

Distribuição espacial da infecção por *Ascaris lumbricoides*

Spatial distribution of *Ascaris lumbricoides* infection

Mônica Rodrigues Campos^{a*}, Luis Iván Ortiz Valencia^b, Bruno de Paula Menezes Drumond Fortes^b, Ricardo Cerqueira Campos Braga^b e Roberto de Andrade Medronho^b

^aInstituto de Medicina Social da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

^bNúcleo de Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Descritores

Ascariase, epidemiologia.[#] *Ascaris lumbricoides*.[#] Distribuição espacial.[#] Fatores de risco.[#] Análise por conglomerados. Geografia. – Geoprocessamento.

Keywords

Ascariasis, epidemiology.[#] *Ascaris lumbricoides*.[#] Residence characteristics.[#] Risk factors.[#] Cluster analysis. Geography. – Geoprocessing.

Resumo

Objetivo

Estimar áreas de risco para a ocorrência de carga parasitária produzida pelo *Ascaris lumbricoides*, por meio da utilização de técnicas de geoprocessamento e análise geoestatística.

Métodos

Foram selecionados 19 setores censitários para a realização do inquérito coproparasitológico e domiciliar na localidade de Parque Fluminense, no município de Duque de Caxias, RJ. Foram amostradas e plotadas no centróide de seu respectivo domicílio 1.664 crianças com idade entre 1 e 9 anos. As técnicas de geoestatística permitiram a análise exploratória espacial, variografia e *krigagem* ordinária. A análise estatística inclui teste “t” de Student, *odds ratio* e intervalos de confiança de 95%.

Resultados

A prevalência encontrada para *A. lumbricoides* foi de 27,5%. A renda familiar, o nível de escolaridade da dona de casa e as condições peridomiciliares foram identificados como fatores significativamente associados à ocorrência de ascariase. Um modelo de semivariograma isotrópico esférico com alcance de 150 metros, contribuição de 0,45 e *efeito pepita* de 0,55 foi empregado na *krigagem* ordinária.

Conclusões

A continuidade espacial de aproximadamente 150 metros corrobora a influência do peridomicílio na ascariase. Pela *krigagem* ordinária, foi possível estimar a ocorrência da doença em toda a área de estudo e construir um mapa de risco.

Abstract

Objective

To estimate risk areas for *Ascaris lumbricoides* parasitic overload, using geoprocessing and geostatistic methods of analysis.

Methods

A coproparasitologic and domiciliary survey was conducted in 19 selected census districts of the state of Rio de Janeiro, Brazil. A sample of 1,664 children aged between 1–9 years was selected and plotted in their own home's centroid. Geostatistics techniques allowed spatial exploratory analysis, variographic study, and ordinary kriging. Student t-test, odds ratio and confidence intervals were used in the statistical analysis.

Correspondência para/Correspondence to:

Roberto de Andrade Medronho
Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva – Nesc/UFRJ
Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
Av. Brigadeiro Trompowsky, s/nº
21941-590 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
E-mail: medronho@nesc.ufrj.br

Pesquisa realizada no Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva (Nesc/UFRJ). Subvencionada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj – Processos nº 151.673/99; 152.247/00).

*Aluna de pós-graduação do Instituto de Medicina Social da UERJ, nível doutorado. Recebido em 30/5/2001. Reformulado em 23/10/2001. Aprovado em 14/11/2001.

Results

A prevalence of 27.5% was found for A. lumbricoides. Household income, housewife's education level and peridomiliary conditions were identified as significantly associated factors to the occurrence of ascariasis. An isotropic spherical semivariogram model with 150-m reach, contribution of 0.45 and nugget effect of 0.55 was employed in ordinary kriging.

Conclusions

Peridomiliary impact on ascariasis is confirmed by a spatial continuity of 150 m. Disease occurrence could be estimated in the study area and a risk map elaborated using ordinary kriging.

INTRODUÇÃO

A espécie *Ascaris lumbricoides* é a mais bem conhecida entre os nematódeos por ser muito comum na espécie humana. Ainda hoje constitui um importante problema de saúde pública, especialmente nos países em desenvolvimento. As crianças são as mais atingidas e apresentam as repercussões clínicas mais significativas da infecção parasitária. No Brasil, diversos estudos realizados em pré-escolares e escolares mostraram elevada prevalência dessa parasitose intestinal.^{3-5,11}

O ambiente exerce um importante papel na transmissão da parasitose, já que os ovos *embrionados* do *Ascaris lumbricoides*, quando eliminados no solo pelas fezes do hospedeiro definitivo, não possuem capacidade de infecção. Essa capacidade só é adquirida após processo evolutivo que dura cerca de três ou quatro semanas, necessitando para isso de lugares úmidos, quentes e sombreados, pelo qual água e alimentos podem ser contaminados.¹³

Segundo Neves,¹² além dos ovos serem extremamente resistentes aos desinfetantes usuais, o peridomicílio funciona como foco de ovos infectantes. Assim, é fundamental que as estratégias de controle focalizem esse aspecto, priorizando ações de saneamento básico.

A prevalência elevada de *A. lumbricoides* está associada a precárias condições sanitárias, constituindo importante indicador do estado de saúde de uma população. Diversos fatores são capazes de interferir em sua prevalência: área geográfica estudada, tipo de comunidade (aberta ou fechada), nível socioeconômico, acessibilidade a bens e serviços, estado nutricional, idade e ocorrência de predisposição à infecção parasitária.⁵

Haswell-Elkins et al,⁹ estudando as estratégias para controlar os fatores de ocorrência de *A. lumbricoides* em grupos sociais e em indivíduos, mostraram que além da idade, o número de pessoas que vivem no domicílio é um importante fator de determinação da distribuição do parasito entre as famílias. Segundo

esses autores, essas características mostram que tais fatores são mais importantes que a predisposição genética da família. Reforçando essa linha, Tshikuka et al,¹⁴ pesquisando ambientes de risco na África, apontam a relação da densidade de moradores de uma casa como mais significativa para os grupos familiares de níveis socioeconômicos mais altos. Porém, o grau de educação materna é decisivo em qualquer contexto para evitar a contaminação. No que se refere às condições de higiene, os autores são unânimes em apontá-las como importante fator de risco.

A identificação de áreas de risco de *A. lumbricoides* é fundamental para o controle eficiente desse patógeno. Assim, o presente estudo, que fez parte do *Projeto de Avaliação dos Impactos do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara Sobre as Condições de Saúde e Qualidade de Vida* (Paisqua), teve como objetivo estimar áreas de risco para a ocorrência de carga parasitária produzida pelo *A. lumbricoides*, pela utilização de técnicas de geoprocessamento e geoestatística.

MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de julho a dezembro de 1997, na região denominada "Parque Fluminense", que abrange uma parte do segundo distrito do município de Duque de Caxias (Campos Elyseos), Rio de Janeiro. Esta é uma área densamente povoada, com elevado grau de poluição orgânica e industrial, composta por 43 setores censitários, que reunia, em 1991, uma população de 61.410 pessoas⁸ vivendo em condições sanitárias bastante precárias.

Da região estudada, foram selecionados 19 setores censitários para a realização de um inquérito coproparasitológico para identificação de *A. lumbricoides* e um inquérito domiciliar para avaliação de condições socioeconômicas e sanitárias.

Foi realizado estudo seccional para estimar a prevalência de enteroparasitoses e a carga parasitária de *A. lumbricoides*. A amostra de estudo foi selecionada en-

tre os participantes de um inquérito para estimar a soroprevalência da hepatite A,¹ realizado concomitantemente. No inquérito copro-parasitológico foi usada a amostra de 1.664 crianças entre 1 a 9 anos selecionadas para o inquérito sorológico de hepatite A. O exame copro-parasitológico foi efetuado após esclarecimento à população dos objetivos do trabalho e assinatura de um termo de consentimento.

As amostras de fezes colhidas foram analisadas pela técnica de MIFC (solução de MIF – merthiolate, iodo e formol – modificada por Oliveira Coutinho) e o método de Kato-Katz, que permitem a quantificação da carga parasitária.⁵ Considera-se carga parasitária a quantidade de ovos eliminados pela fêmea do helminto em material fecal para o meio externo. A Organização Mundial da Saúde¹⁵ considera infecção leve por *A. lumbricoides* quando a carga parasitária contiver até 5.000 ovos por grama de fezes; moderada, quando estiver entre 5.000 e 50.000; e, pesada, se ultrapassar 50.000 ovos por grama de fezes.

As variáveis relacionadas ao indivíduo, seu ambiente domiciliar e peridomiciliar foram obtidas por meio de entrevistas domiciliares, utilizando-se de um formulário pré-codificado.

Os resultados preliminares da análise da carga parasitária de *A. lumbricoides* foram descritos por meio de tabulações cruzadas com as variáveis disponíveis que discriminam os diversos aspectos domiciliares, peridomiciliares e socioeconômicos da região de estudo.

Para comparar os grupos de indivíduos positivos (presença de *Ascaris*) com os negativos (ausência de *Ascaris*) relativos à presença de *A. lumbricoides*, a análise estatística incluiu testes “t” de Student para as variáveis contínuas e testes χ^2 para as categóricas. No caso das variáveis binárias, calcularam-se a razão de chances (*odds ratio* – OR) e os respectivos intervalos de confiança.

No mapeamento da região, foram utilizadas as técnicas de geoprocessamento que se constituem no processamento eletrônico de dados que permitem a captura, o armazenamento, a manipulação, a análise, a demonstração e o relato de dados referenciados geograficamente.^{2,10} Gerou-se um mapa em escala de 1:2.000, resultante da restituição aerofotogramétrica da área de estudo. Nesse mapa foi realizada a plotagem de cada indivíduo amostrado no centróide de seus respectivos domicílios. Os dados convencionais foram armazenados e analisados nos programas Epi Info 6.0a e Stata 5.0. O software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado foi o ArcView 3.0a e o de geoestatística GSLIB 2.0 (*geostatistical software library*).⁷

Os bancos de dados dos inquéritos (copro-parasitológico e domiciliar) foram ligados a essas plotagens, permitindo a localização geográfica de cada variável do banco de dados. A partir dessa interação, é possível definir as áreas de risco para ocorrência do agravo sob estudo e sua relação com determinantes socioambientais.

O histograma da distribuição da carga parasitária mostra acentuada assimetria positiva. Uma variável com essa propriedade é usualmente modelada com uma distribuição de probabilidade log-normal, após a aplicação da transformação logarítmica. Variáveis regionalizadas com um histograma assimétrico podem ser espacializadas usando krigagem log-normal e krigagem indicadora.^{6,7} O primeiro método exige que o logaritmo dos dados seja uma realização discreta de uma função aleatória gaussiana, condição forte na prática. O segundo método não depende de uma lei de probabilidade e permite a modelagem da incerteza da variável mediante mapas de probabilidade e de quantis.

Uma transformação alternativa é a escore normal (normal score),⁷ definida para uma variável aleatória Z com função de distribuição de probabilidade FZ(.) como:

$$y = G^{-1}(F_z(z))$$

onde, $G^{-1}(\cdot)$ é a função inversa da função de distribuição de probabilidade de uma variável aleatória normal com média zero e desvio-padrão 1, e y é o escore normal correspondente ao quantil z.

A percentagem de casos positivos foi de 27,5% contra 72,5% dos casos negativos; a intensa presença de zeros no conjunto de dados impõe uma dificuldade na aplicação de uma técnica de interpolação. O presente trabalho limitou-se a usar os casos positivos no processo de espacialização. O primeiro passo consistiu em transformar os dados em escores normais, mediante o programa normal score.⁷ Depois, foi utilizada a metodologia geoestatística (variografia e krigagem) sobre os escores normais, usando os programas vargplt e kt3d, respectivamente, para a análise e a modelagem da variabilidade espacial do fenômeno em estudo. A premissa básica da geoestatística é a de que valores de uma variável em posições próximas são correlacionados e que essa correlação diminui à medida que a distância entre esses valores aumenta. Finalmente, usou-se uma transformação inversa para voltar à variável original, usando o programa backtr. Esses programas pertencem à biblioteca da GSLIB 2.0.⁷

A análise da continuidade espacial ou variografia foi aplicada nos escores normais somada a uma cons-

tante positiva, para trabalhar somente com valores maiores que zero. Foram construídos semivariogramas empíricos em duas direções, norte e leste, e ajustados a um modelo de semivariograma. O método de interpolação espacial empregado foi a krigagem ordinária. Pelo mapa de krigagem, obtém-se uma representação da distribuição espacial da carga parasitária em toda a região, pelo qual foi possível estimar áreas de risco para a ocorrência de *A. lumbricoides*.

O método de krigagem visa a estimar o valor de um fenômeno em posições não amostradas, empregando informação proveniente de dados amostrados da variável em posições vizinhas. Esse método utiliza um conjunto de técnicas de regressão linear generalizada para minimizar os erros de predição, produzindo uma estimativa não enviesada.⁷ Além disso, o método de krigagem, por não estar restrito aos limites administrativos das unidades geográficas, evita transições súbitas entre áreas vizinhas.

Em seguida, procedeu-se à análise do diagnóstico de predição, por meio do processo de validação cruzada. Esse processo permite reestimar os valores dos dados espaciais condicionados a um plano de krigagem (modelo de semivariograma e tipo de krigagem). Dessa forma, foi possível obter os erros de krigagem definidos pela diferença entre os valores preditos e os observados. Esses resíduos foram analisados com o objetivo de conferir se possuem média zero, mínima dispersão, histograma simétrico e ausência de correlação espacial.

RESULTADOS

A prevalência de *A. lumbricoides* entre as 1.664 crianças de 1 a 9 anos foi de 27,5%. A carga parasitária, entre os infectados, variou de 24 a 161.000 ovos por grama de fezes. O primeiro quartil foi de 868,3, e o terceiro quartil, de 12.328 ovos por grama de fezes. A média, entre os positivos, foi de 10.563, e o desvio-padrão foi de 6.511 ovos por grama de fezes. A forma do histograma da carga parasitária foi assimétrica positiva.

Na Figura 1A pode-se visualizar a distribuição es-

pacial das médias da carga parasitária segundo o setor censitário de residência. O valor mais extremo foi encontrado no setor 114, cuja carga parasitária média foi de 28.101 ovos por grama de fezes, seguido pelo setor 118 com 19.661 ovos por grama de fezes. As menores médias foram encontradas nos setores 140 e 117, com 3.673 e 2.195 ovos, respectivamente.

A distribuição das proporções de *A. lumbricoides* por setor censitário, ou seja, o percentual de casos positivos em relação ao total de exames realizados naquele setor é mostrado na Figura 1B. Nesse aspecto, destacam-se os setores 128 (49,5% de casos no setor) e 101 (49,1%). Tais setores possuem alta densidade, ou seja, apresentam elevada proporção dos casos amostrados (setores 128 com 10,5% de todos os casos da área de estudo e o setor 101 com 11,8%).

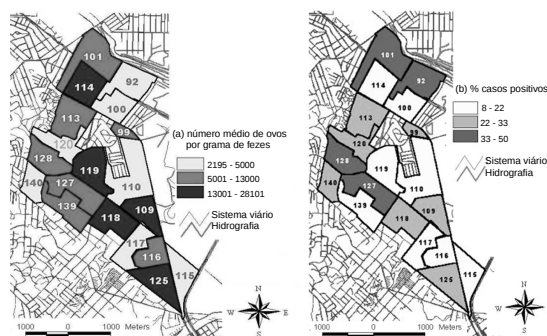


Figura 1 - Distribuição da média da carga parasitária de *Ascaris lumbricoides* (a) e prevalência de *Ascaris lumbricoides* (b), segundo setor censitário, Parque Fluminense, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 1997.

A Tabela apresenta as diferenças de médias e proporções entre os grupos com e sem a presença do endoparasito entre as variáveis com significância estatística. Destaca-se que a renda familiar, o nível de escolaridade da dona de casa e as condições peridomiciliares foram identificados como fatores associados à ocorrência de *A. lumbricoides*.

A análise estatística espacial foi realizada para 410 crianças com carga parasitária positiva, após realização da transformação nos dados.

Tabela - Diferença de médias e proporções entre os grupos com e sem *Ascaris lumbricoides*, Parque Fluminense, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 1997.

Variável	Com <i>Ascaris</i>	Sem <i>Ascaris</i>	p valor	Odds ratio (IC95%)
Idade (anos)	5	4	0,04	-
Renda familiar (SM)	3	4	0,00	-
Nº de anos estudo da dona de casa	5	6	0,00	-
Tempo de água encanada (anos)	5,7	7,4	0,00	-
Peri-Dom = vala negra* (%)	33,0	17,5	0,00	1,87 (1,45-2,25)
Destino do esgoto** (%)	30,5	24,1	0,002	1,379 (1,11-1,71)
Não uso de filtro (%)	35,0	18,9	0,00	1,85 (1,49-2,30)
Lixo a céu aberto (%)	33,0	23,6	0,003	1,44 (1,12-1,84)

SM = salários-mínimos;

*Proximidade do domicílio à vala negra.

**Destino do esgoto diferente da rede geral ou pluvial.

Para a verificação de um provável eixo preferencial de continuidade espacial do fenômeno, definido em um espaçamento de 20 m, construíram-se dois semivariogramas dos escores normais (Figura 2A). Nestes, não se detectou uma direção preferencial de ocorrência do fenômeno em estudo. Com isto, identificou-se existência de isotropia. Como resultado, foram identificados os seguintes parâmetros nos semivariogramas: alcance de 150 m, contribuição de 0,45 e *efeito pepita* de 0,55. Esses parâmetros foram utilizados na modelagem espacial com o modelo esférico.

Dessa forma, realizou-se a *krigagem* ordinária, com raio de busca de 120 m. Os resultados desse procedimento (Figura 2B) indicam a distribuição do gradiente de infecção da área de estudo. No mapa dos valores interpolados, são ressaltadas as áreas de concentração de carga parasitária em que os aglomerados de cargas altas são representados por tons mais escuros. Assim, é possível visualizar locais de maior risco de infecção. Nesse último mapa, em concordância com o exposto na Figura 1A, pode-se perceber a existência de áreas com

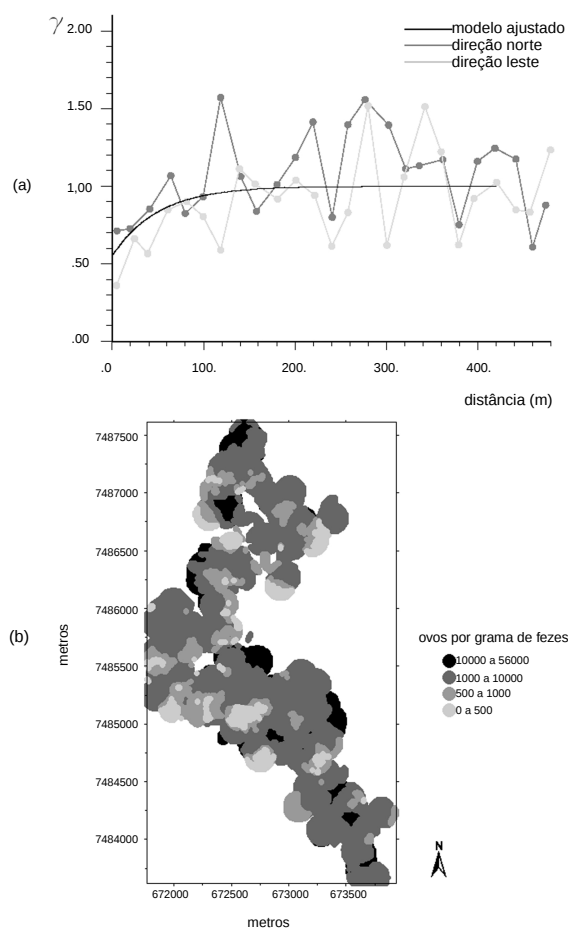


Figura 2 - (a) Semivariogramas experimentais nas direções norte e leste e modelo ajustado. (b) Valores estimados por *krigagem* ordinária para a carga parasitária do *Ascaris lumbricoides*, Parque Fluminense, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 1997.

alto risco de ocorrência para *A. lumbricoides*, como: o setor 114 por inteiro; o extremo-nordeste do setor 101; além do extremo-leste ao longo de todo o setor 109.

Elaborou-se também um histograma dos erros de predição (Figura 3A). Neste, percebe-se que a média e a mediana estão próximas de zero, e o histograma é bastante simétrico. O semivariograma dos erros de *krigagem* apresentou o padrão de um *efeito pepita*, indicando que os erros não apresentam correlação espacial e que o modelo de interpolação capturou a dependência espacial da ascariase na escala de estudo. Conseqüentemente, não foram encontradas áreas específicas de valores altos dos erros. Tal situação indica a aderência do modelo na área como um todo e não apenas em partes específicas da área de estudo.

Foi elaborado um gráfico de quantis (Figura 3B) para avaliar se a distribuição dos valores preditos segue a mesma configuração dos valores observados. Isto se dá quando os valores plotados estão sobre uma reta de 45°.

DISCUSSÃO

A prevalência de ascariase (27,5%) foi elevada, e a carga parasitária, entre os infectados, teve grande variabilidade.

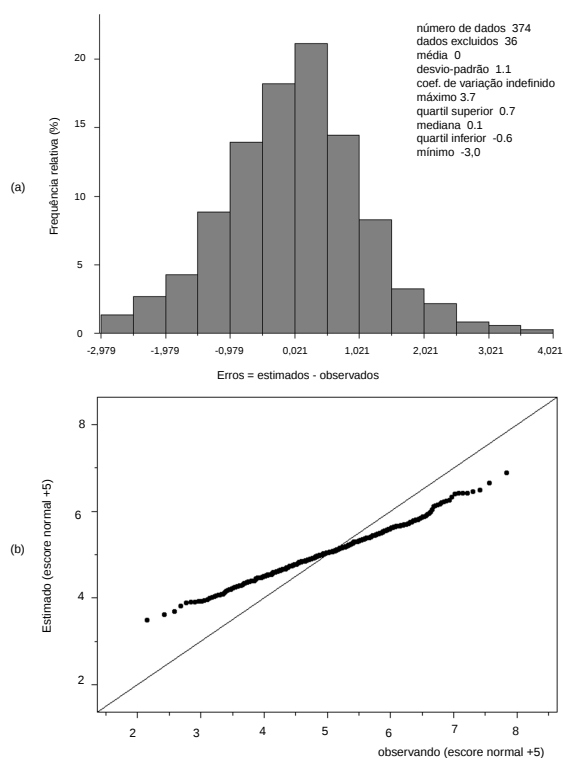


Figura 3 - Histograma e estatísticas dos erros de *krigagem* (a) e gráfico de quantis dos escores normais estimados e observados da carga parasitária de *Ascaris lumbricoides* (b), Parque Fluminense, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 1997.

A presença do endoparasito esteve significativamente associada às precárias condições socioeconômicas e ambientais: renda familiar baixa, nível de escolaridade baixo da dona de casa e proximidade do domicílio à vala negra.

A detecção de continuidade espacial de aproximadamente 150 m corrobora a influência do peridomicílio na produção e na manutenção da ascariase, conforme mostrado também quando da comparação entre os grupos de portadores e não-portadores de *A. lumbricoides*.

O uso das técnicas de análise estatística espacial mostrou-se eficiente na predição da ocorrência do fenômeno, não restrita a delimitações político-administrativas da região. Com isto, foi possível a identificação mais precisa de microáreas de risco, independentemente dos limites dos setores censitários.

As áreas identificadas como sendo de alto risco e, portanto, apresentando indivíduos com maiores cargas parasitárias, têm, conseqüentemente, maior potencial de contaminação do ambiente. Essa situação

leva não apenas a um maior número de indivíduos infectados e, provavelmente, com carga parasitária mais elevada do que em outras regiões, mas também à manutenção do processo de regulação natural do parasito, caso não haja intervenção.

A identificação acurada de áreas de risco assegura uma maior eficiência em ações de controle do parasito, otimizando recursos e minimizando gastos. Dessa forma, a metodologia utilizada mostrou-se eficiente quanto ao alcance dos objetivos propostos.

A distribuição dos valores preditos sugere que os altos valores são, no mínimo, os apresentados, uma vez que os valores do extremo direito da distribuição dos valores preditos são sistematicamente menores que os observados. Além disso, os valores do extremo esquerdo da distribuição dos valores preditos são sistematicamente maiores que os observados, indicando uma menor amplitude da distribuição dos preditos. Essa situação sugere que áreas de alto risco e de baixo risco possuem, respectivamente, no mínimo e no máximo o valor apresentado.

REFERÊNCIAS

- Almeida LM, Costa MCE, Raggio-Luiz R, Coletty PE, Azevedo RS, Machado VA et al. Soroprevalência de hepatite A no Município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Coletiva* 1998;6 Supl 1:39-48.
- Burrough PA. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. New York: Oxford University Press; 1990.
- Costa-Macedo LM, Machado-Silva JR, Rodrigues-Silva R, Oliveira LM, Vianna MSR. Enteroparasitoses em pré-escolares de comunidades favelizadas da cidade do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública* 1998;14:851-5.
- Costa-Macedo LM, Costa MCE, Almeida LM. Parasitismo pelo *Ascaris lumbricoides* em crianças menores de dois anos em comunidade aberta do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Pública* 1999;15:173-8.
- Costa MCE, Costa-Macedo LM, Almeida LM, Coeli CM, Coletty PE, Tavares DA, et al. Prevalência de enteroparasitoses em comunidade sob intervenção ambiental do Programa de Despoluição da Baía da Guanabara. *Cad Saúde Coletiva* 1998;6 Supl 1:49-60.
- Cressie N. *Statistic for spacial data*. New York: Wiley & Sons; 1993.
- Deutsch CV, Journel AG. *GSLIB: geostatistical software library and user's guide*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1998.
- Fundação IBGE. *Censo demográfico brasileiro de 1991*. Rio de Janeiro; 1991.
- Haswell-Elkins M, Elkins D, Anderson RM. The influence of individual, social group and household factors on the distribution of *Ascaris lumbricoides* within a community and implications for control strategies. *Parasitology* 1988;98:125-34.
- Medronho RA. *Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença*. Rio de Janeiro: Núcleo de Estudos de Ciência e Tecnologia/Fiocruz; 1995.
- Monteiro CA, Chieffi PP, Benício MHA, Dias RMS, Torres DMAGV, Mangini ACS. Estudo das condições de saúde das crianças do Município de São Paulo (Brasil), 1984/1985. VII. Parasitoses intestinais. *Rev Saúde Pública* 1988;22:8-15.
- Neves PD. *Parasitologia humana*. 7a. ed. Rio de Janeiro: Editora Atheneu; 1998.
- Storer TI, Usinger RL. *Zoologia geral*. São Paulo: Editora Nacional; 1989.
- Tshikuka JG, Scott ME, Gray-Donald K. *Ascaris lumbricoides* infection and environmental risk factors in the urban African setting. *Ann Trop Med Parasitol* 1995;89:505-14.
- World Health Organization. Public health significance of intestinal parasitic infections. *Bull World Health Organ* 1987;65:578-88.