E. Pinheiro, *et al.* (2003). [Multiple-causes-of-death related to tuberculosis in the State of Sao Paulo, Brazil, 1998]. *Rev Saude Publica*, 37 (6): 714-21. Dec.

Schonlau, M. (2002). The clustergram: A graph for visualizing hierarchical and non-hierarchical cluster analyses. *The Stata Journal*, 2 (4): 391-402.

Schwartzman, K. (2002). Latent tuberculosis infection: old problem, new priorities. *Cmaj*, 166 (6): 759-61. Mar 19.

Selig, L., M. T. Belo, *et al.* (2003). The study of tuberculosis-attributed deaths as a tool for disease control planning in Rio de Janeiro, Brazil. *Int J Tuberc Lung Dis*, 7 (9): 855-9. Sep.

Silva, L. M. V. (2005). Conceitos, abordagens e estratégias para a avaliação em saúde. In: Z. M. A. Hartz e L. M. V. Silva (Ed.). *Avaliação em saúde: dos modelos teóricos à prática na avaliação de programas e sistemas de saúde*. Salvador/Rio de Janeiro: EDUFBA/Fiocruz, 2005. Conceitos, abordagens e estratégias para a avaliação em saúde, p.15-40

Snijders, A. B. e R. J. Bosker. (1999). *Multilevel analysis: an introduction to basic and advanced multilevel modeling*. London: SAGE Publications. 1999

Sonnenberg, P., J. R. Glynn, *et al.* (2005). How soon after infection with HIV does the risk of tuberculosis start to increase? A retrospective cohort study in South African gold miners. *J Infect Dis*, 191 (2): 150-8. Jan 15.

Souza, W. V., M. F. M. Albuquerque, *et al.* (2005). [Tuberculosis in Brazil: construction of a territorially based surveillance system]. *Rev Saúde Pública*, 39 (1): 82-9. Feb.

Statacorp. (2005). Stata Statistical Software. Release 9. College Station, Texas: StataCorp LP 2005.

Styblo, K. (1991). Epidemiology of tuberculosis. *Selected papers Royal Nederland's Tuberculosis Association*, 24: 9-129.

Wallace, D. (1994). The resurgence of tuberculosis in New York city: a mixed hierarchically and spatially diffused epidemic. *American Journal of Public Health*, 84 (6): 1000-1002. June.

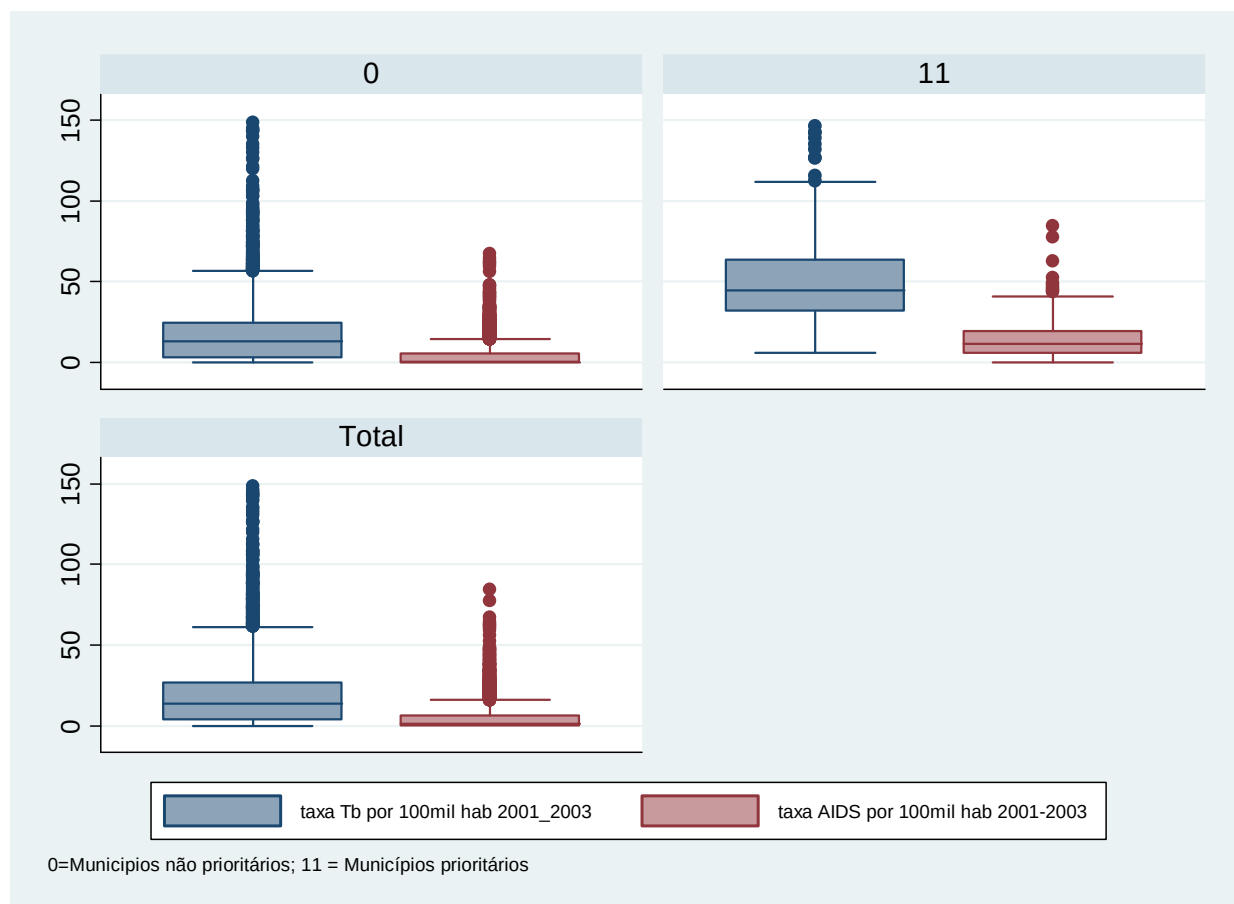
Who. (2006). *The Global Plan to Stop TB 2006–2015: actions for life toward a world free of tuberculosis*. Geneva: World Health Organization. 2006. 167 p.

Zumla, A. e Z. Mullan. (2006). Turning the tide against tuberculosis. *Lancet*, 367 (9514): 877-8. Mar 18.

ANEXO A – Análise exploratória

Primeiramente, como descrito no artigo, o processo de modelagem envolveu uma etapa de exploração das variáveis, principalmente das taxas de tuberculose e de AIDS. Esta etapa é fundamental para se conhecer o padrão de distribuição das variáveis e suscitar formar de interpretar os dados e resumir os resultados.

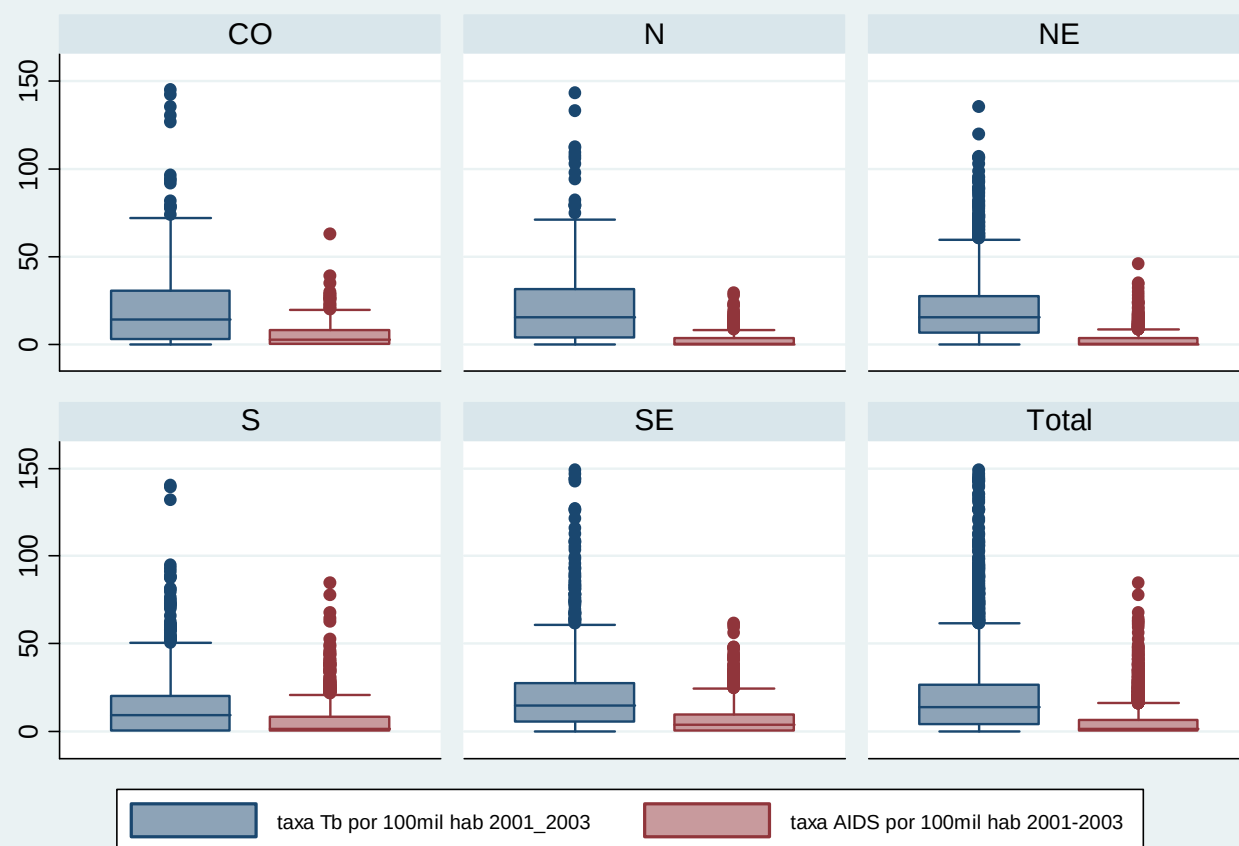
As figuras 5 e 6 mostram a distribuição das taxas de tuberculose no Brasil, no período de 2001 a 2003, entre os municípios prioritários e não prioritários e nas regiões brasileiras. Observa-se maior dispersão das taxas nos municípios prioritários. Quanto às regiões as maiores taxas de tuberculose e AIDS estão na região Sudeste. No Norte há predominância de TB sobre a AIDS. Já na região Sul, observa-se maior dispersão da taxa de AIDS em relação às demais regiões.



Fonte: SINAN - MS

Nota: por adequação gráfica, foi restringida a taxa de TB de ≤ 150 . Portanto, os seguintes municípios não foram considerados na plotagem: Amaturá (AM), São Gabriel da Cachoeira (AM), Ilha de Itamaracá (PE), Niterói (RJ), Álvaro de Carvalho (SP), Américo Brasiliense (SP), Campos do Jordão (SP), Lavínia (SP), Mirandópolis (SP), Pacaembu (SP), Lapa (PR), Charqueadas (RS), Ribeirãozinho (MT).

Figura 5 – Box Plot da distribuição das taxas de TB e AIDS, de acordo com municípios prioritários e não prioritários e total no Brasil, 2001-2003.



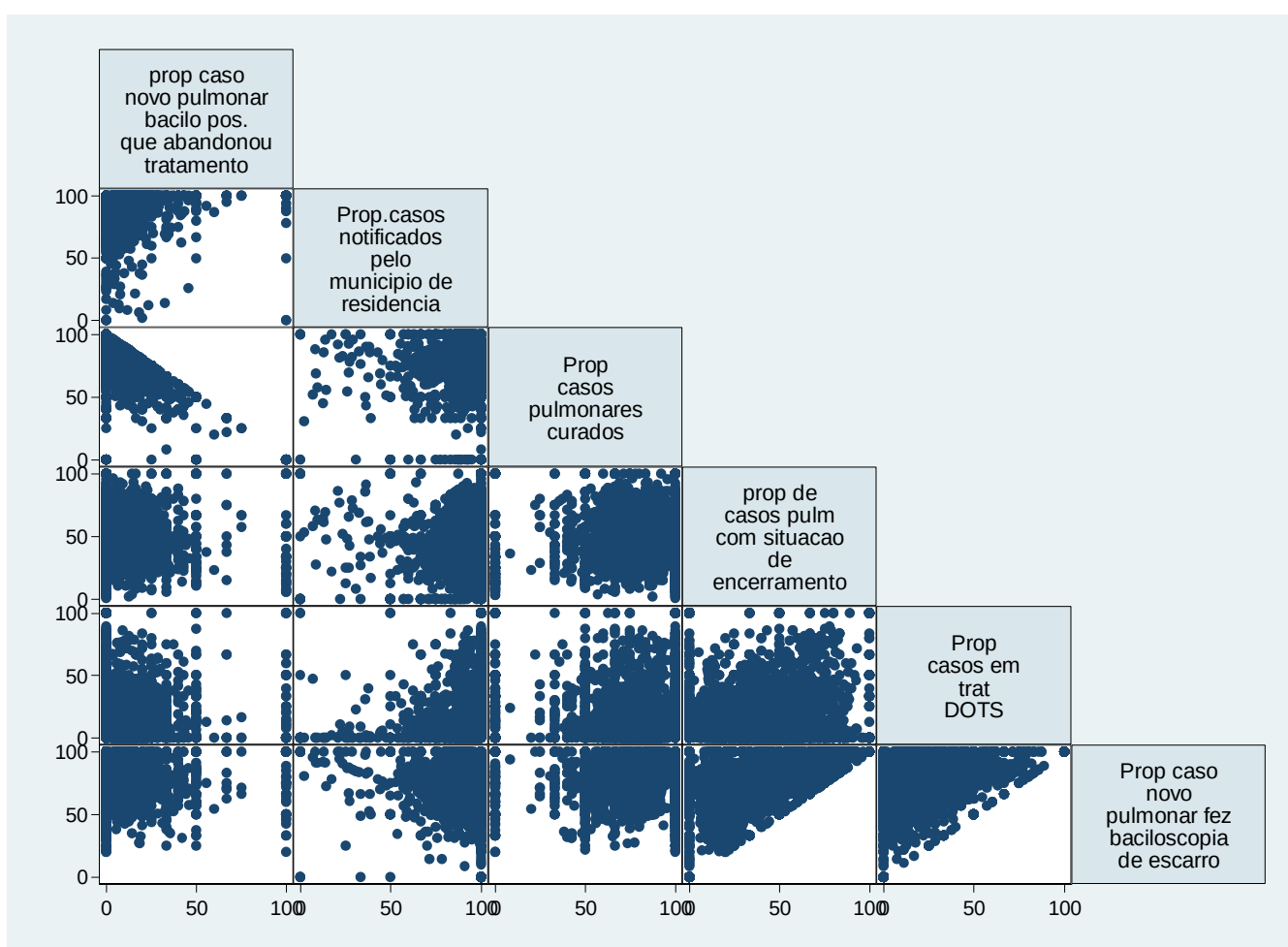
Graphs by regioao

Fonte: SINAN - MS

Nota: por adequação gráfica, foi restringida a taxa de TB de ≤ 150 . Portanto, os seguintes municípios não foram considerados na plotagem: Amaturá (AM), São Gabriel da Cachoeira (AM), Ilha de Itamaracá (PE), Niterói (RJ), Álvaro de Carvalho (SP), Américo Brasiliense (SP), Campos do Jordão (SP), Lavínia (SP), Mirandópolis (SP), Pacaembu (SP), Lapa (PR), Charqueadas (RS), Ribeirãozinho (MT).

Figura 6- Box plot da distribuição das taxas de TB e AIDS, conforme as regiões e total no Brasil 2001 – 2003.

A matriz de correlação (Figura 7) entre os indicadores de processo é apresentada na Figura 7. Destaca-se: elevado abandono está correlacionado com baixa cura; menor abandono e maior proporção de encerramento; maior abandono e menor o número de casos novos pulmonares que fizeram baciloscopia; maior proporção de casos notificados pelo município de residência e maior cura e maior proporção de casos em tratamento DOTS; maior cura e maior encerramento apresentam correlação positiva; a proporção de casos encerrados é maior nos casos em tratamento DOTS e naqueles casos pulmonares que fizeram baciloscopia de escarro para diagnóstico; maior proporção de DOTS é observada nos casos que fizeram baciloscopia de escarro.

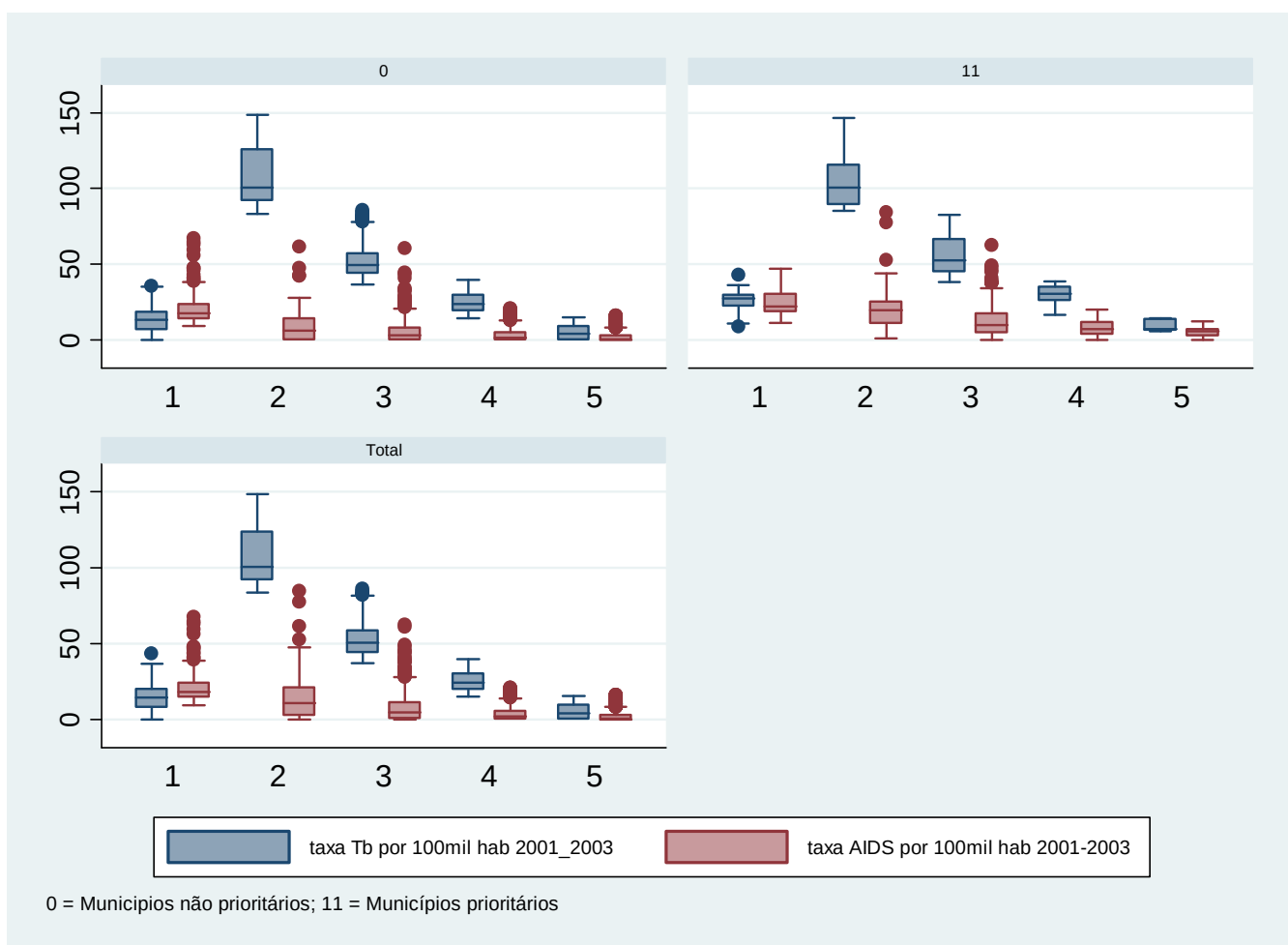


Fonte: SINAN - MS

Figura 7 – Matriz de correlação entre os indicadores de desempenho do Programa Nacional de Controle de Tuberculose, Brasil 2001-2003.

ANEXO B – Aspectos gráficos da análise de cluster

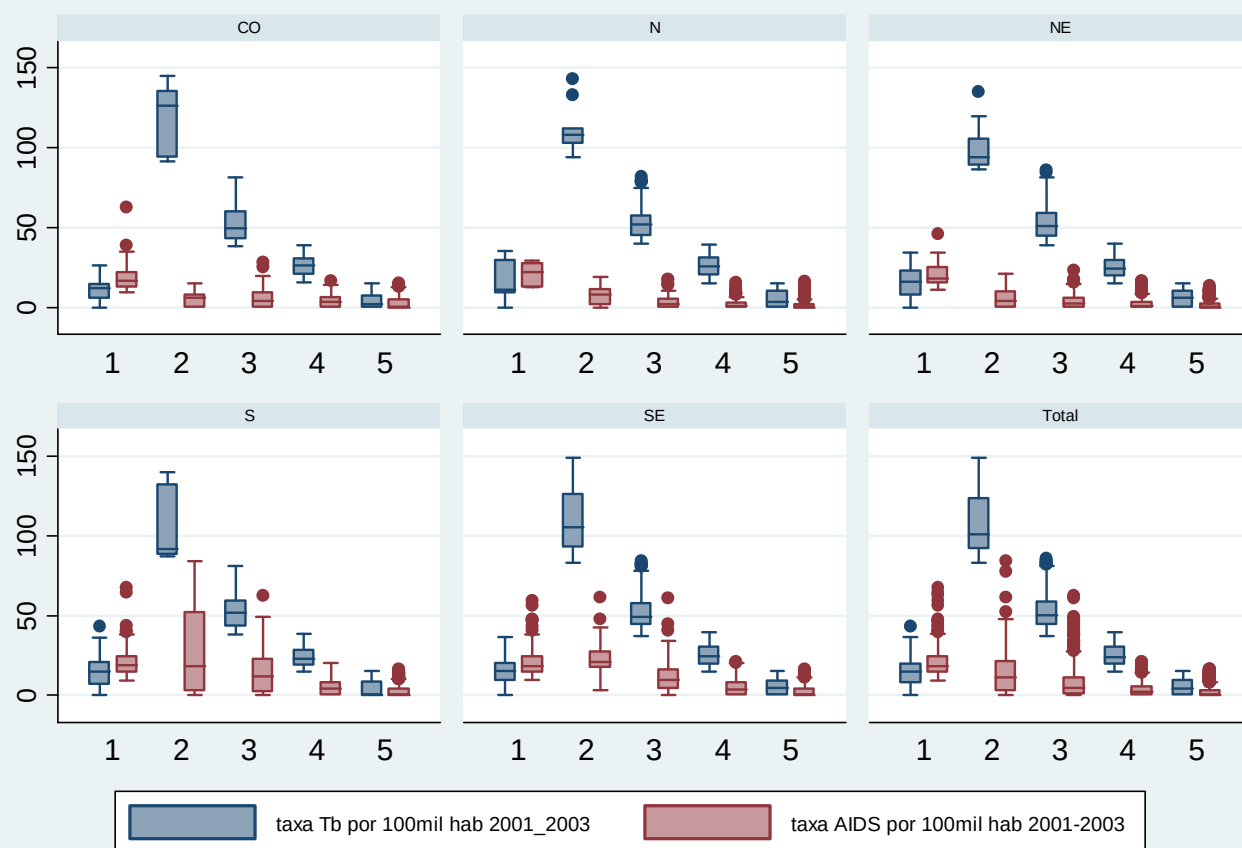
As Figuras 8 e 9 mostram as distribuições das taxas de TB e AIDS para todo o Brasil, município prioritário e não prioritário e para as regiões brasileiras, de acordo com os clusters formados. Nestas pode-se observar que comparativamente a AIDS possui maior variação que a TB em todo o Brasil. A dispersão das taxas de TB e AIDS é maior nos municípios prioritários, que nos não prioritários, os quais assemelham-se à distribuição do Brasil. Nas regiões brasileiras verifica-se que os clusters foram divididos proporcionalmente, mas a região Sul destaca-se por maior variação tanto da TB quanto da AIDS.



Fonte: SINAN - MS

Nota: por adequação gráfica, foi restringida a taxa de TB de ≤ 150 . Portanto, os seguintes municípios não foram considerados na plotagem: Amaturá (AM), São Gabriel da Cachoeira (AM), Ilha de Itamaracá (PE), Niterói (RJ), Álvaro de Carvalho (SP), Américo Brasiliense (SP), Campos do Jordão (SP), Lavínia (SP), Mirandópolis (SP), Pacaembu (SP), Lapa (PR), Charqueadas (RS), Ribeirãozinho (MT).

Figura 8 - Box Plot da taxa de incidência de tuberculose e de AIDS, conforme os clusters, por município prioritário, não prioritário e total, Brasil 2001 – 2003



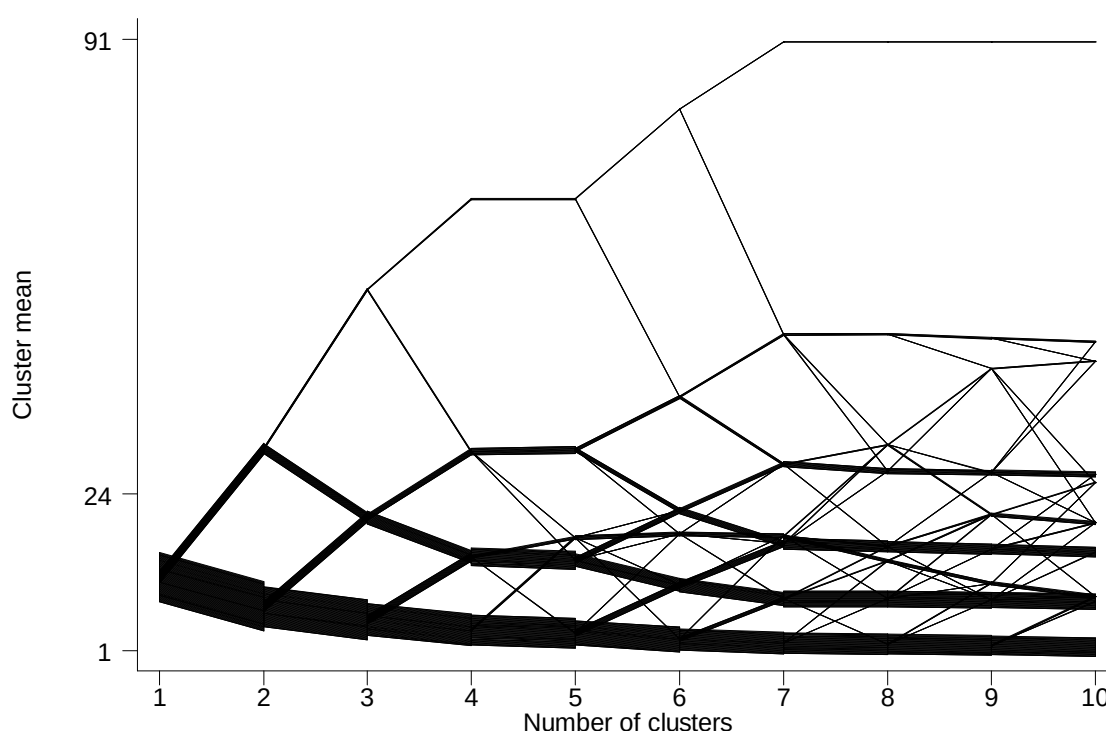
Graphs by regioao

Fonte: SINAN - MS

Nota: por adequação gráfica, foi restringida a taxa de TB de ≤ 150 . Portanto, os seguintes municípios não foram considerados na plotagem: Amaturá (AM), São Gabriel da Cachoeira (AM), Ilha de Itamaracá (PE), Niterói (RJ), Álvaro de Carvalho (SP), Américo Brasiliense (SP), Campos do Jordão (SP), Lavínia (SP), Mirandópolis (SP), Pacaembu (SP), Lapa (PR), Charqueadas (RS), Ribeirãozinho (MT).

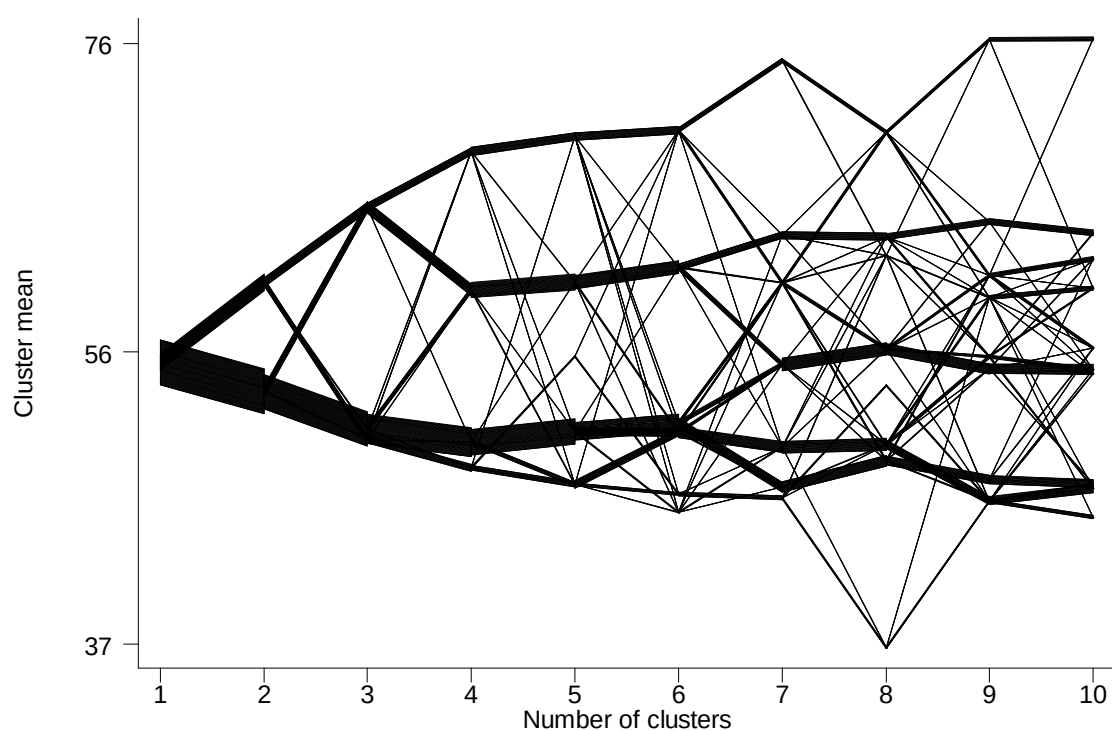
Figura 9 - Box Plot da taxa de incidência de tuberculose e de AIDS por região do Brasil, conforme os clusters.

As Figuras 10 e 11 mostram os clustergramas utilizados para julgar o número de clusters em análise. Na coordenada Y encontra-se a média dos indicadores utilizados na formação dos clusters, e na coordenada X, o número de clusters. A espessura dos paralelogramas é proporcional a número de observações nos clusters, que são conectados uns aos outros no gráfico por meio de suas médias. A indicação de que a estrutura dos dados é não hierárquica decorre de que os novos clusters não emergem sequencialmente de um único cluster parental. O ponto de corte tanto para os indicadores de morbidade, quanto de desempenho do programa foi aquele onde os cluster apresentavam certa estabilidade, sem se misturar os grupamentos.



Fonte: SINAN-MS

Figura 10 – Clustergrama dos indicadores de morbidade (taxa de incidência de tuberculose e de AIDS), Brasil 2001-2003.



Fonte: SINAN-MS

Figura 11 – Clustergrama dos indicadores de desempenho do Programa de Controle de Tuberculose, Brasil 2001 – 2003.

ANEXO C – Diagnóstico do modelo multinível

O modelo de regressão multinível apresentou um ajuste expressivo, e os achados são consistentes com o modelo teórico proposto. Existem vários métodos de diagnóstico, cada um focalizando um aspecto do ajuste. Optou-se por analisar os resíduos pelos municípios (nível 2) e regiões metropolitanas (nível 3).

Ao nível dos municípios, as Figuras 12, 13 e 14 mostram respectivamente os resíduos padronizados *versus* escores normais, resíduos *versus* ranque, e o erro padrão dos resíduos *versus* ranque. Na Figura 12, espera-se que sendo o modelo bem especificado, se observe uma reta, e nas Figuras 13 e 14 espera-se que os resíduos estejam em torno da média zero. Nestes dados observa-se a presença de alguns valores extremos, que tendem a fugir do padrão esperado para os pontos, mas são poucos municípios com essa característica, e não se comportaram como pontos de alavancagem. A Figura 14 também permite identificar o efeito de cada município, uma vez que o modelo é de intercepto aleatório. A inclinação aleatória do tempo (nível 1 – ano) pode ser observada na parte inferior de cada figura de diagnóstico ao nível do município, cuja diferença é basicamente formada por 3 municípios com valores maiores no ano 2003.

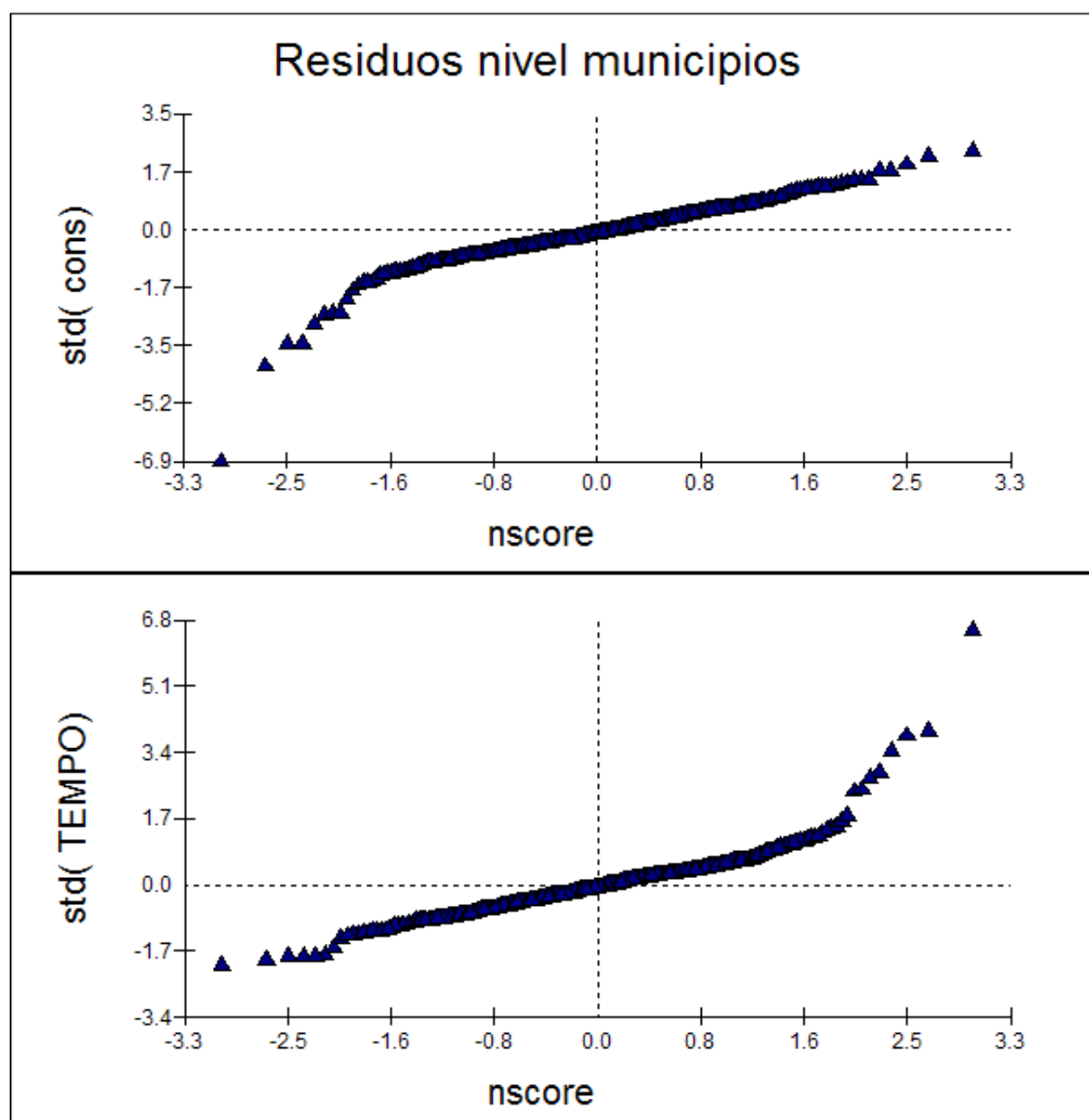


Figura 12 – Resíduos padronizados *versus* escores normais (nível municípios)

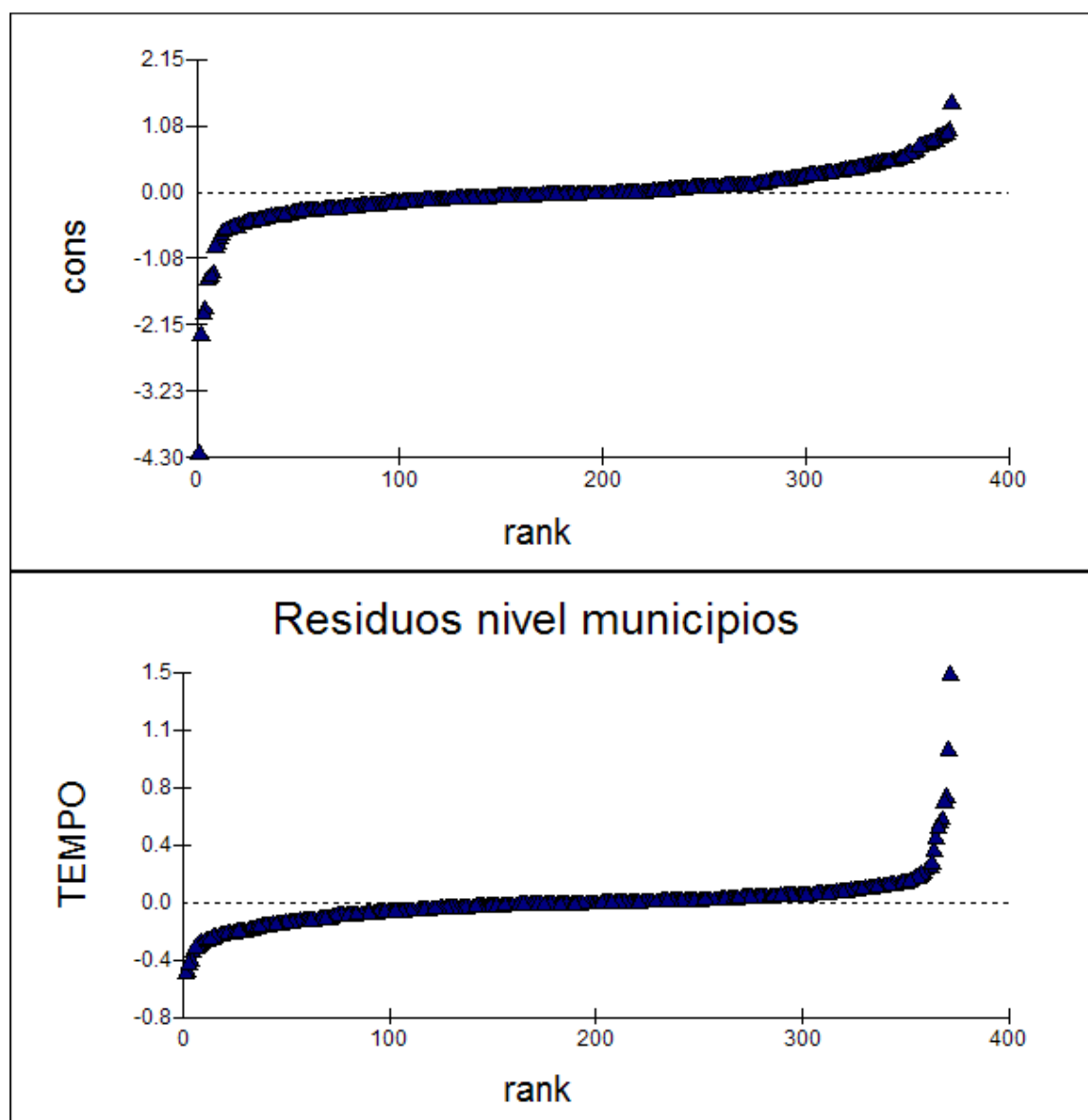


Figura 13 – Resíduos versus ranque (nível municípios)

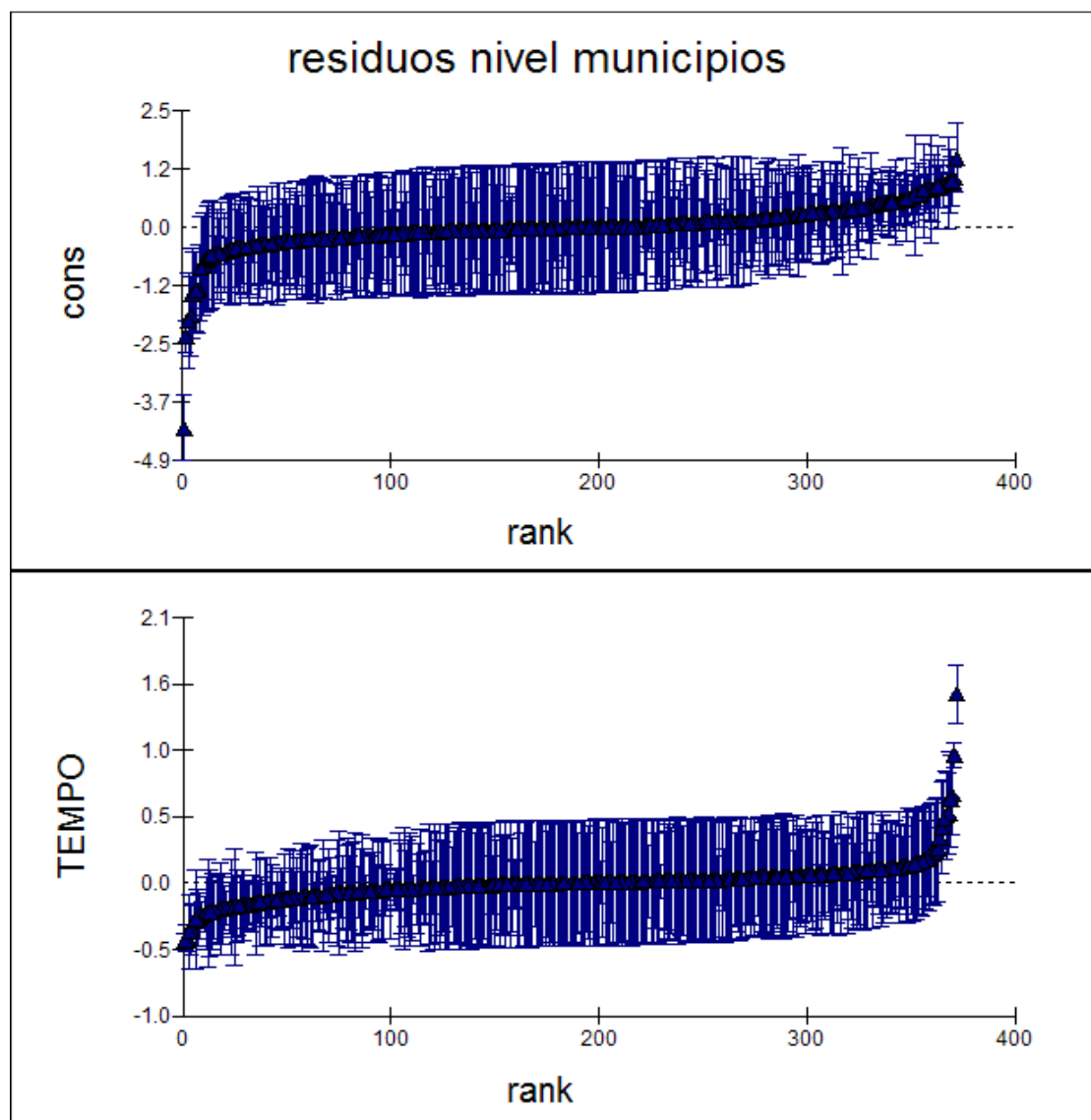


Figura 14 – Erro padrão dos resíduos *versus* ranque (nível municípios)

A Figura 15 mostra os resíduos *versus* previsões. Este gráfico permite avaliar a hipótese de que a covariância entre os resíduos e as previsões é igual a zero. Observa-se que o gráfico não mostra um padrão bem definido. Desta forma, pode-se assumir que não há correlação entre os resíduos e as previsões.

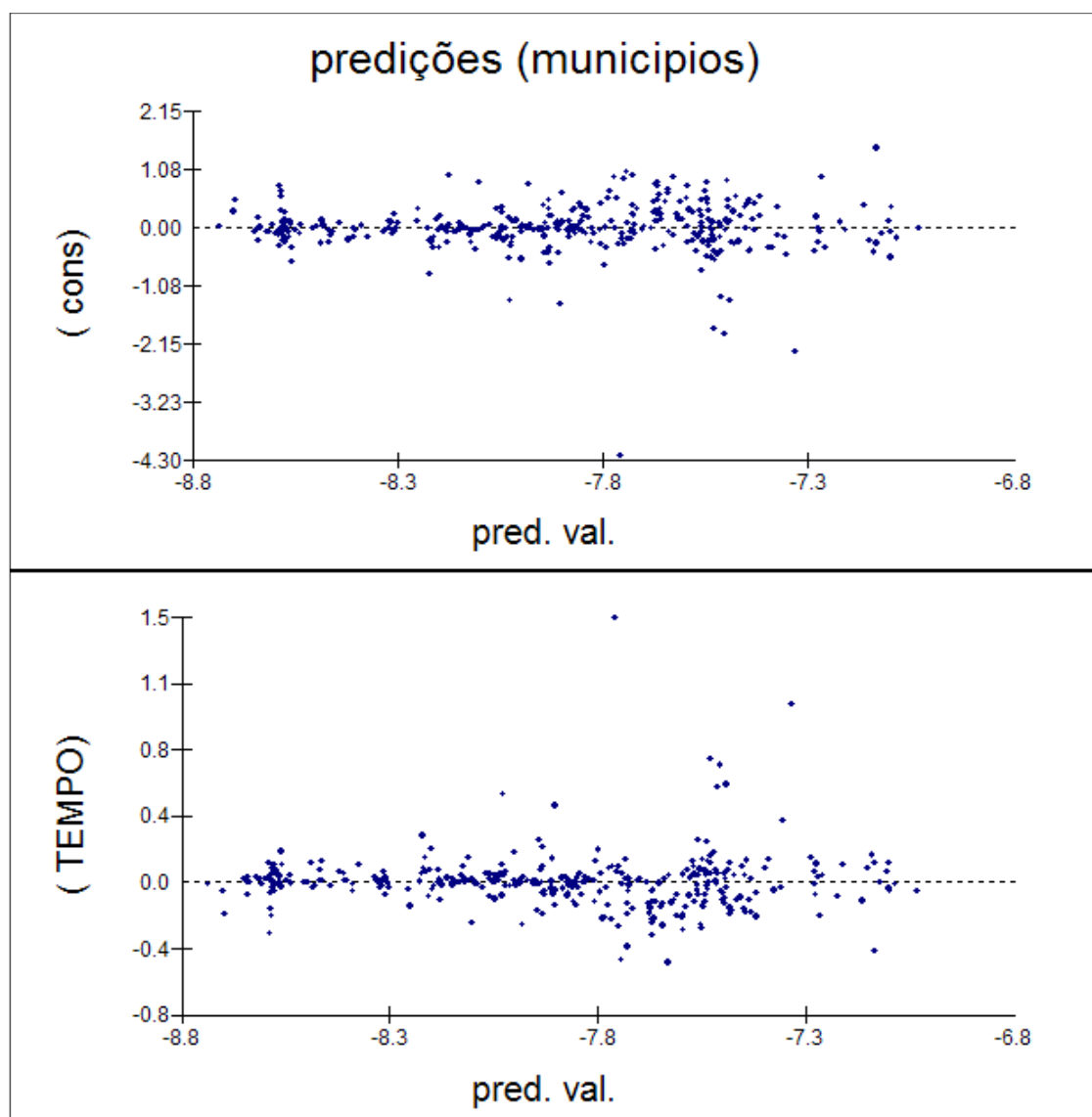


Figura 15 – Resíduos padronizados *versus* previsões fixas (nível municípios)

Os resíduos ao nível das Regiões Metropolitanas (nível 3) permitem comparar essas unidades, e desse modo, o gráfico mais informativo é o erro padrão dos resíduos *versus* ranque (Figura 16). Nesta observa-se a variabilidade nas Regiões Metropolitanas do Brasil, indicando suas diferenças. Na figura identificam-se algumas da regiões metropolitanas.

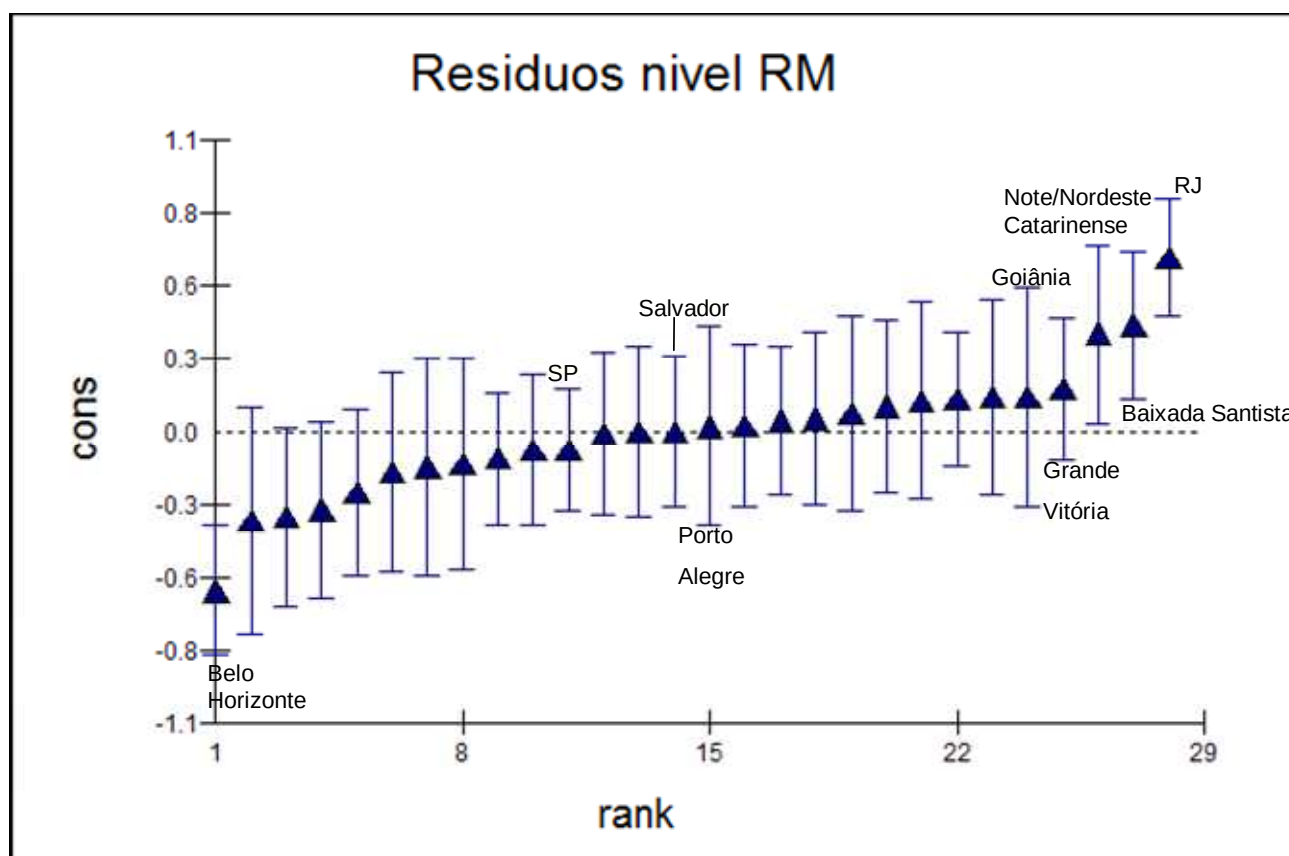


Figura 16 - Erro padrão dos resíduos *versus* ranque (nível regiões metropolitanas)

Os resíduos *versus* previsões fixas nas regiões metropolitanas (Figura 17) mostra um padrão médio em torno do valor zero, indicando ausência de covariância entre os resíduos e as previsões.

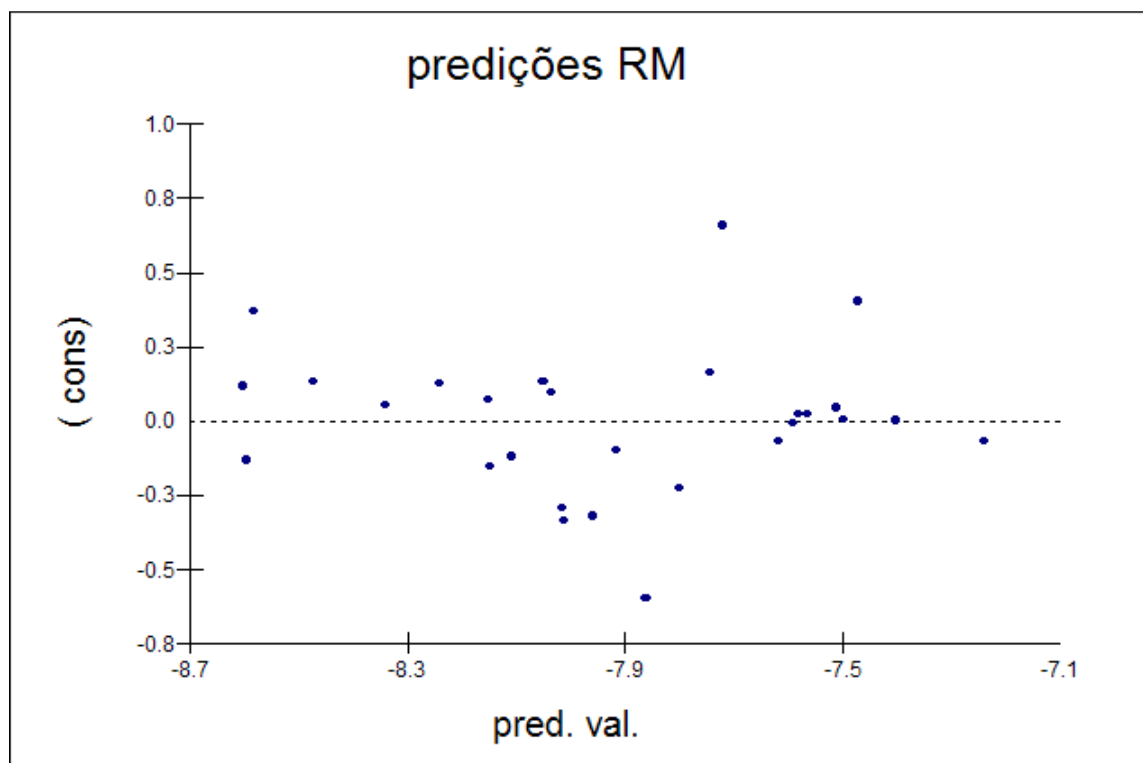


Figura 17 - Resíduos padronizados *versus* previsões fixas (nível regiões metropolitanas)