

José Henrique de Hildebrand e Grisi-Filho<sup>1</sup>

Marcos Amaku<sup>1</sup>

Ricardo Augusto Dias<sup>1</sup>

Hildebrando Montenegro Netto<sup>II</sup>

Noemia Tucunduva Paranhos<sup>II</sup>

Maria Cristina Novo Campos Mendes<sup>II</sup>

José Soares Ferreira Neto<sup>1</sup>

Fernando Ferreira<sup>1</sup>

# Uso de sistemas de informação geográfica em campanhas de vacinação contra a raiva

## Use of geographic information systems in rabies vaccination campaigns

---

### RESUMO

**OBJETIVO:** Desenvolver método para planejamento e avaliação de campanhas de vacinação contra a raiva animal.

**MÉTODOS:** O desenvolvimento da metodologia baseou-se em sistemas de informação geográfica para estimar a população e a densidade animal (canina e felina) por setores censitários e subprefeituras do município de São Paulo, em 2002. O número de postos de vacinação foi estimado para atingir uma dada cobertura vacinal. Foram utilizadas uma base de dados censitários para a população humana, e estimativas para razões cão:habitante e gato:habitante.

**RESULTADOS:** Os números estimados foram de 1.490.500 cães e 226.954 gatos em São Paulo, uma densidade populacional de 1.138,14 animais domiciliados por km<sup>2</sup>. Foram vacinados, na campanha de 2002, 926.462 animais, garantindo uma cobertura vacinal de 54%. O número total estimado de postos no município para atingir uma cobertura vacinal de 70%, vacinando em média 700 animais por posto foi de 1.729. Estas estimativas foram apresentadas em mapas de densidade animal, segundo setores censitários e subprefeituras.

**CONCLUSÕES:** A metodologia desenvolvida pode ser aplicada de forma sistemática no planejamento e no acompanhamento das campanhas de vacinação contra a raiva, permitindo que sejam identificadas áreas de cobertura vacinal crítica.

**DESCRITORES:** Vacinas Anti-Rábicas, provisão & distribuição. Imunização em Massa, organização & administração. Sistemas de Informação Geográfica, utilização. Saúde Pública Veterinária.

<sup>1</sup> Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil

<sup>II</sup> Centro de Controle de Zoonoses. Secretaria Municipal de Saúde. Prefeitura Municipal de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil

#### Correspondência | Correspondence:

José Henrique de Hildebrand e Grisi Filho  
Laboratório de Epidemiologia e Bioestatística  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP  
Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87  
05508-270, São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: grisi@vps.fmvz.usp.br

Recebido: 24/8/2007

Revisado: 10/3/2008

Aprovado: 2/6/2008

---

## ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To develop a method to assist in the design and assessment of animal rabies control campaigns.

**METHODS:** A methodology was developed based on geographic information systems to estimate the animal (canine and feline) population and density per census tract and per subregion (known as "Subprefeituras") in the city of São Paulo (Southeastern Brazil) in 2002. The number of vaccination units in a given region was estimated to achieve a certain proportion of vaccination coverage. Census database was used for the human population, as well as estimates ratios of dog:inhabitant and cat:inhabitant.

**RESULTS:** Estimated figures were 1,490,500 dogs and 226,954 cats in the city, i.e. an animal population density of 1138.14 owned animals per km<sup>2</sup>. In the 2002 campaign, 926,462 were vaccinated, resulting in a vaccination coverage of 54%. The estimated number of vaccination units to be able to reach a 70%-vaccination coverage, by vaccinating 700 animals per unit on average, was 1,729. These estimates are presented as maps of animal density according to census tracts and "Subprefeituras".

**CONCLUSIONS:** The methodology used in the study may be applied in a systematic way to the design and evaluation of rabies vaccination campaigns, enabling the identification of areas of critical vaccination coverage.

**DESCRIPTORS:** Rabies Vaccines, supply & distribution. Mass Immunization, organization & administration. Geographic Information Systems, utilization. Veterinary Public Health.

---

## INTRODUÇÃO

A prevenção da raiva animal é o instrumento mais importante no controle da raiva humana na zona urbana.<sup>6</sup> Esse controle é feito, principalmente, por meio de vacinação de cães e gatos (na forma de campanha de vacinação) e controle da população de cães errantes (por meio de apreensão, esterilização e eutanásia), realizados pelas prefeituras municipais.

O Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de São Paulo considera que o número máximo de animais atendidos em um posto por dia deva ser de 700, para que não haja comprometimento da qualidade de vacinação contra a raiva em função de limitações logísticas. Em 2002, aproximadamente 25% dos postos vacinaram mais de 1.000 animais. Além das longas filas, esta situação compromete a qualidade do serviço prestado.<sup>a</sup>

Segundo a literatura, a transmissão da infecção entre cães pode ser prevenida pela vacinação de 60% a 80% dos animais.<sup>2,3,9</sup> Coleman & Dye<sup>3</sup> (1996), por meio da utilização de modelos matemáticos para estimar uma proporção crítica de vacinação, sugerem que uma

cobertura vacinal de 70% evitaria a ocorrência de uma epidemia de raiva em 96,5% das situações por eles analisadas.

Sallum et al<sup>8</sup> (2000) estimaram uma soroprevalência para raiva de 16,5% para os cães de rua do município de São Paulo. Essa baixa soroprevalência em cães errantes, associada à possibilidade de infecção de outros animais pelo vírus rábico, motiva um planejamento estratégico da campanha de vacinação contra a raiva animal e a manutenção de um sistema eficaz de vigilância epidemiológica.

Para o planejamento e avaliação das ações de vacinação, é necessário se estimar a população e a densidade de cães e gatos em cada local. Com o auxílio de uma base de dados censitários para os municípios<sup>b</sup> e dos sistemas de informação geográfica é possível estimar tanto a população canina quanto a população felina em cada setor censitário e estender essas informações para bairros, distritos e o município todo.

---

<sup>a</sup> Centro de Controle de Zoonoses. Proposta para descentralização da campanha de vacinação contra raiva animal no município de São Paulo. São Paulo; 2003. [Documento inédito]

<sup>b</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de informações por Setor Censitário - Censo Demográfico 2000 [CD ROM]. Rio de Janeiro; 2002.

Os sistemas de informação geográfica podem ser usados para coleta, estocagem, administração e exibição de dados espaciais. Além de mapeamento, incluem análises gráficas baseadas em localização espacial, análises estatísticas e modelagem.<sup>4</sup>

Com a instauração das subprefeituras e dos distritos de saúde, foi proposta a descentralização da execução da campanha de vacinação contra a raiva animal no município para os distritos de saúde. No entanto, a divisão do município em subprefeituras substituiu geográfica e administrativamente a divisão em distritos de saúde. As subprefeituras se subdividem em distritos administrativos, uma unidade territorial menor e geradora de dados mais precisos e adequados a cada região. Atualmente, apesar da Secretaria de Saúde adotar outra subdivisão do município (Supervisões de Vigilância em Saúde), os distritos administrativos são as unidades básicas de planejamento, onde são geradas as informações sobre a cidade de São Paulo.

O objetivo do estudo foi desenvolver método para planejamento e avaliação de campanhas de vacinação contra a raiva animal.

## MÉTODOS

Foram estimadas as populações canina e felina por setor censitário e subprefeitura para todo o município, a partir de informações sobre a população humana e razões cão:habitante e gato:habitante. Estimativas da razão cão:habitante foram realizadas em vários municípios brasileiros.<sup>1,5,7</sup> Para São Paulo, foram estimadas as razões cão:habitante de 1:7 e gato:habitante de 1:46.<sup>a</sup>

Com base no tamanho das populações canina e felina, foram feitas estimativas de densidade animal, de cobertura vacinal na campanha de vacinação contra a raiva realizada em São Paulo em 2002, e do número de postos de vacinação móveis necessários para se atingir uma cobertura vacinal de 70% em cada região.

Para um determinado setor censitário cuja população humana seja  $P_h$ , a estimativa da população canina  $P_c$  será medida pela expressão:

$$P_c = r_c \cdot P_h$$

e a população felina  $P_f$  será

$$P_f = r_f \cdot P_h,$$

onde  $r_c$  é a razão entre o número de cães e o número de habitantes, e  $r_f$  é a razão entre o número de gatos e o número de habitantes.

Para uma dada cobertura vacinal ( $p_v$ ), o número de animais a serem vacinados ( $N_v$ ) será dado por

$$N_v = p_v \cdot (P_c + P_f).$$

Por outro lado, com base nessa expressão acima, e dado um certo número de animais vacinados em uma região, a proporção de cobertura vacinal pode ser estimada por

$$p_v = N_v / (P_c + P_f).$$

Estas relações valem tanto para cada setor censitário, como também para distritos administrativos, subprefeituras e para o município todo, desde que os valores de  $P_h$  refiram-se à unidade de interesse.

Os dados da campanha de vacinação contra a raiva de 2002 foram cedidos pelo CCZ de São Paulo. Foram utilizados mapas geograficamente referenciados de São Paulo e dados censitários levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística<sup>b</sup> para a população humana domiciliada por setor censitário. Os setores censitários foram agrupados de forma a compor os 96 distritos administrativos e, posteriormente, as 31 subprefeituras do município.

O programa ArcView<sup>®</sup> GIS 9.2 foi utilizado para relacionar camadas de informações gráficas (mapa georreferenciado) com informações não-gráficas (dados censitários e dados da campanha de vacinação).

A partir dessas informações, foi possível elaborar mapas de diferentes variáveis (população, cobertura vacinal) divididas em diferentes unidades de interesse (setor censitário, distritos administrativos e subprefeituras).

## RESULTADOS

As Figuras 1 e 2 mostram a população animal (canina e felina) distribuída, respectivamente, em subprefeituras e por setores censitários na subprefeitura da Lapa.

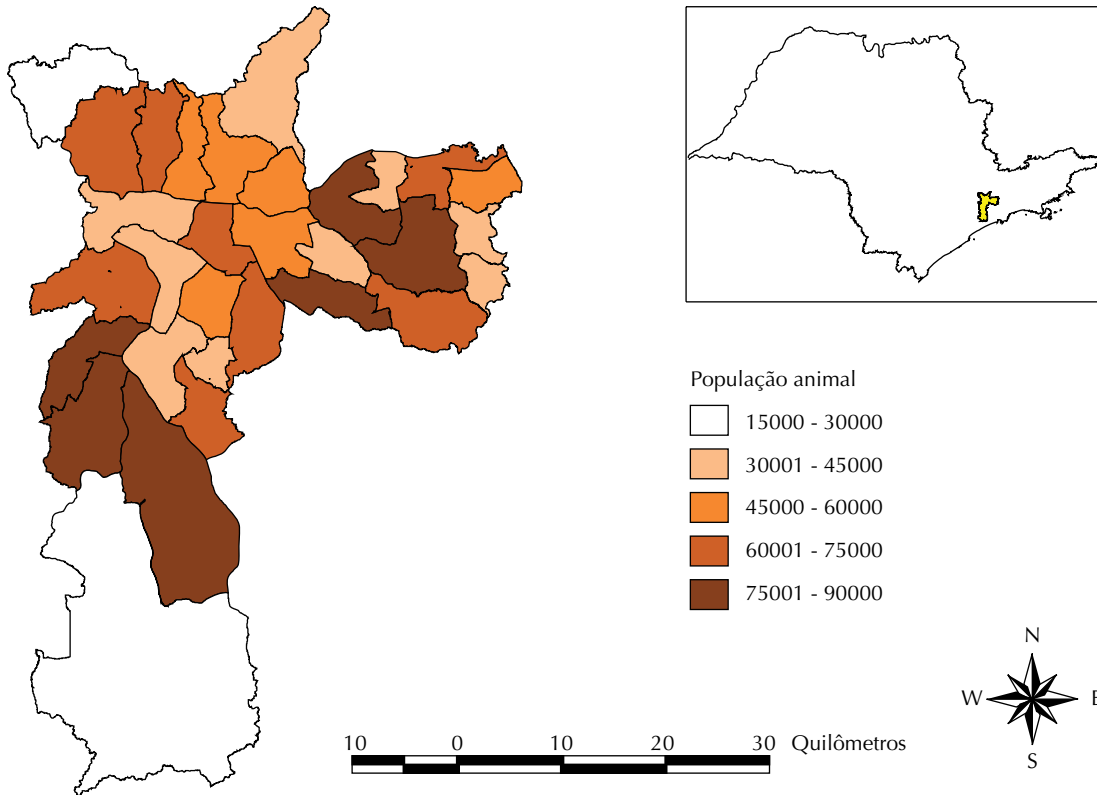
Foi estimada uma população de 1.490.500 cães e 226.954 gatos para todo o município de São Paulo, totalizando uma população de 1.717.454 animais domiciliados na cidade. O município de São Paulo possui uma área territorial total de 1.509 km<sup>2</sup>,<sup>c</sup> a densidade populacional animal foi de 1.138,14 animais domiciliados (cães e gatos) por km<sup>2</sup>, sendo 987,74 cães por km<sup>2</sup> e 150,40 gatos por km<sup>2</sup>.

A Figura 3 mostra a densidade populacional na subprefeitura da Lapa, por setor censitário.

<sup>a</sup> Paranhos NT. Estudo das populações canina e felina em domicílio, município de São Paulo, 2001 [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2002.

<sup>b</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de informações por setor censitário - Censo Demográfico 2000 [CD ROM]. Rio de Janeiro; 2002.

<sup>c</sup> Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Área territorial e densidade demográfica, segundo subprefeituras e distritos administrativos do município de São Paulo. São Paulo; 2004 [citado 2007 jan 05]. Disponível em: [http://www.seade.gov.br/produtos/msp/tabela\\_sintese.htm](http://www.seade.gov.br/produtos/msp/tabela_sintese.htm)



**Figura 1.** População animal canina e felina por subprefeitura. São Paulo, SP, 2002.

A Figura 4 mostra a cobertura vacinal por subprefeituras. Foram vacinados em 2002 cerca de 926.462 animais em todo o município, garantindo cobertura vacinal de aproximadamente 54%.

A Figura 5A mostra os números de postos de vacinação nas 31 subprefeituras na campanha de vacinação contra a raiva. A Figura 5B mostra os números estimados de postos de vacinação necessários para se atingir uma cobertura vacinal de 70%, levando em consideração um número de 700 animais vacinados por posto/dia. Na campanha de 2002, o número médio de animais vacinados por posto foi de 788. Na Figura 5C, observa-se a diferença entre os valores estimados para uma cobertura de 70% por subprefeitura e o número de postos de vacinação. Exceto em uma subprefeitura, essa diferença foi sempre positiva, e o primeiro e o terceiro quartis dessa diferença foram 10 e 24 (postos), respectivamente.

## DISCUSSÃO

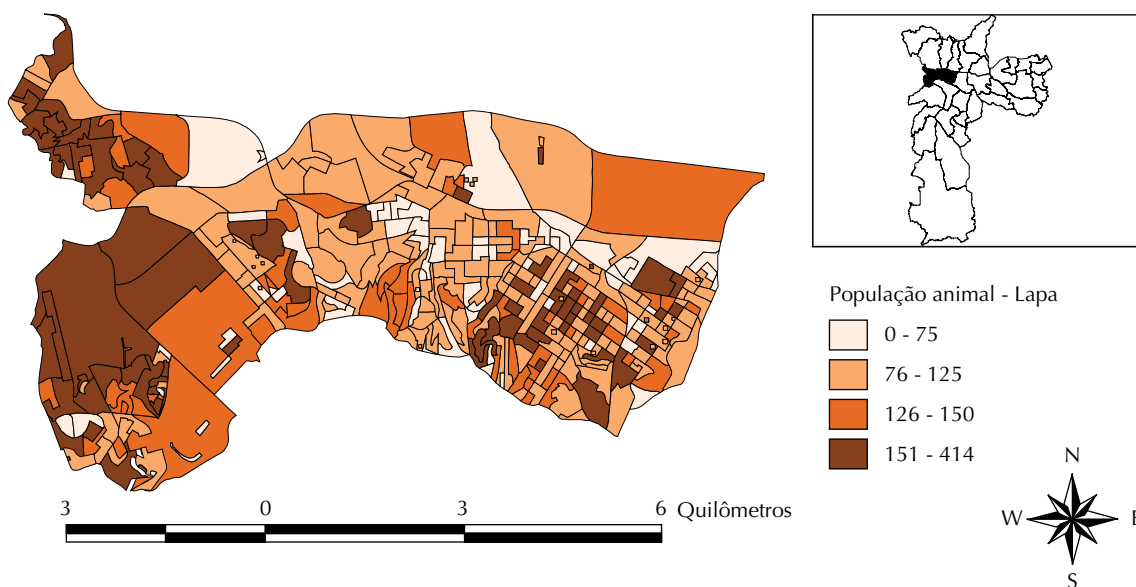
Quanto à distribuição espacial da população animal, a análise da subprefeitura da Lapa mostra que áreas de maior população (Figura 2) não necessariamente correspondem a áreas de maior densidade (Figura 3). Enquanto o número de postos em uma dada região pode ser estimado em função da população animal,

sua localização pode ser estabelecida com base na densidade animal, portanto imprescindível para um bom planejamento das campanhas de vacinação.

Em algumas subprefeituras, a cobertura vacinal estimada superou 100%, o que não é razoável. Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar essa observação: proprietários de regiões vizinhas podem ter trazido seus animais para serem vacinados nessas regiões; alguns postos de vacinação podem ter atendido não apenas os animais domiciliados, mas também os animais semi-domiciliados, ou de vizinhança; ou, ainda, as estimativas de 1:7 e de 1:46 para as razões de cão:habitante e gato:habitante, respectivamente, podem não ser adequadas para algumas regiões, gerando um valor subestimado para a população animal. Neste caso, sugere-se o desenvolvimento de um estudo para estimar as razões cão:habitante e gato:habitante por unidade administrativa (distrito administrativo ou subprefeitura).

Uma limitação do estudo é a participação das clínicas veterinárias particulares na vacinação contra a raiva, não incluídas no presente estudo por não se dispor de dados precisos sobre quantos animais são vacinados por clínicas particulares em cada distrito administrativo.

A cobertura vacinal de 54% alcançada em São Paulo, aliada à vacinação realizada em clínicas particulares, sugere que o município está protegido quanto

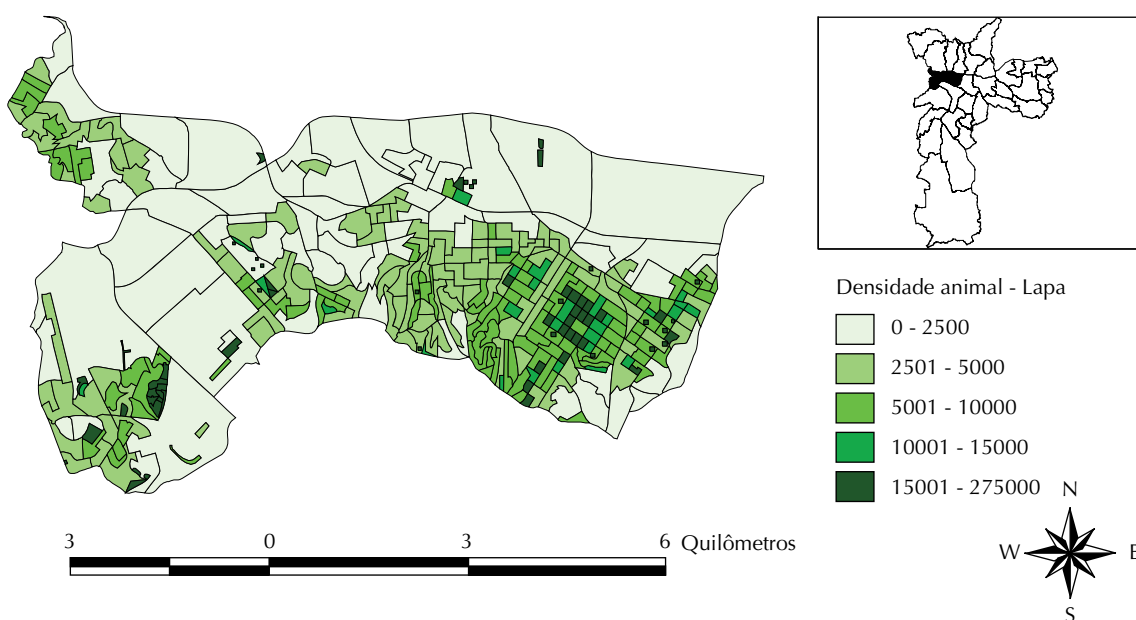


**Figura 2.** População animal por setor censitário na subprefeitura da Lapa. São Paulo, SP, 2002.

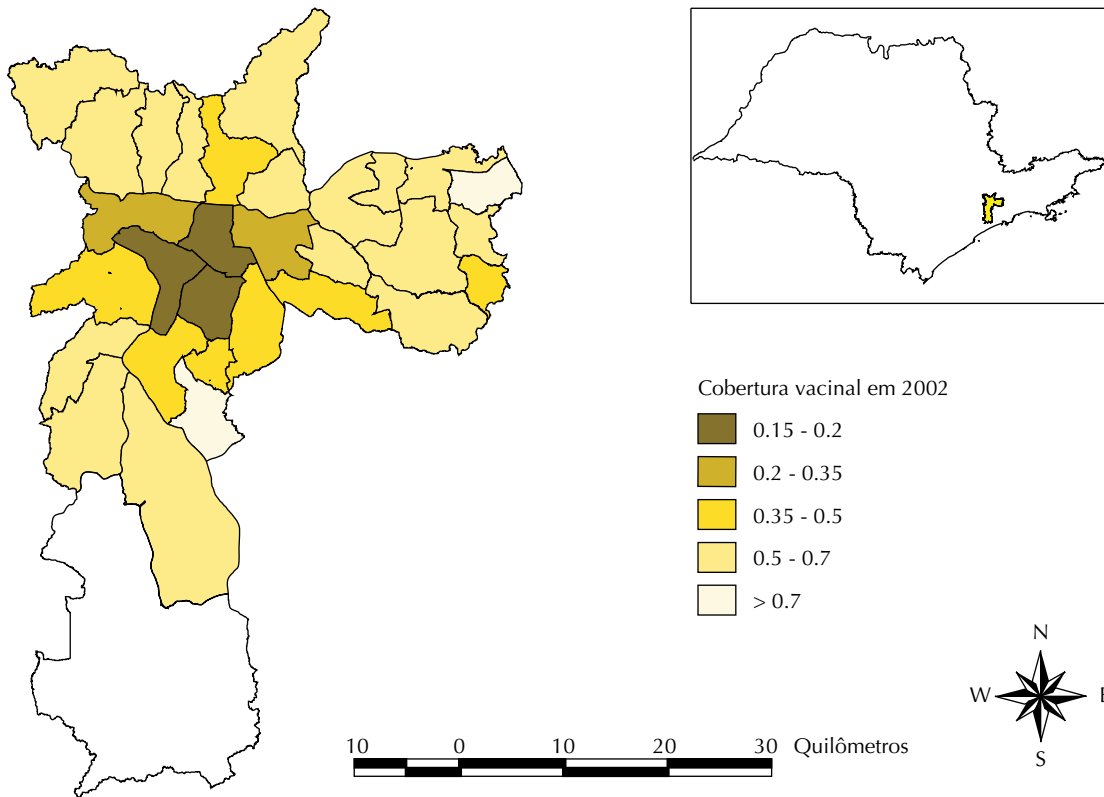
à introdução do vírus rábico na população animal. Segundo as estimativas de Coleman & Dye,<sup>3</sup> (1996) uma cobertura vacinal de 70% preveniria 96,5% das epidemias rábicas. No entanto, Sallum et al<sup>8</sup> (2000) estimaram uma soroprevalência para raiva de 16,5% para os cães errantes do município de São Paulo. Essa baixa soroprevalência, aliada ao desconhecimento do tamanho da população de cães errantes, expõe um fator de risco que deve ser considerado no planejamento das ações de proteção contra a reintrodução do vírus

rábico. Ainda, a participação das clínicas veterinárias na vacinação anti-rábica além de desconhecida é, provavelmente, heterogênea, e deve variar de acordo com a subprefeitura, assim como a população errante. O desafio é maior na espécie felina, que têm maior contato com outros membros da espécie, assim como com quirópteros e animais silvestres.

A diferença entre o número de postos na campanha de 2002 e o estimado no presente estudo (Figura 5C) se deve a uma cobertura inferior a 70% na campanha



**Figura 3.** Densidade populacional animal (animais/km<sup>2</sup>) por setor censitário na subprefeitura da Lapa. São Paulo, SP, 2002.

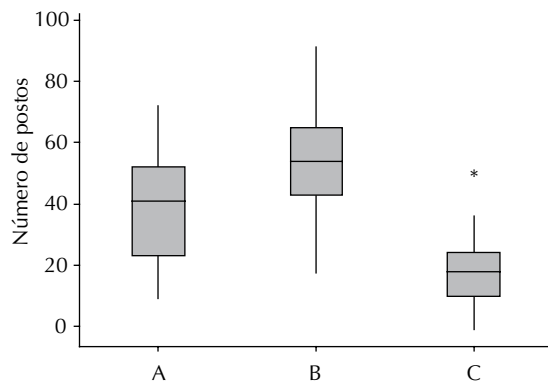


**Figura 4.** Cobertura vacinal por subprefeituras. São Paulo, SP, 2002.

de 2002 e ao fato de que a maioria das subprefeituras apresentou uma média maior que 700 animais por posto. Assim, nessas subprefeituras, a estimativa de 700 animais implicaria aumento do número de postos, o que não resultaria necessariamente em um aumento de cobertura vacinal em relação a 70%, mas sim em uma melhoria na qualidade do atendimento.

Deste modo, os sistemas de informação geográfica fornecem ferramentas adequadas para as estimativas das diferentes populações caninas e felinas no município, o cálculo de sua densidade e do número de postos de vacinação para cada subprefeitura.

Conclui-se que a metodologia desenvolvida no presente estudo pode ser aplicada de forma sistemática no acompanhamento das ações de vacinação contra a raiva, permitindo-se que sejam identificadas áreas de cobertura vacinal crítica.



**Figura 5.** Número de postos de vacinação por subprefeitura (A); número de postos estimados para uma cobertura vacinal de 70% considerando uma vacinação de 700 animais por posto (B); diferença entre B e A por subprefeitura (C). São Paulo, SP, 2002.

## REFERÊNCIAS

1. Alves MCGP, Matos MR, Reichmann ML, Dominguez MH. Estimation of the dog and cat population in the State of São Paulo. *Rev Saude Publica*. 2005;39(6):891-7. DOI: 10.1590/S0034-89102005000600004
2. Childs JE, Robinson LE, Sadek R, Madden A, Miranda ME, Miranda NL. Density estimates of rural dog populations and an assessment of marking methods during a rabies vaccination campaign in the Philippines. *Prev Vet Med*. 1998;33(1-4):207-18. DOI: 10.1016/S0167-5877(97)00039-1
3. Coleman PG, Dye C. Immunization coverage required to prevent outbreaks of dog rabies. *Vaccine*. 1996;14(3):185-6. DOI: 10.1016/0264-410X(95)00197-9
4. Demers MN. *Fundamentals of Geographic Information Systems*. New York: John Wiley & Sons; 2004.
5. Dias RA, Garcia RC, Silva DF, Amaku M, Ferreira Neto JS, Ferreira F. Estimativa de populações canina e felina domiciliadas em zona urbana do Estado de São Paulo. *Rev Saude Publica*. 2004;38(4):565-70. DOI: 10.1590/S0034-89102004000400013
6. Fenner F, Bachmann PA, Gibbs EPJ, Murphy FA, Studdert MJ, White DO. *Veterinary virology*. Nova York: Academic Press; 1993.
7. Nunes CM, Martines DA, Fikaris S, Queiróz LH. Avaliação da população canina da zona urbana do Município de Araçatuba, São Paulo, SP, Brasil. *Rev Saude Publica*. 1997;31(3):308-9. DOI: 10.1590/S0034-89101997000300013
8. Sallum PC, Almeida MF, Massad E. Rabies seroprevalence of street dogs from São Paulo City, Brazil. *Prev Vet Med*. 2000;44(3-4):131-9. DOI: 10.1016/S0167-5877(00)00110-0
9. Tierkel ES. Control of urban rabies. In: Baer GM, editor. *The natural history of rabies*. Nova Iorque: Academic Press; 1975, p.189-201.

---

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp – Proc. nº 2005/04125-6). JHH Grisi-Filho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – bolsa de iniciação científica).