

OSWALDO SANTOS BAQUERO

Manejo populacional de cães e gatos: métodos quantitativos para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores

São Paulo
2015

OSWALDO SANTOS BAQUERO

Manejo populacional de cães e gatos: métodos quantitativos para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Departamento:


Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

Área de concentração:

Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses

Orientador:

Prof. Dr. Fernando Ferreira

De acordo: 

Orientador(a)

São Paulo

2015

Obs.: A versão original se encontra disponível na Biblioteca da FMVZ/USP

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo)

T.3172
FMVZ

Santos Baquero, Oswaldo

Manejo populacional de cães e gatos: métodos quantitativos para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores / Oswaldo Santos Baquero. -- 2015.

87 p. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo, 2015.

Programa de Pós-Graduação: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Área de concentração: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ferreira.

1. Manejo populacional. 2. Cão. 3. Gato. 4. Amostragem. 5. Modelagem matemática. 6. Software de código aberto. I. Título.



CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Manejo populacional de cães e gatos: métodos quantitativos para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores", protocolado sob o nº 2359/2011, utilizando não utilizando animais, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Fernando Ferreira, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no Uso de Animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 26/10/2011.

São Paulo, 15 de abril de 2015.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: SANTOS BAQUERO, Oswaldo

Título: **Manejo populacional de cães e gatos:** métodos quantitativos para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Data: ____/____/____

Banca examinadora

Prof. Dr. : _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. : _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. : _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. : _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. : _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Agradecimentos

Ao professor Fernando Ferreira pela amizade, o apoio incondicional e a orientação impecável.

Ao professor Marcos Amaku pelos ensinamentos e contribuições indispensáveis.

À doutora Evelyn Nestori Chiozzotto pela amizade e a colaboração no trabalho de campo.

Ao Centro de Controle De Zoonoses de Votorantim pelo parceria no trabalho de campo.

À doutora Rita Garcia pela amizade e as orientações.

Aos meus amigos do LEB pelo convívio, as brincadeiras e os palpites.

Ao VPS e à Universidade de São Paulo pelo apoio direto e indireto durante a execução do projeto.

Ao ITEC pelo acolhimento e as orientações éticas e técnicas.

À Ana Pérola e à minha querida Eva pelas sugestões para melhorar o texto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Por último e não menos importante, agradeço a minha família e às minhas amizades pelo “estamos aí”.

RESUMO

SANTOS BAQUERO, O. **Manejo populacional de cães e gatos:** métodos quantitativos para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores. [Dog and cat population management: quantitative methods to characterize populations, identify priorities and to establish indicators]. 2015. 87 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

O manejo populacional de cães e gatos é um conjunto de estratégias para controlar e prevenir problemas relacionados com o convívio entre esses animais e os seres humanos. Nesta tese é proposto um fluxo de trabalho baseado em métodos quantitativos, para auxiliar o planejamento, implementação e monitoramento de programas de manejo populacional de animais de companhia. Ao seguir o fluxo de trabalho é possível coletar dados para caracterizar populações, analisar esses dados para propor intervenções e avaliar o efeito das intervenções. A proposta foi baseada na articulação de cinco pesquisas. Na primeira pesquisa foi implementado de um desenho amostral complexo para caracterizar a população de cães e gatos domiciliados de Votorantim, São Paulo. Na segunda pesquisa que foi baseada nos dados levantados na primeira, foram usadas análises de correspondências múltiplas para identificar perfis de opiniões públicas em relação ao abandono de cães e gatos. Na terceira pesquisa foi avaliada a validade do desenho amostral usado na primeira pesquisa, mediante simulações estocásticas. Na quarta pesquisa foi desenvolvido um modelo matemático de manejo populacional que permite priorizar as intervenções de acordo com o efeito que produzem. Na quinta pesquisa foi desenvolvido um modelo matemático para avaliar a eficiência do controle reprodutivo realizado com contraceptivos de efeito reversível. Os modelos das duas últimas pesquisas foram baseados em sistemas acoplados de equações diferenciais e em análises de sensibilidade global e local. A proposta foi implementada em um software de código aberto, o pacote do R `capm`, que pode ser incorporado na rotina de trabalho dos setores envolvidos no manejo populacional de animais de companhia.

Palavras-chave: Manejo populacional. Cão. Gato. Amostragem. Modelagem Matemática. Software de código aberto.

ABSTRACT

SANTOS BAQUERO, O. **Dog and cat population management:** quantitative methods to characterize populations, identify priorities and to establish indicators. [Manejo populacional de cães e gatos: métodos quantitativos para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores.] 2015. 87 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Dog and cat population management is a set of strategies to control and prevent problems related with the coexistence between those animals and human beings. In this thesis it is proposed a work-flow based on quantitative methods to support the planning, implementation and monitoring of companion animal population management programs. Following the work-flow, it is possible to collect data to characterize populations, analyze that data to propose interventions and assess the effect of interventions. The proposal was based on the articulation of five researches. In the first research, a complex sampling design was implemented to characterize the owned dog and cat populations of Votorantim, São Paulo. In the second research, which was based on data from the first one, public opinion profiles regarding dog and cat abandonment were identified using multiple correspondence analysis. In the third research, the validity of the sampling design used in the first research was assessed through stochastic simulations. In the fourth research, a mathematical model of population management was developed. With that model, it is possible to prioritize interventions according to the effect they produce. In the fifth research, a mathematical model was developed to assess the efficiency of reproductive control based on contraceptives with reversible effect. The models of the last two researches were based on systems of coupled differential equations, and on global and local sensitivity analysis. The proposal was implemented in an open source software, the R package capm, that can be incorporated in the working routine of sectors involved with companion animal population management.

Keywords: Population management. Dog. Cat. Sampling. Mathematical modelling. Open-source software.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1	ANIMAIS DE COMPANHIA NAS SOCIEDADES HUMANAS	12
1.2	ANIMAIS DE COMPANHIA E SERES HUMANOS NO CONTEXTO DA SAÚDE ÚNICA	12
1.3	MANEJO POPULACIONAL DE ANIMAIS DE COMPANHIA	13
1.4	ORGANIZAÇÃO DA TESE	14
1.5	ARTIGOS E LIVROS PUBLICADOS	14
2	CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE CÃES E GATOS DOMI- CILIADOS NA ÁREA URBANA DE VOTORANTIM, SÃO PAULO	16
2.1	RESUMO	16
2.2	INTRODUÇÃO	16
2.3	MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.3.1	Local de estudo	17
2.3.2	Parâmetros populacionais	17
2.3.3	Coleta de dados	17
2.3.4	Desenho amostral	17
2.3.5	Análise estatística	18
2.3.6	Softwares utilizados	18
2.4	RESULTADOS	18
2.5	DISCUSSÃO	21
2.6	CONCLUSÃO	22
2.7	REFERÊNCIAS	23
3	ABANDONO DE CÃES E GATOS: IDENTIFICAÇÃO DE PERFIS NAS OPINIÕES PÚBLICAS	26
3.1	RESUMO	26
3.2	INTRODUÇÃO	26
3.3	MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.3.1	Local de estudo	27
3.3.2	Coleta de dados	27
3.3.3	Análise estatística	28
3.3.4	Softwares utilizados	28

3.4	RESULTADOS	28
3.5	DISCUSSÃO	32
3.6	CONCLUSÃO	32
3.7	REFERÊNCIAS	33
4	VALIDADE DE UM DESENHO AMOSTRAL COMPLEXO PARA ESTIMAR O TOTAL DE CÃES DOMICILIADOS	34
4.1	RESUMO	34
4.2	INTRODUÇÃO	34
4.3	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.3.1	Algoritmo para estimar a composição de amostras por conglomerados em dois estágios	35
4.3.2	Simulação de municípios para avaliar a validade das estimativas do total de cães, produzidas por diferentes composições amostrais	37
4.3.3	Validade das estimativas geradas por diferentes composições amostrais	39
4.3.4	Softwares utilizados	40
4.4	RESULTADOS	40
4.5	DISCUSSÃO	45
4.6	CONCLUSÃO	47
4.7	REFERÊNCIAS	47
5	DEFINIÇÃO DE PRIORIDADES PARA O MANEJO POPULACIONAL CANINO POR MEIO DE UM MODELO MATEMÁTICO	48
5.1	RESUMO	48
5.2	INTRODUÇÃO	48
5.3	MATERIAIS E MÉTODOS	49
5.3.1	Pressupostos do modelo	49
5.3.2	Sistema de equações	51
5.3.3	Estimativa de parâmetros	53
5.3.4	Sensibilidade global	54
5.3.5	Sensibilidade local	55
5.3.6	Cenários simulados	55
5.3.7	Softwares utilizados	55
5.4	RESULTADOS	55
5.4.1	Estimativas pontuais	55
5.4.2	Sensibilidade global	56

5.4.3	Sensibilidade local	57
5.4.4	Cenários	60
5.5	DISCUSSÃO	63
5.6	CONCLUSÃO	65
5.7	REFERÊNCIAS	65
6	EFEITO E EFICIÊNCIA DA CONTRACEPÇÃO REVERSÍVEL NO MA- NEJO POPULACIONAL CANINO	67
6.1	RESUMO	67
6.2	INTRODUÇÃO	67
6.3	MATERIAIS E MÉTODOS	68
6.3.1	Modelo	68
6.3.2	Estimativa de parâmetros	69
6.3.3	Sensibilidade global	69
6.3.4	Sensibilidade local	70
6.3.5	Cenários simulados	70
6.3.6	Eficiência da contracepção reversível	70
6.3.7	Softwares utilizados	70
6.4	RESULTADOS	70
6.4.1	Sensibilidade global	70
6.4.2	Sensibilidade local	71
6.4.3	Cenários simulados	72
6.4.4	Eficiência da contracepção reversível	73
6.5	DISCUSSÃO	73
6.6	CONCLUSÃO	74
6.7	REFERÊNCIAS	74
7	DISCUSSÃO GERAL	76
8	CONCLUSÃO GERAL	78
	REFERÊNCIAS	79
	APÊNDICE	86

INTRODUÇÃO GERAL

As sociedades humanas convivem com animais de companhia (cães e gatos) por diversos motivos e esse convívio gera tanto benefícios como prejuízos na saúde das três espécies. As tentativas para promover os benefícios e prevenir os prejuízos vêm convergindo e articulando-se num paradigma que hoje se conhece como manejo populacional de animais de companhia. No entanto, esse paradigma precisa de um suporte metodológico que viabilize sua execução e ao mesmo tempo sirva como referência para aprimorá-lo.

1.1 ANIMAIS DE COMPANHIA NAS SOCIEDADES HUMANAS

A efetividade dos programas de manejo populacional é determinada pela aceitação dos mesmos e pela participação social, de tal forma que é necessário considerar a percepção que as pessoas têm dos cães e dos gatos, assim como o papel desses animais nas sociedades humanas.

A percepção social dos animais de companhia é heterogênea e por vezes contrastante. Num extremo são percebidos como um problema de saúde pública e ambiental (Poss e Bader, 2007; Alie et al., 2007; Slater et al., 2008; Lunney et al., 2011; Farnworth, Campbell e NJ, 2011) e no outro extremo como arquetipo de afeto e amor, sendo inclusive considerados como crianças ou pessoas (Serpell, 1995).

Cães e gatos têm sido animais de companhia desde tempos ancestrais (Bernstein, 2005). Há milênios os humanos têm valorizado os cães pela sua companhia, sua ajuda na caça, a proteção que fornecem, como fonte ocasional de alimento e até por esquentar os locais usados para dormir (Clutton-Brock, 1995). Por outro lado, os gatos têm sido valorizados pela sua companhia, por protegerem os cultivos dos roedores e pela facilidade de manutenção (Bernstein, 2005).

Adicionalmente, os animais de companhia servem nas sociedades como: ornamentos mantidos pelo valor estético, símbolos de status, passatempos, equipamentos ou facilitadores (proteção, guia, busca/salvamento, terapias assistidas) e como pessoas (companheiros, amigos, membros da família) (Hirschman, 1994). Também são uma oportunidade para apreciar a natureza, inspirar-se, aprender, fortalecer vínculos com outros humanos (Holbrook et al., 2001); para projetar a identidade própria no animal e para adaptar-se (mudar os padrões de vida para acomodar-se ao animal) (Dotson e Hyatt, 2008).

1.2 ANIMAIS DE COMPANHIA E SERES HUMANOS NO CONTEXTO DA SAÚDE ÚNICA

A convergência entre pessoas, animais e o ambiente tem criado uma nova dinâmica na qual a saúde de cada grupo está interconectada inextricavelmente e os desafios associados com essas dinâmicas são demandantes, profundos e sem precedentes (AVMA, 2008). Portanto, faz-se necessário considerar os domínios humano, animal e ambiental para repensar e reconstruir estratégias integradoras, voltadas à promoção da saúde e à prevenção de doenças (AVMA, 2008). O conceito de *saúde única* engloba essas estratégias e constitui um quadro de referência para as ações de manejo populacional.

Os animais de companhia têm um papel fundamental na saúde humana pelo fato de serem um determinante do bem-estar físico, mental e social, tornando-se relevantes não apenas pelas suas implicações em agravos, mas também pelas suas contribuições à promoção

da saúde. Uma meta-análise concluiu que a terapia assistida por animais esteve associada com melhoras nas seguintes quatro áreas: sintomas do espectro autista, dificuldades médicas, problemas de comportamento e bem-estar emocional (Nimer e Lundahl, 2007). Também é reconhecido o efeito que a interação entre pessoas e cães tem como amortecedor das respostas de estresse (Barker e Knisely, 2010), no aumento da sobrevivência depois de um infarto de miocárdio, (Wolff e Frishman, 2004), na redução dos níveis da dor em crianças (Braun et al., 2009) e na promoção da atividade física e por conseguinte no controle da obesidade (Coleman et al., 2008). Os cães também são um suporte terapêutico para pacientes com esquizofrenia (Kovaa e Bulucz, 2006), com afasia (LaFrance, Garcia e Labreche, 2007) e com problemas de dependência de drogas (Wesley, 2009).

Em contrapartida, os humanos são um determinante para a saúde dos animais de companhia, pois estes, ao serem domésticos, comportam algum grau de dependência dos humanos para suprir as suas necessidades nutricionais, sociais e de habitat.

O convívio entre animais de companhia e pessoas também comporta uma série de riscos. Existem múltiplas zoonoses e os animais de companhia são reservatórios e transmissores de agentes patogênicos como vírus, bactérias e parasitas (Acha e Szyfres, 2001). As mordeduras também chamam a atenção pelos danos físicos e emocionais que sofrem as vítimas e pelos elevados custos associados aos tratamentos (AVMA, 2001). As zoonoses por si mesmas são um problema de saúde animal e seu controle, da mesma forma que o controle de acidentes por mordeduras, pode acarretar a eliminação de animais.

Em relação aos efeitos ambientais relacionados com os animais de companhia, sabe-se que incluem predação de fauna selvagem (Galetti e Sazima, 2006), transmissão de doenças para populações selvagens (Acosta-Jamett et al., 2011) e contaminação ambiental por excreções e carcaças (Carter, 1990).

1.3 MANEJO POPULACIONAL DE ANIMAIS DE COMPANHIA

A dinâmica populacional refere-se às mudanças no tamanho das populações e aos determinantes dessas mudanças (Skalski, Ryding e Millspaugh, 2005) e o manejo populacional pode ser visto como um conjunto de estratégias, que ajustadas à realidade sociocultural e sanitária do local que pretendem atingir, modificam ou mantêm estável a dinâmica populacional. Idealmente deveriam ser modificados todos os determinantes que vão em detrimento dos objetivos de um programa de manejo populacional e a mudança deveria atingir a população inteira. Porém, os recursos necessários para alcançar tal ideal usualmente excedem os recursos disponíveis e as intervenções de base populacional dificilmente têm uma cobertura de 100%. No entanto, é possível inferir características da população estudando só um subconjunto ou amostra da mesma, e as intervenções não precisam ter uma cobertura de 100% para serem efetivas.

As abordagens quantitativas permitem obter amostras aptas para inferir características populacionais, modelar a dinâmica populacional e priorizar as intervenções de manejo populacional de acordo com a sua efetividade. Não obstante, os métodos quantitativos existentes devem ser articulados entre si e com novos métodos a serem desenvolvidos, para dar suporte a um fluxo de trabalho prático que permita: coletar informações para caracterizar populações, analisar essas informações para propor intervenções e avaliar o efeito destas.

O objetivo desta tese foi propor um fluxo de trabalho como o descrito acima, explicitando os passos que devem ser seguidos e desenvolvendo um software de uso aberto para implementá-lo. Para isso, os animais de companhia de Votorantim, São Paulo, foram caracterizados em termos populacionais usando metodologias existentes. Também foram identificados os componentes do processo de caracterização que devem ser aprimorados e desenvolvidos

métodos para realizar o aprimoramento. A caracterização populacional foi a base para desenvolver um modelo matemático de manejo populacional que permite priorizar as intervenções de acordo com o efeito que produzem. Esse modelo foi articulado com o processo de caracterização. De forma complementar, os dados levantados foram usados para identificar perfis de opiniões públicas em relação ao abandono de cães e gatos, e um modelo matemático foi desenvolvido para avaliar a eficiência do controle reprodutivo realizado com contraceptivos de efeito reversível.

1.4 ORGANIZAÇÃO DA TESE

Nesta tese são apresentadas cinco pesquisas, contextualizadas e inter-relacionadas no resumo e na introdução que as precede, e na discussão e conclusão que as sucede. Na primeira pesquisa (capítulo 2) foi feito um inquérito de base populacional na área urbana do município Votorantim, SP, para caracterizar as populações de cães e gatos domiciliados. Os dados levantados serviram para realizar as pesquisas dos capítulos 3 e 5 e uma das conclusões foi a motivação para realizar a pesquisa do capítulo 4. Na segunda pesquisa (capítulo 3) foram identificados perfis de opiniões públicas em relação ao abandono de cães e gatos, usando dados obtidos no capítulo 2. Na terceira pesquisa (capítulo 4) avaliou-se a validade das estimativas do tamanho populacional de cães domiciliados, geradas por diferentes composições amostrais de um desenho por conglomerados em dois estágios. Na quarta pesquisa (capítulo 5) foi desenvolvido um modelo matemático de manejo populacional que permitiu definir prioridades de manejo para a população canina de Votorantim. Na quinta pesquisa (capítulo 6) foi desenvolvido um modelo matemático para avaliar o efeito e a eficiência do controle reprodutivo realizado com contraceptivos reversíveis. Adicionalmente, no final do documento há um apêndice com um questionário para coletar dados que facilitam a parametrização do modelo apresentado no capítulo 5.

1.5 ARTIGOS E LIVROS PUBLICADOS

Baquero, O. S., Chiozzotto, E. N., Garcia, R. D. C. M., Amaku, M., & Ferreira, F. (2015). Demographic characteristics of owned dogs and cats of Votorantim, São Paulo State, Brazil. *Ciência Rural*, 45(11), 2039-2043. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141646>
Artigo resultante do capítulo 2.

Baquero, O. S., Akamine, L. A., Amaku, M., & Ferreira, F. (2015). Defining priorities for dog population management through mathematical modeling. *Preventive Veterinary Medicine*. doi:10.1016/j.prevetmed.2015.11.009. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587715300520>
Artigo resultante do capítulo 5.

Oswaldo Santos Baquero; Marcos Amaku; Fernando Ferreira. Guia de programação para o pacote do R capm. 1. ed. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2015. ISBN 978-85-67421-06-3. <https://www.gitbook.com/@oswaldosantos/dashboard>
Livro para documentar o uso do software desenvolvido.

Oswaldo Santos Baquero; Marcos Amaku; Fernando Ferreira. Programming guide for the capm R package. 1. ed. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2015. ISBN 978-85-67421-08-7. <https://www.gitbook.com/@oswaldosantos/dashboard>
Livro para documentar o uso do software desenvolvido.

Oswaldo Santos Baquero; Marcos Amaku; Fernando Ferreira. Guía de programación para el paquete de R capm. 1. ed. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

da Universidade de São Paulo, 2015. ISBN 978-85-67421-07-0. <https://www.gitbook.com/@oswaldosantos/dashboard>

Livro para documentar o uso do software desenvolvido.

Oswaldo Santos Baquero; Fernando Ferreira. Do IBGE ao pacote do R capm: guia para a obtenção e preparação de dados. 1. ed. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2015. ISBN 978-85-67421-06-3. <https://www.gitbook.com/@oswaldosantos/dashboard>

Livro para documentar a coleta e a preparação de dados visando posteriores análises no software desenvolvido.

Oswaldo Santos Baquero, Evelyn Nestori Chiozzottob, Rita de Cassia Maria Garciab, Marcos Amakua, Fernando Ferreira. Abandonment of dogs and cats: identification of profiles in public opinions.

Artigo resultante do capítulo 3, submetido ao “Journal of Applied Animal Welfare Science”.

Oswaldo Santos Baquero, Ana Pérola Drulla Brandão, Marcos Amaku, Fernando Ferreira. Effectiveness of Reversible Contraception in Dog Population Management.

Artigo resultante do capítulo 6, submetido a revista “Acta Scientiae Veterinariae”.

Um artigo baseado no capítulo 4 está sendo preparado.

CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE CÃES E GATOS DOMICILIADOS NA ÁREA URBANA DE VOTORANTIM, SÃO PAULO

2.1 RESUMO

Um desenho amostral por conglomerados em dois estágios foi usado para estimar parâmetros populacionais de cães e gatos da área urbana de Votorantim, São Paulo, Brasil, visando dar suporte ao planejamento e implementação de programas de manejo populacional de animais de companhia. Para os cães, as estimativas do total e da densidade foram 27241 cães (95% intervalo de confiança [CI] = 23903 - 30578) e 951 cães/km² (95% CI = 835 - 1068), respectivamente. Para os gatos, essas estimativas foram 5579 gatos (95% CI = 3595 - 7562) e 195 gatos/km² (95% CI = 126 - 264). O custo foi a razão mais prevalente para não esterilizar os animais (33%, 95% CI = 23% - 44%, Deff = 6.1). A porcentagem de entrevistados que relatou razões para abandonar seus animais foi igual a 9 (95% CI = 5 - 13, Deff = 2.1). Outras estimativas foram obtidas, incluindo estimativas indiretas de abandono. As estimativas associadas ao abandono sugerem que a prevalência desse fenômeno pode afetar significativamente a dinâmica populacional. A distribuição de cães por domicílio pode ser usada para construir populações hipotéticas e validar procedimentos de estimação. As estimativas geradas permitem a parametrização de modelos matemáticos e a construção de indicadores de manejo populacional.

Palavras-chave: Cão. Gato. Manejo populacional. Demografia. Amostragem. Estimativa.

2.2 INTRODUÇÃO

Os problemas associados com animais de companhia são o resultado de comportamentos humanos individuais e coletivos (Fournier e Geller, 2004; Frank, 2004). Apesar de décadas de esforços para manejar as populações de cães e gatos, a persistência de problemas com esses animais (Carter, 1990) têm colocado em questionamento a efetividade de tais esforços (Nassar e Fluke, 1991; Scarlett, 2008).

Atualmente, os estudos demográficos de cães e gatos são um componente norteador para o manejo populacional em diferentes partes do mundo (Leslie et al., 1994; Fielding e Plumridge, 2005; Slater et al., 2008; Downes, Canty e More, 2009; Acosta-Jamett et al., 2010; Canatto et al., 2012; Pulczer et al., 2013). A demografia determina a forma em que as zoonoses e outras doenças ocorrem e persistem nos animais (Thrusfield, 2007) e a estimativa de parâmetros demográficos permite avaliar programas de saúde como as campanhas de vacinação (cobertura vacinal), estabelecer indicadores de manejo populacional e simular o potencial efeito de intervenções populacionais.

Embora existam estudos populacionais de cães e gatos, são poucos os parâmetros estimados que podem ser usados para simular a ocorrência de doenças em populações animais ou para avaliar programas de saúde (Davlin e Vonville, 2012; Garcia, 2009; Pulczer et al., 2013).

O objetivo deste estudo foi estimar parâmetros demográficos relevantes na dinâmica populacional de cães e gatos domiciliados. Para isso foi feito um inquérito amostral na área urbana de Votorantim, São Paulo.

2.3 MATERIAIS E MÉTODOS

2.3.1 Local de estudo

O município de Votorantim está localizado no sudoeste do estado de São Paulo, Brasil, a uma latitude de 23.32°S e a uma longitude de 47.26°O (IBGE, 2010). Votorantim ocupa uma área de 183.517 km² (IBGE, 2010), dos quais 28.63 km² pertencem à área urbana (IBGE, 2010). Há um total de 108809 habitantes, sendo 104699 da área urbana (IBGE, 2010).

2.3.2 Parâmetros populacionais

Foi estimada a proporção de domicílios com cães ou gatos e a média de animais (cães, gatos e ambas espécies) por domicílio. O conjunto de parâmetros estimados para cada espécie incluiu: razão de sexos, idade média, proporção de animais esterilizados, proporção de animais semi-domiciliados, modo de aquisição, média de filhotes nascidos nos últimos 12 meses e o destino dos animais que tinham morado no domicílio nos últimos 12 meses. As razões para não esterilizar os animais ou para abandoná-los também foram estimadas.

2.3.3 Coleta de dados

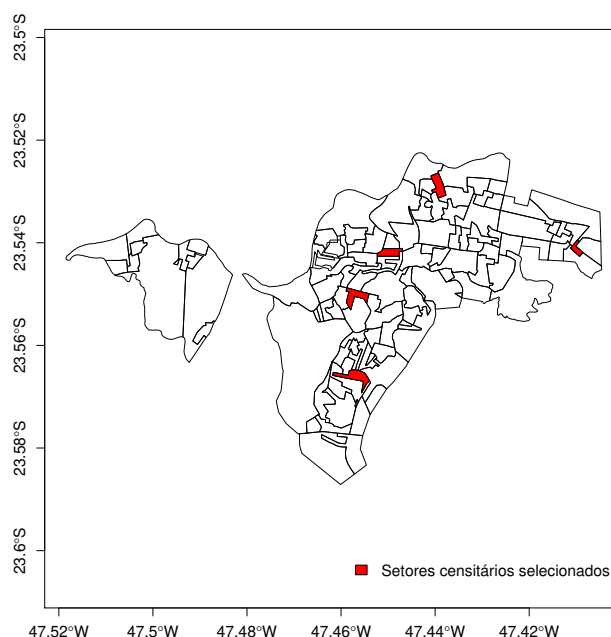
Para coletar os dados foram usados questionários preenchidos por entrevistadores. As opções de resposta foram fechadas e de múltipla escolha e para algumas perguntas acrescentou-se uma opção aberta.

Após a estruturação geral do questionário, foram feitas cinco sessões de treinamento com oito funcionários do “Centro de Controle de Zoonoses” de Votorantim, dos quais quatro foram selecionados como entrevistadores. As sessões incluíram reuniões para detectar perguntas confusas e possíveis questões a serem incluídas, entrevistas simuladas para adequar a formatação e o tempo de aplicação a 10 - 15 minutos, e um estudo piloto para avaliar a capacidade operacional da equipe e para testar o questionário no campo. Para diminuir as perdas, na amostra final foram visitados até quatro vezes os domicílios fechados. Os dados foram coletados entre outubro e novembro de 2011.

2.3.4 Desenho amostral

- População alvo: domicílios na área urbana do Município de Votorantim.
- População de estudo: domicílios na área urbana de Votorantim, entre outubro e dezembro de 2011.
- Quadro amostral: relação de setores censitários e de domicílios particulares e coletivos na área urbana, gerada pelo “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística” no Censo de 2010 (IBGE, 2010).
- Unidades amostrais: setor censitário (unidade primária) e domicílio (unidade secundária).
- Plano de seleção: para os setores censitários, seleção com probabilidade proporcional ao tamanho e com reposição. A seleção dos domicílios, 105 em cada setor censitário, foi sistemática. A medida do tamanho dos setores censitários foi o número de domicílios.
- Tamanho amostral: o tamanho amostral dependeu das atividades de rotina do “Centro de Controle de Zoonoses de Votorantim”. Considerando a dificuldade de incluir mais do que uns poucos setores censitários devido a limitações no deslocamento e à duração das entrevistas, determinou-se que incluindo 5 setores censitários, em cada um poderia visitar-se 105 domicílios em média (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Unidades amostrais selecionadas na área urbana de Votorantim, SP, 2011.



2.3.5 Análise estatística

Todas as categorias das variáveis coletadas foram consideradas, porém, no caso de algumas variáveis com múltiplas opções de resposta, só as respostas mais frequentes serão apresentadas. Assumindo que o tamanho dos setores censitários esteve correto e que não houve mudanças no mesmo entre o momento da seleção das unidades amostrais e a coleta dos dados, a seleção de domicílios foi equiprobabilística; assim a amostra foi autoponderada (United Nations, 2005). O estimador de base foi o de Horvitz-Thompson. As variâncias foram estimadas usando o método de linearização baseado em séries de Taylor (Lumley, 2010). Para cada variável, o efeito do desenho do estudo foi expressado pelo Deff (variância estimada, dividida pela variância calculada ao considerar o desenho como aleatório simples) (Lumley, 2010).

2.3.6 Softwares utilizados

As análises foram feitas no software R (R Core Team, 2015), usando os pacotes ggplot2 1.0.1 (Wickham, 2009) e capm 0.8.0 (Santos Baquero, Amaku e Ferreira, 2015).

2.4 RESULTADOS

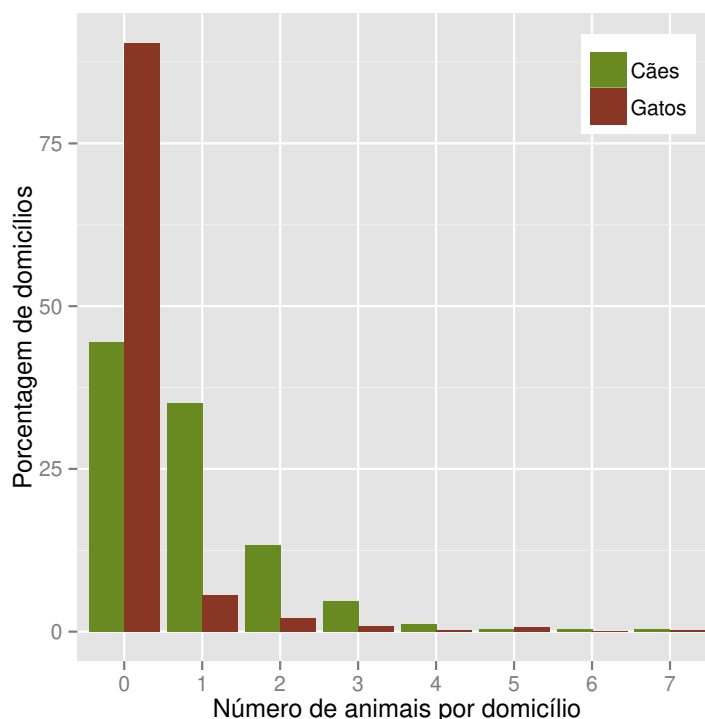
Dos 515 domicílios visitados, a entrevista foi realizada em 450, o que correspondeu a uma taxa de resposta de 87%. As casas fechadas representaram 12% e as recusas 1%. 56% dos domicílios tinham cães ou gatos (IC 95% = 52% - 60%, Deff = 0.8). O total e a média de cães por domicílio foram maiores do que os valores correspondentes em gatos (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Total e média de cães e de gatos por domicílio; presentes ou que estiveram nos últimos 12 meses nos domicílios entrevistados. Votorantim, SP, 2011.

	Estimativa (IC 95%)	Deff
Total de cães	27241 (23903 - 30578)	1.2
Total de gatos	5579 (3595 - 7562)	1
Média de cães por domicílio	0.88 (0.78 - 0.99)	1.2
Média de gatos por domicílio	0.18 (0.12 - 0.25)	1

Com base nas estimativas pontuais e nos intervalos de confiança, a densidade de cães e gatos na área urbana foi 951 cães/km² (IC 95% = 835 - 1068) e 195 gatos/km² (IC 95% = 126 - 264). Ao classificar os domicílios de acordo com o número de cães/gatos, foi visto que quanto maior o número, menos frequentes os domicílios (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Distribuição do total de cães e de gatos por domicílio presentes ou que estiveram nos últimos 12 meses nos domicílios entrevistados. Votorantim, SP, 2011.



A idade média dos cães foi de 5.27 anos (IC 95% = 4.84 - 5.71, Deff = 1.17) e dos gatos de 3.87 anos (IC 95% = 3.20 - 4.54, Deff = 0.76). Nos 12 meses anteriores à entrevista, um total de 28 cães e 12 gatos nasceram nos domicílios entrevistados e a estimativa desses totais foi 1881 (IC 95% = 286 - 3476, Deff = 1.4) e 902 (IC 95% = 0 - 2330, Deff = 2.1), respectivamente. A porcentagem de cães e gatos semi-domiciliados foi igual a 17% (IC 95% = 9% - 26%, Deff = 5.2) e 56% (IC 95% = 29% - 83%, Deff = 6.2). Ganhar o animal de outra pessoa foi o principal modo de aquisição para as duas espécies (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Modo de aquisição dos animais presentes ou que estiveram nos últimos 12 meses nos domicílios entrevistados. Votorantim, SP, 2011.

	Cães		Gatos	
	% (IC 95%)	Deff	% (IC 95%)	Deff
Adotou	10.25 (8.68 - 11.82)	0.28	25.8 (18.73 - 32.87)	0.55
Comprou	16.22 (10.84 - 21.59)	2.20	1.1 (0 - 3.42)	1.04
Encontrou	6.91 (2.08 - 11.74)	3.76	11.5 (3.93 - 19.06)	1.19
Ganhou	56.57 (49.21 - 63.94)	2.29	39.01 (27.86 - 50.16)	1.10
Nasceu em casa	10.05 (5.02 - 15.07)	2.9	22.59 (10.78 - 34.41)	1.69

Nos 12 meses prévios à entrevista, 7.32% (IC 95% = 5.57% - 9.06%, Deff = 0.46) dos cães e 4.82% (IC 95% = 0.8 - 8.85%, Deff = 0.75) dos gatos, saíram dos domicílios entrevistados. Morte, adoção e desaparecimento foram os destinos relatados (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Destino dos animais que estiveram nos últimos 12 meses nos domicílios entrevistados. Votorantim, SP, 2011.

	Cães		Gatos	
	% (IC 95%)	Deff	% (IC 95%)	Deff
Morte	5.75 (3.94 - 7.55)	0.62	11.99 (0 - 24.66)	0.85
Adoção	5.82 (0.50 - 11.15)	1.58	7.27 (0 - 21.29)	1.16
Desaparecimento	0.23 (0 - 0.66)	0.87	1.45 (0 - 4.26)	1.16

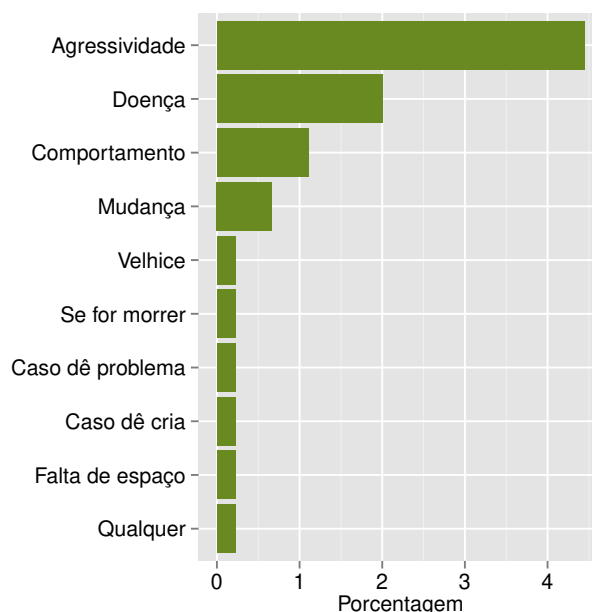
O custo foi a razão mais prevalente para não esterilizar os animais (33%, IC 95% = 23% - 44%, Deff = 6.1), porém, outras razões também foram relatadas (Figura 2.3).

Figura 2.3 - Razões dos entrevistados para não castrar seus animais. Votorantim, SP, 2011.



A porcentagem de entrevistados que expressou razões para abandonar seus animais foi 9% (IC 95% = 5% - 13%, Deff = 2.1) e a agressividade foi a principal razão (Figura 2.4).

Figura 2.4 - Razões pelas quais os entrevistados abandonariam seus próprios animais. Votorantim, SP, 2011.



2.5 DISCUSSÃO

A amostra realizada permitiu calcular as estimativas pontuais, o intervalo de confiança e o efeito do desenho para cada parâmetro populacional.

Da mesma forma que estudos realizados em outros lugares, houve mais domicílios com cães do que com gatos (Patronek, Beck e Glickman, 1997; Dias, Garcia e Silva, 2004; Slater et al., 2008; Downes, Canty e More, 2009; Canatto et al., 2012). As razões macho/fêmea relatadas na literatura não são significativamente diferentes de 1 (Fielding e Plumridge, 2005) ou são maiores do que 1 (Acosta-Jamett et al., 2010). A razão macho/fêmea foi inferior a 1 para as duas espécies em Votorantim, mas a diferença não foi significativa.

A baixa idade média de animais de companhia é considerada uma consequência da alta taxa de reposição de animais e da baixa expectativa de vida (Kitala et al., 2001). Assim, a idade média pode ser usada como um indicador de manejo populacional que reflete a taxa de reposição e a expectativa de vida.

Canatto (2010) ressaltou a potencialidade de incluir vieses de informação ao perguntar pelo grau de restrição dos animais. Para evitar respostas por deseabilidade social e ao mesmo tempo considerar a restrição do movimento e o supervisionamento, perguntou-se se o animal “gostava de sair sozinho à rua”. As proporções estimadas a partir das respostas para essa pergunta são potenciais indicadores de guarda responsável e sua redução seja ou não mediada por intervenções propositadas, pode modificar de maneira relevante a quantidade de animais soltos nas ruas, já que os cães semi-domiciliados podem representar até o 88% da população que fica parcial ou totalmente sem restrição, considerando esta última como 5% da população restrita (Matos e Alves, 2002).

Embora existam estudos que relatam a compra como a forma mais comum de aquisição de cães e gatos (Patronek et al., 1996a,b), a aquisição gratuita foi mais frequente para as duas espécies em Votorantim, em consonância com outras pesquisas (Kitala et al., 2001; Paranhos, 2002; Garcia, 2009; Acosta-Jamett et al., 2010; Canatto, 2010). A porcentagem de animais recebidos como presente, pegos na rua ou adotados, tem sido variável nos diferentes estudos mas o predomínio tende a ser em favor de ter recebido os animais como presente, e isso também

aconteceu em Votorantim (Kitala et al., 2001; Paranhos, 2002; Garcia, 2009; Acosta-Jamett et al., 2010; Canatto, 2010). A proporção de cães dados em adoção foi aproximadamente igual à proporção de cães que morreram e, em relação aos gatos, foi aproximadamente a metade.

O abandono é um fenômeno de difícil medição pelo fato de ser socialmente rejeitado. Por isso, os entrevistadores perguntaram se os animais tinham “sumido” e não se tinham sido abandonados. Contudo, os relatos de desaparecimento foram próximos de 1% nas duas espécies. Garcia (2009) encontrou que as frequências relativas do destino dos animais variaram com o tempo em um estudo longitudinal, sendo “o desaparecimento” o destino mais frequente em alguns momentos, mas em outros sendo o “a morte” e “a adoção”; da mesma forma que em Votorantim.

A razão mais frequente para não castrar os animais foi o custo do procedimento. Assim, a pertinência de um programa gratuito de castração em massa deve ser analisada pelos setores censitários envolvidos com o manejo populacional de cães e gatos da cidade. As razões restantes foram compatíveis com o desconhecimento das implicações do procedimento e apesar de terem sido pouco prevalentes de forma individual, conjuntamente representaram um contingente com o potencial de modificar significativamente a proporção de animais esterilizados.

As razões que levariam os entrevistados a abandonar seus próprios animais representaram situações hipotéticas. Mesmo assim, foram razões também dadas por pessoas que entregaram seus animais a abrigos (Miller et al., 1996; New et al., 1999, 2000; Shore, 2005; Diesel, Pfeiffer e Brodbelt, 2008; Casey et al., 2009; Elliott, Toribio e Wigney, 2010) e isso sugere que os entrevistados conseguem identificar antecipadamente situações intoleráveis no convívio com seus animais. Para evitar essas situações, os programas preventivos devem focar-se na preaquisição de animais e em abordagens etológicas para entender e manejar comportamentos que podem reduzir as taxas de abandono.

O tamanho e composição amostrais não foram calculados usando procedimentos estatísticos, e isso pode levantar questionamentos em torno da representatividade da amostra. Porém, a seleção de setores censitários e de domicílios seguiu procedimentos probabilísticos que permitiram a construção de estimativas não enviesadas. Portanto, o tamanho e a composição definidos por conveniência não comprometeram a acurácia das estimativas, e quaisquer efeitos que essas duas características amostrais pudessem ter na precisão das estimativas foram considerados na construção dos intervalos de confiança.

Em um grupo de inquéritos urbanos para pesquisar variáveis humanas em países sub-desenvolvidos, os Deff oscilaram entre 2 e 14.7, com média e mediana de 4.23 e 3 respectivamente (United Nations, 2005). O Deff de 14.7 foi explicado pelo alto número de domicílios (50) examinados dentro dos conglomerados (United Nations, 2005). Em Votorantim foi examinada uma média de 90 domicílios por setor censitário e embora o maior Deff tenha sido 10.74, a média e a mediana foram inferiores aos valores relatados para as amostras mencionadas. Esses achados são compatíveis com a pouca heterogeneidade entre os conglomerados e favoreceram a eficiência de desempenho do desenho amostral. Vários dos Deff achados em Votorantim foram inferiores a 1, fato que indicou alta heterogeneidade dentro dos conglomerados. Os níveis de erro permissíveis dependem da variável de interesse e dos objetivos do estudo. Os erros foram relativamente altos para variáveis como o número de nascimentos de gatos e de cães.

2.6 CONCLUSÃO

Parâmetros demográficos como os estimados nesta pesquisa suportam a construção de indicadores de manejo populacional. Também ajudam a identificar alvos de manejo populacional e no caso de Votorantim, foi encontrado que possíveis alvos são a proporção de animais semi-domiciliados, a disponibilidade de um programas gratuitos de controle reprodutivo e a

prevenção de situações descritas pelos entrevistados como razões que levariam ao abandono. As amostras realizadas devem ter composições que resultem em estimativas com erros aceitáveis.

2.7 REFERÊNCIAS

ACOSTA-JAMETT, G.; CLEAVELAND, S.; CUNNINGHAM, A.; BRONSVOORT, B. Demography of domestic dogs in rural and urban areas of the Coquimbo region of Chile and implications for disease transmission. **Preventive veterinary medicine**, vol. 94, no. 3-4: pp. 272–281. 2010.

CANATTO, B.D. **Caracterização das populações de cães e gatos domiciliadas no município de São Paulo**. Dissertação (mestrado em epidemiologia experimental aplicada às zoonoses), Universidade de São Paulo. 2010.

CANATTO, B.D.; SILVA, E.A.; BERNARDI, F.; PARANHOS, N.T.; DIAS, R.A. Caracterização demográfica das populações de cães e gatos supervisionados do município de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 64, no. 6: pp. 1515–1523. 2012.

CARTER, C.N. Pet population control: Another decade without solutions? **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 197, no. 2: pp. 192–195. 1990.

CASEY, R.A.; VANDENBUSSCHE, S.; BRADSHAW, J.W.; ROBERTS, M.A. Reasons for Relinquishment and Return of Domestic Cats (*Felis Silvestris Catus*) to Rescue Shelters in the UK. **Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, vol. 22, no. 4: pp. 347–358. 2009.

DAVLIN, S.L.; VONVILLE, H.M. Canine rabies vaccination and domestic dog population characteristics in the developing world: a systematic review. **Vaccine**, vol. 30, no. 24: pp. 3492–502. 2012.

DIAS, R.; GARCIA, R.; SILVA, D. Estimate of the owned canine and feline populations in urban area in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, vol. 38, no. 4: pp. 565–570. 2004.

DIESEL, G.; PFEIFFER, D.U.; BRODBELT, D. Factors affecting the success of rehoming dogs in the UK during 2005. **Preventive veterinary medicine**, vol. 84, no. 3-4: pp. 228–41. 2008.

DOWNES, M.; CANTY, M.J.; MORE, S.J. Demography of the pet dog and cat population on the island of Ireland and human factors influencing pet ownership. **Preventive veterinary medicine**, vol. 92, no. 1-2: pp. 140–9. 2009.

ELLIOTT, R.; TORIBIO, J.A.L.; WIGNEY, D. The Greyhound Adoption Program (GAP) in Australia and New Zealand: A survey of owners' experiences with their greyhounds one month after adoption. **Applied Animal Behaviour Science**, vol. 124, no. 3-4: pp. 121–135. 2010.

FIELDING, W.; PLUMRIDGE, S. Characteristics of owned dogs on the island of New Providence, The Bahamas. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 8, no. 4: pp. 245–260. 2005.

FOURNIER, A.; GELLER, E. Behavior analysis of companion-animal overpopulation: A conceptualization of the problem and suggestions for intervention. **Behavior and Social Issues**, vol. 68: pp. 51–68. 2004.

FRANK, J. An interactive model of human and companion animal dynamics: the ecology and economics of dog overpopulation and the human costs of addressing the problem. **Human Ecology**, vol. 32, no. 1: pp. 107–130. 2004.

GARCIA, R. **Estudo da dinâmica populacional canina e felina e avaliação de ações para o equilíbrio dessas populações em área da cidade de São Paulo, SP, Brasil** Tese. Tese (doutorado em epidemiologia experimental aplicada às zoonoses, Universidade de Sao Paulo. 2009.

IBGE. **Censo Demográfico 2010 - Agregado por setores censitário do universo**. Tech. rep., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010.

KITALA, P.; MCDERMOTT, J.; KYULE, M.; GATHUMA, J.; PERRY, B.; WANDELER, A. Dog ecology and demography information to support the planning of rabies control in Machakos District, Kenya. **Acta tropica**, vol. 78, no. 3: pp. 217–30. 2001.

LESLIE, B.E.; MEEK, A.H.; KAWASH, G.F.; MCKEOWN, D.B. An epidemiological investigation of pet ownership in Ontario. **The Canadian veterinary journal La revue vétérinaire canadienne**, vol. 35, no. 4: pp. 218–22. 1994.

LUMLEY, T. **Survey sampling, a guide to analysis using R**. John Wiley and Sons, Inc, New Jersey, first edit ed. 2010, 275 pp.

MATOS, M.; ALVES, M. São Paulo Pasteur Institute Technique for estimating a canine population. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 18, no. 5: pp. 1423–1428. 2002.

MILLER, D.D.; STAATS, S.R.; PARTLO, C.; RADA, K. Factors associated with the decision to surrender a pet to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 4: pp. 738–742. 1996.

NASSAR, R.; FLUKE, M. Pet population dynamics and community planning for animal welfare and animal control. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 198, no. 7: pp. 1160–1163. 1991.

NEW, J.C.; SALMAN, M.D.; SCARLETT, J.M.; KASS, P.H.; VAUGHN, J.A.; SCHERR, S.; KELCH, W.J. Moving: characteristics of dogs and cats and those relinquishing them to 12 U.S. animal shelters. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, vol. 2, no. 2: pp. 83–95. 1999.

NEW, J.; SALMAN, M.D.; KING, M.; SCARLETT, J.; KASS, P.; HUTCHISON, J. Characteristics of Shelter-Relinquished Animals and Their Owners Compared With Animals and Their Owners in U.S. Pet-Owning Households. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 3, no. 3: pp. 179–201. 2000.

PARANHOS, N.T. **Estudo das populações canina e felina em domicílio, Município de São Paulo, 2001**. Dissertação (mestrado em saúde pública), Universidade de Sao Paulo. 2002.

PATRONEK, G.J.; GLICKMAN, L.T.; BECK, A.M.; MCCABE, G.P.; ECKER, C. Risk factors for relinquishment of cats to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 3: pp. 582–588. 1996a.

PATRONEK, G.J.; GLICKMAN, L.T.; BECK, A.M.; MCCABE, G.P.; ECKER, C. Risk factors for relinquishment of dogs to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 3: pp. 572–581. 1996b.

- PATRONEK, G.; BECK, A.M.; GLICKMAN, L. Dynamics of dog and cat populations in a community. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 210, no. 5: pp. 637–642. 1997.
- PULCZER, A.S.; JONES-BITTON, A.; WALTNER-TOEWS, D.; DEWEY, C.E. Owned dog demography in Todos Santos Cuchumatán, Guatemala. **Preventive veterinary medicine**, vol. 108, no. 2-3: pp. 209–17. 2013.
- R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2015.
- SANTOS BAQUERO, O.; AMAKU, M.; FERREIRA, F. capm: an R package for Companion Animal Population Management. 2015.
- SCARLETT, J.M. Interface of epidemiology, pet population issues and policy. **Preventive veterinary medicine**, vol. 86, no. 3-4: pp. 188–97. 2008.
- SHORE, E.R. Returning a recently adopted companion animal: adopters' reasons for and reactions to the failed adoption experience. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, vol. 8, no. 3: pp. 187–98. 2005.
- SLATER, M.R.; DI NARDO, A.; PEDICONI, O.; VILLA, P.D.; CANDELORO, L.; ALESSANDRINI, B.; DEL PAPA, S. Cat and dog ownership and management patterns in central Italy. **Preventive veterinary medicine**, vol. 85, no. 3-4: pp. 267–94. 2008.
- THRUSFIELD, M. **Veterinary Epidemiology**. Wiley-Blackwell, third edit ed. 2007, 624 pp.
- UNITED NATIONS. **Household Sample Surveys in Developing and Transition Countries**. 96. New York. 2005.
- WICKHAM, H. **ggplot2: elegant graphics for data analysis**. Springer, New York. 2009.

ABANDONO DE CÃES E GATOS: IDENTIFICAÇÃO DE PERFIS NAS OPINIÕES PÚBLICAS

3.1 RESUMO

Com o propósito de identificar perfis de opiniões em relação ao abandono de cães e gatos, foi feito um inquérito de base populacional na área urbana de Votorantim, São Paulo, Brasil. Foi implementado um desenho amostral complexo e as opiniões dos entrevistados foram coletadas usando questionários preenchidos por entrevistadores. Mediante análises de correspondências múltiplas foram caracterizadas e avaliadas as associações entre as opiniões em relação ao destino mais frequente de cães e gatos domiciliados, as opiniões sobre a tolerância que os donos têm frente a comportamentos potencialmente problemáticos dos seus animais, a presença de cães ou gatos no domicílio dos entrevistados e a existência de razões que levariam aos entrevistados a abandonar seus animais. Os resultados sugerem a existência do construto “tolerância a comportamentos problemáticos” e que a tolerância é semelhante entre os comportamentos avaliados. As opiniões sobre o destino mais frequente dos animais não dependeram da espécie e quem considerou o abandono entre os destinos mais frequentes tendeu a considerar o abandono como solução para os comportamentos problemáticos. A manifestação de razões para abandonar foi mais comum entre os entrevistados que consideraram o abandono como um dos destinos mais frequentes e como solução aos comportamentos problemáticos. As intervenções de manejo populacional devem se refletir na opinião pública, e portanto, os perfis identificados neste estudo podem ser usados como indicadores das mudanças geradas por tais intervenções.

Palavras-chave: Cão. Gato. Abandono. Comportamento. Manejo populacional.

3.2 INTRODUÇÃO

O abandono de cães e gatos é tanto causa como consequência dos problemas decorrentes da interação entre as pessoas e esses animais. Os estudos de dinâmica populacional têm identificado o abandono como um dos principais alvos de intervenção (Amaku, Dias e Ferreira, 2010; Ferreira, 2010). Adicionalmente, o abandono é uma experiência traumática para os cães, devido às mudanças nas condições sociais e ambientais (Previde e P, 2007). Isto tem relevância para o manejo populacional, pois existe evidência de que a experiência do abandono pode afetar a relação dos cães com futuros proprietários (Clutton-Brock, 1995), o que por sua vez pode impactar negativamente o sucesso da reintrodução dos cães em ambientes domiciliares.

Tentativas de usar o abandono em si como variável de interesse, sugerem que as pessoas sub-notificam a prática do abandono ou a atribuem a terceiros (Hsu, Severinghaus e Serpell, 2003) e uma alternativa adotada nas pesquisas tem sido a busca de fatores associados com variáveis semelhantes ao abandono como por exemplo, doação para um abrigo (Hsu, Severinghaus e Serpell, 2003; New et al., 2000).

Como as intervenções de manejo populacional acabam por se refletir na opinião pública, estas últimas podem ser usadas como indicadores das mudanças geradas pelas primeiras. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar perfis de opinião pública sobre o abandono de cães e gatos.

3.3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.3.1 Local de estudo

O município de Votorantim está localizado no sudoeste do estado de São Paulo, a uma latitude de 23.32°S e a uma longitude de 47.26°O (IBGE, 2010). Votorantim tem uma área de 183517 km² (IBGE, 2010), dos quais 28.63 km² são urbanos (IBGE, 2010). Há um total de 108809 habitantes e 104659 moram na área urbana (IBGE, 2010).

3.3.2 Coleta de dados

Em um inquérito de base populacional (capítulo 2) os residentes da área urbana de Votorantim responderam perguntas relacionadas com a tolerância frente a comportamentos potencialmente problemáticos de cães e gatos, o destino desses animais, e a identificação de situações hipotéticas que poderiam resultar em abandono. As perguntas realizadas podem ser agrupadas da seguinte maneira:

Tolerância: grupo de cinco perguntas para caracterizar a opinião dos entrevistados em relação a tolerância que outros donos têm, frente a comportamentos potencialmente problemáticos dos seus cães ou gatos:

1. Se um cão ou gato destrói alguma coisa barata, o que você acha que o dono faz?
2. Se um cão ou gato destrói alguma coisa cara, o que você acha que o dono faz?
3. Se um cão ou gato morde alguém da família, o que você acha que o dono faz?
4. Se um cão ou gato faz xixi ou cocó dentro da casa o tempo todo, o que você acha que o dono faz?
5. Se um cão ou gato é muito desobediente, o que você acha que o dono faz?

As opções de resposta para as perguntas anteriores foram:

- O abandona
- O dá para alguém
- Tenta encontrar uma solução
- Outras: _____

Destino: grupo de três perguntas para caracterizar a opinião dos entrevistados em relação ao destino dos animais dos outros municípios. Considerando de forma separada a *cães adultos, gatos adultos e filhotes em geral*, a pergunta foi:

- O que você acha que acontece com os *cães adultos/gatos adultos/filhotes em geral* que têm dono?
 - Morrem na própria casa
 - São abandonados
 - Desaparecem
 - São vendidos
 - São dados em adoção
 - Não sabe
 - Não responde

– Outros: _____

Razões para abandonar: pergunta aberta para saber se os entrevistados teriam alguma razão para abandonar seu próprios animais:

- Existe alguma situação ou motivo pelo qual você abandonaria o seu animal?

Além dos três grupos mencionados, foi considerada a presença da cães ou gatos nos domicílios dos entrevistados.

3.3.3 Análise estatística

Mediante análises de correspondência múltiplas (ACM) foram identificados perfis de opinião pública. Em conjuntos de dados com mais de três dimensões, é necessário reduzir a dimensionalidade para criar uma representação gráfica. Porém, a redução da dimensionalidade muda a relação entre os elementos do conjunto de dados (Greenacre, 2007). As ACM reduzem essa mudança ao mínimo, identificando o subespaço que melhor representa o conjunto de dados original ou, em outras palavras, que preserva a maior quantidade de informação (Greenacre, 2007).

A inércia é uma estatística equivalente à estatística Qui-quadrado, mas calculada em termos de frequências relativas e dividida pelo total do número de observações. A inércia é uma medida de variabilidade e representa o desvio da hipótese nula (as frequências observadas não são diferentes das esperadas). A inércia é decomposta e explicada pelos eixos do subespaço identificado nas ACM (Greenacre, 2007).

A significância estatística das associações foi estabelecida mediante 999 simulações de Monte Carlo. Em cada amostra, foi calculado o total da inércia e posteriormente foi determinada a fração de amostras com uma inércia total superior à inércia dos dados originais. O nível de significância foi 5%.

3.3.4 Softwares utilizados

Todas as análises foram feitas no software R (R Core Team, 2015), usando o pacote ca 0.58 (Nenadic e Greenacre, 2007).

3.4 RESULTADOS

As entrevistas foram realizadas em 450 dos 515 domicílios, o que correspondeu a uma taxa de resposta de 87%. As Tabelas (3.1 e 3.2) têm os totais e as porcentagens das respostas dos grupos “Tolerância” e “Destino”. A Tabela 3.3 mostra as respostas dadas por 9.6% dos entrevistados que expressaram razões hipotéticas para abandonar seus animais.

Tabela 3.1 - Totais e porcentagens das respostas às perguntas do grupo “Tolerância”. Votorantim, SP, 2011. As porcentagens não somam 100 porque foi possível escolher mais de uma opção de resposta.

	Perguntas									
	1		2		3		4		5	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Abandona	46	10.2	57	12.7	45	10	23	5.1	39	8.7
Dá para alguém	31	6.9	54	12	65	14.4	26	5.8	38	8.4
Tenta encontrar uma solução	372	82.7	333	74	334	74.2	395	87.8	366	81.3
Outras	4	0.89	9	2	8	1.8	6	1.3	7	1.6

Tabela 3.2 - Totais e porcentagens das respostas às perguntas do grupo “Destino”. Votorantim, SP, 2011. As porcentagens não somam 100 porque foi possível escolher mais de uma opção de resposta.

	Cães		Gatos		Filhotes	
	Total	%	Total	%	Total	%
O que você acha que acontece com os <i>cães adultos/gatos adultos/filhotes em geral</i> que tem dono?						
Morrem na própria casa	300	66.7	258	57.3	0	0
São abandonados	78	17.3	72	16	169	37.6
Desaparecem	29	6.4	74	16.4	0	0
São vendidos	2	0.4	2	0.4	36	8
São dados em adoção	31	6.9	26	5.8	220	48.9
Não sabe	12	2.7	18	4	9	2
Não responde	7	1.6	1	0.2	3	0.7

Tabela 3.3 - Respostas dadas por 9.6% dos entrevistados que teriam alguma razão para abandonar seu animais. Votorantim, SP, 2011.

Razão	Total	%
Agressividade	20	4.4
Doenças	9	2
Problemas de comportamento	5	1.1
Mudança	3	0.7
Falta de espaço	1	0.2
Gestação	1	0.2
Se causar problema	1	0.2
Se for morrer	1	0.2
Velhice	1	0.2
Qualquer	1	0.2

A Figura 3.1 mostra a solução da ACM para as cinco perguntas do grupo “Tolerância” de comportamentos (opção de resposta “Abandona”), as três do grupo “Destino” (opção de resposta “São abandonados”), a do grupo “Razões para abandonar” e a pergunta sobre a presença de cães ou gatos no domicílio do entrevistado. O eixo principal explicou o 66.2% e o segundo eixo o 9.2% da inércia total, respectivamente (Tabela 3.4). O eixo principal segregou completamente as variáveis, deixando do mesmo lado a opção de resposta “abandono” nos três grupos. As pessoas que responderam “abandono” em alguma das perguntas sobre tolerância de comportamentos, escolheram com maior frequência essa opção de resposta nas outras perguntas sobre tolerância. Essas pessoas também se inclinaram a responder que o destino mais frequente dos animais era o abandono e que teriam razões para abandonar seus animais. A associação mais forte e o maior desvio da homogeneidade ocorreu no grupo “Tolerância”. No grupo “Destino”, a correlação principal foi entre cães e gatos adultos. O uso da resposta “abandono” foi mais frequente entre os entrevistados que não tinham animais.

Figura 3.1 - Análise de correspondência múltipla das variáveis dos grupos “Tolerância” (opção de resposta “Abandona”), “Destino” (opção de resposta “São abandonados”), “Razões para abandonar” e da presença de cães ou gatos no domicílio do entrevistado. Votorantim, SP, 2011. $t\varpi$: Se um cão ou gato ϖ , o que você acha que o dono faz?, (onde $\varpi = b, c, a, e, d$); b : destrói uma coisa barata; c : destrói uma coisa cara; a : morde alguém da família; e : faz xixi ou cocó dentro de casa o tempo todo; d : é muito desobediente. O que você acha que acontece com os ϕ que têm dono? (onde $\phi = d, g, f$); d : cão, g : gato; f : filhote. ab : existe alguma situação ou motivo pelo qual você abandonaria o seu animal? p : tem cães ou gatos? Para $t\varpi/\phi$, 1 representou a opção de resposta “Abandona/São abandonados” e 0 representou as respostas diferentes de “Abandona/São abandonados”. Para ab e p , 1 representou a resposta “sim” e 0 a resposta “não”. Símbolos superimpostos ao redor da coordenada $\{-0.05, 0\}$: $f0, tc0, tb0, p1, ta0, td0, te0$ e $ab0$. Símbolos superimpostos ao redor da coordenada $\{-0.05, 0.05\}$: $d0$ e $g0$.

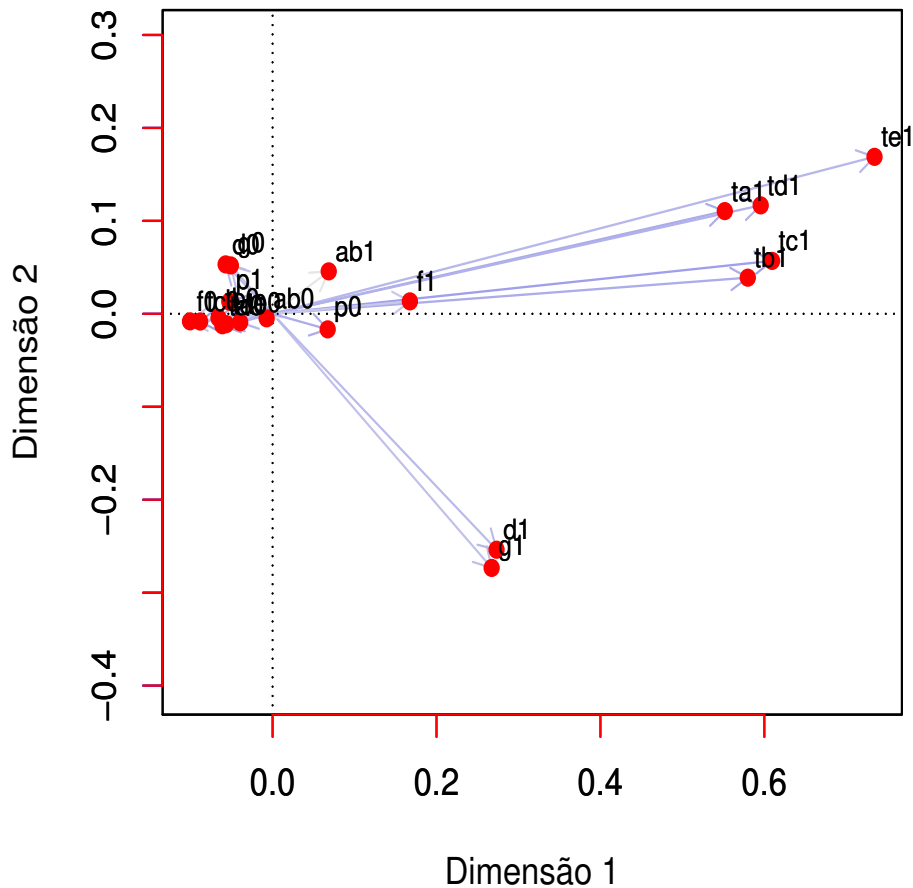


Tabela 3.4 - Decomposição da inércia total pelos eixos principais da Figura 3.1.

Dimensão	Inercia principal	%	% (acum)	scree plot
1	0.023887	66.2	66.2	*****
2	0.003312	9.2	75.4	***
3	0.000433	1.2	76.6	
4	1e-06000	0.0	76.6	
Total:	0.036085			

Ao modificar a ACM anterior considerando a opção de resposta “Desaparecem” no lugar de “São abandonados” para as perguntas do grupo “Destino”, o eixo principal explicou o 61.3% e o segundo eixo o 12.7% da inércia total, respectivamente (Figura 3.2 e Tabela 3.5). A

direcionalidade da segregação foi igual a da Figura 3.1, porém, as perguntas sobre cães e gatos adultos foram representadas principalmente pelo segundo eixo. O principal desvio da hipótese de homogeneidade ocorreu no grupo “Tolerância”.

Figura 3.2 - Análise de correspondência múltipla das variáveis dos grupos “Tolerância” (opção de resposta “Abandona”), “Destino” (opção de resposta “Desaparecem”), “Razões para abandonar” e da presença de cães ou gatos no domicílio do entrevistado. Votorantim, SP, 2011. $t\varpi$: Se um cão ou gato ϖ , o que você acha que o dono faz?, (onde $\varpi = b, c, a, e, d$); b : destrói uma coisa barata; c : destrói uma coisa cara; a : morde alguém da família; e : faz xixi ou cocó dentro de casa o tempo todo; d : é muito desobediente. O que você acha que acontece com os ϕ que têm dono? (onde $\phi = d, g, f$); d : cão, g : gato; f : filhote. ab : existe alguma situação ou motivo pelo qual você abandonaria o seu animal? p : tem cães ou gatos?. Para tw/ϕ , 1 representou a opção de resposta “Abandona/Desaparecem” e 0 representou as respostas diferentes de “Abandona/Desaparecem”. Para ab e p , 1 representou a resposta “sim” e 0 a resposta “não”. Símbolos superimpostos ao redor da coordenada $\{-0.05, 0\}$: $tc0, tb0, ta0, td0$ e $te0$.

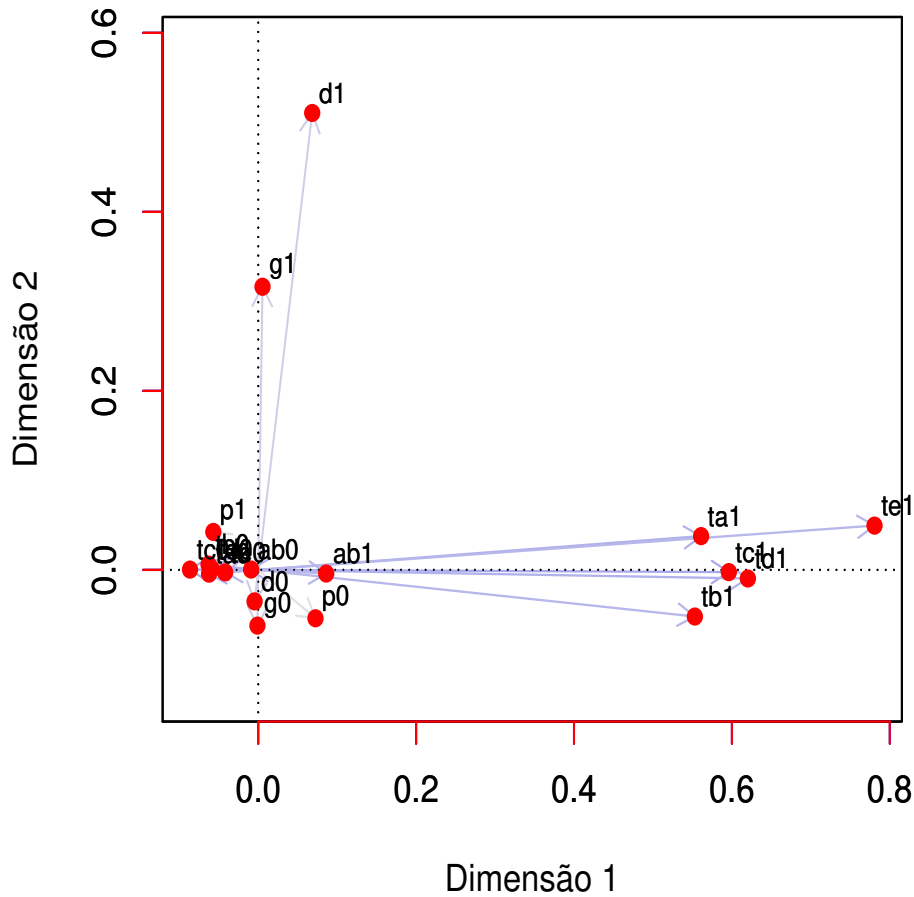


Tabela 3.5 - Decomposição da inércia total pelos eixos principais da Figura 3.2.

Dimensão	Inercia principal	%	% (acum)	scree plot
1	0.021769	61.3	61.3	*****
2	0.004505	12.7	74.0	*****
3	0.000288	0.8	74.8	
4	0.000000	0.0	74.8	
Total:	0.035505			

A inércia total foi estatisticamente significativa, com valores de p foram inferiores a

0.0001

3.5 DISCUSSÃO

Com base nas respostas coletadas identificaram-se perfis de opiniões públicas sobre o abandono, que servem com indicadores de manejo populacional.

Os perfis da resposta “O abandona” no grupo “Tolerância” ficaram agrupados, indicando assim que a tolerância frente a comportamentos problemáticos independe do tipo de comportamento. Isso sugere a existência do construto “Tolerância a comportamentos problemáticos”. Desde um ponto de vista prático, isso significa que a tolerância frente a comportamentos potencialmente problemáticos pode ser avaliada usando menos perguntas; por exemplo, as relativas à eliminação inapropriada e à destruição de itens de alto valor econômico (perguntas com maior inércia).

Apesar do menor desvio da hipótese da homogeneidade, a proximidade dos perfis do destino de cães e gatos indicou que o destino dos animais não está relacionado com a espécie. A existência de razões para abandonar os próprios animais apresentou um perfil próximo do centroide. No entanto, isso não descarta a associação entre as opiniões que os entrevistados têm do abandono praticado pelos outros e o abandono como pratica deles mesmos, pois a deseabilidade social pode criar um viés que subestima o abandono (Hsu, Severinghaus e Serpell, 2003; Saris e Gallhofer, 2007).

Hsu, Severinghaus e Serpell (2003) encontraram que os proprietários de cães ou que tiveram cães, referiram com mais frequência que sabiam de outras pessoas que tinham abandonando cães, em comparação com as pessoas que nunca tiveram. Uma possível explicação dada a esse achado foi que os entrevistados atribuíram a prática do abandono a outras pessoas. O perfil da presença de cães distanciou-se pouco do centroide, porém, o abandono como solução aos comportamentos problemáticos ou como destino dos animais, foi uma opinião mais frequente entre os entrevistados que não tinham animais. Se o anterior não for resultado apenas da variabilidade amostral, essa maior frequência pode refletir a menor tolerância frente aos animais por parte de quem não convive com animais ou uma tendência a negar o abandono por parte de quem tem animais. Adicionalmente, a diferença entre as opiniões de quem tem e não tem animais pode ser resultado de diferenças no conhecimento que se tem em relação ao abandono.

As percepções não podem ser observadas explicitamente e envolvem a psicologia dos pensamentos individuais (Er et al., 2012). Adicionalmente, as percepções são influenciadas pelos valores e requerem de emoções, sendo as emoções imediatas mais intensas do que as emoções prévias (Van Boven, White e Huber, 2009). As opiniões estão influenciadas tanto pela percepção do fenômeno em si quanto pela percepção das consequências de emitir uma dada opinião sobre o fenômeno. Assim, as opiniões que a comunidade tem em relação ao abandono, refletem o entendimento que se tem do mesmo, os valores referidos aos cães e aos gatos, o vínculo emocional que se tem com esses animais e a aceitabilidade social das opiniões frente ao abandono. A redução do abandono deve se refletir nas opiniões sobre o mesmo e nesse sentido, as opiniões da comunidade podem servir como indicadores de mudanças geradas pelos programas de manejo populacional.

3.6 CONCLUSÃO

A identificação de perfis de opiniões públicas sobre o abandono contribui ao entendimento do convívio entre pessoas e animais de companhia. Como as intervenções de manejo populacional devem se refletir na opinião pública, os perfis identificados neste estudo podem ser utilizados como indicadores das mudanças geradas pelas intervenções.

3.7 REFERÊNCIAS

- AMAKU, M.; DIAS, R.A.; FERREIRA, F. Dynamics and Control of Stray Dog Populations. **Mathematical Population Studies**, vol. 17, no. 2: pp. 69–78. 2010.
- CLUTTON-BROCK, J. Origins of the dog: domestication and early history. In: J. Serpell, ed., **The Domestic Dog, its evolution, behaviour and interaction with people.**, Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, chap. 2, pp. 7–19. 1995.
- ER, A.C.; MOORTHY, R.; LYNDON, N.; SELVADURAI, S.; CHONG, S.T.; ADAM, J.H. Perception of Local Community Towards Community-Based Ecotourism. **Advances in Natural and Applied Sciences**, vol. 6, no. 2: pp. 213–218. 2012.
- FERREIRA, F. **Avaliação do impacto das esterilizações e/ou sacrifício no controle de populações de cães através de um método matricial de crescimento populacional.** Livre docencia, Sao Paulo. 2010.
- GREENACRE, M. **Correspondence analysis in practice.** Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, second edi ed. 2007, 280 pp.
- HSU, Y.; SEVERINGHAUS, L.; SERPELL, J. Dog keeping in Taiwan: its contribution to the problem of free-roaming dogs. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 6, no. 1: pp. 1–23. 2003.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010 - Agregado por setores censitário do universo.** Tech. rep., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010.
- NENADIC, O.; GREENACRE, M. Correspondence analysis in R, with two-and three-dimensional graphics: The ca package. **Journal of Statistical Software**, vol. 20, no. 3: pp. 1–13. 2007.
- NEW, J.; SALMAN, M.D.; KING, M.; SCARLETT, J.; KASS, P.; HUTCHISON, J. Characteristics of Shelter-Relinquished Animals and Their Owners Compared With Animals and Their Owners in U.S. Pet-Owning Households. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 3, no. 3: pp. 179–201. 2000.
- PREVIDE, E.P.; P, V. EFFECT OF ABANDONMENT ON ATTACHMENT BEHAVIOR OF ADULT PET DOGS. **Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research**, vol. 2, no. 3: pp. 87–88. 2007.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** 2015.
- SARIS, W.E.; GALLHOFER, I.N. **Design, evaluation, and analysis of questionnaires for survey research.** Wiley-Interscience, New Jersey. 2007, 548 pp.
- VAN BOVEN, L.; WHITE, K.; HUBER, M. Immediacy bias in emotion perception: current emotions seem more intense than previous emotions. **Journal of experimental psychology General**, vol. 138, no. 3: pp. 368–82. 2009.

VALIDADE DE UM DESENHO AMOSTRAL COMPLEXO PARA ESTIMAR O TOTAL DE CÃES DOMICILIADOS

4.1 RESUMO

Nesta pesquisa foi avaliada a validade das estimativas do tamanho populacional de cães domiciliados, geradas com amostras por conglomerados em dois estágios. As unidades primárias de amostragem (setores censitários) foram selecionadas com probabilidade proporcional ao tamanho e com reposição, e as unidades secundárias de amostragem (domicílios) foram selecionadas por amostragem aleatória simples. As amostras foram obtidas de municípios hipotéticos, simulados a partir de dados observados. No total criaram-se nove municípios que variaram no tamanho (número de setores censitários) e na variabilidade do total de cães por setor censitário. Especificamente, avaliou-se a validade em termos do viés e do erro, e as estimativas foram geradas por composições amostrais calculadas e por composições amostrais predefinidas. Para calcular as composições amostrais foi usado um algoritmo que relaciona dados de uma amostra piloto, com uma estimativa de custo, uma especificação *a priori* do erro e uma especificação do nível de confiança requerido. Várias instâncias do algoritmo foram testadas. As composições amostrais predefinidas tiveram tamanhos próximos, mas não superiores a 1000 domicílios. Para cada tipo de composição amostral realizaram-se 500 amostras em cada um dos municípios hipotéticos e a distribuição das estimativas foi usada para avaliar a validade. A média das estimativas foi a medida do viés e os quantis 2.5% e 97.5% foram as medidas do erro. Nenhuma das composições amostrais gerou estimativas enviesadas e excetuando uma das composições predefinidas em determinados cenários, o erro das estimativas foi de aproximadamente 5% a 12%. As composições amostrais calculadas representaram tamanhos amostrais elevados que podem ser proibitivos em termos operacionais. Uma das composições amostrais predefinidas, a “65 x 15” (65 setores censitários e 15 domicílios por setor censitário), gerou estimativas com precisão comparável à precisão das estimativas geradas por composições amostrais calculadas. Essa composição pode ser vista como o mínimo necessário para atingir erros próximos a 10%, inclusive nos cenários em que espera-se menor eficiência do desenho amostral avaliado.

Palavras-chave: Cão. Amostragem. Estimativa. Validade. Precisão. Manejo populacional.

4.2 INTRODUÇÃO

O conhecimento do tamanho populacional é necessário para realizar caracterizações demográficas, para estruturar programas de manejo populacional, e em relação às doenças, para calcular tanto medidas de ocorrência como a cobertura dos métodos de controle.

Matos e Alves (2002) estimaram o tamanho da população canina não domiciliada como igual a 5% da população domiciliada. Dada essa diferença de tamanhos, o pressuposto de que as populações humanas têm uma taxa de contato maior com a população canina domiciliada, e a influência que a população domiciliada tem sobre a não domiciliada (Ferreira2010 e capítulo 5), a priorização de intervenções voltadas à populações domiciliadas é conveniente desde o ponto de vista epidemiológico e do bem-estar animal.

Existem vários métodos para estimar o tamanho das populações caninas. Os desenhos amostrais para estimar parâmetros de populações humanas possuem características metodológicas que facilitam sua implementação e adaptação para estimar parâmetros de populações caninas domiciliadas. Os desenhos complexos - em especial as amostras por conglomerados em dois estágios - são amplamente usados porque não precisam quadros amostrais com todos os

elementos da população com a característica a ser estimada e principalmente, porque são mais econômicos devido a que o deslocamento para visitar as unidades amostrais é menor (Levy e Lemeshow, 2008).

Downes et al. (2013) fizeram uma revisão sistemática sobre métodos para estimar o tamanho de populações de gatos e cães domiciliados e concluíram que os principais tipos de viés eram: de seleção, de não resposta, de mensuração e temporais (períodos prolongados para coletar as informações). Entretanto, as fontes estatísticas de viés não foram avaliadas. Na mesma revisão encontraram que a escolha do método para gerar as estimativas pode levar a resultados diferentes, mesmo quando a população estudada procede do mesmo lugar e período. Dos estudos avaliados, apenas um proveu intervalos de confiança para as estimativas. Essa falta de medidas de precisão limita a utilidade das estimativas, pois não permite saber quão prováveis e em que medida as estimativas aproximam-se ao parâmetro real.

As amostras por conglomerados em dois estágios são uma opção para estimar o tamanho populacional canino. Porém, é preciso determinar as composições amostrais (número de unidades primárias de amostragem e número de unidades secundárias de amostragem) que geram estimativas com erros aceitáveis. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o erro e o viés de composições amostrais calculadas e de composições amostrais predefinidas.

4.3 MATERIAIS E MÉTODOS

4.3.1 Algoritmo para estimar a composição de amostras por conglomerados em dois estágios

O algoritmo proposto teve como base os procedimentos descritos por Levy e Lemeshow (2008) para calcular o tamanho e composição de amostras por conglomerados em dois estágios. Como mostrado na Figura 4.1, o algoritmo fundamentou-se em dados coletados em uma amostra piloto, a partir da qual se calculou o total de cães X_{ij} em cada domicílio j do setor censitário i . A variabilidade do número de cães entre setores censitários σ_{1x}^2 e entre domicílios σ_{2x}^2 foram dadas por

$$\sigma_{1x}^2 = \frac{\sum_{i=1}^M (X_i - \bar{X})^2}{M} \quad (4.1)$$

$$\sigma_{2x}^2 = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^M \left(\frac{N_i}{N_i - 1}\right) \sum_{j=1}^{N_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 \quad (4.2)$$

onde M é o total de setores censitários no município, X_i o total de cães no setor censitário i , \bar{X} a média do total de cães por setor censitário, N o total de domicílios no município, N_i o total de domicílios no setor censitário i , X_{ij} o total de cães no domicílio j do setor censitário i e \bar{X}_i o número médio de cães por domicílio no setor censitário i .

O coeficiente de correlação dentro dos conglomerados δ_x mediu a homogeneidade dos domicílios dentro dos setores censitários

$$\delta_x = \frac{[M/(M-1)]\sigma_{1x}^2 - \bar{N}\sigma_{2x}^2}{[M/(M-1)]\sigma_{1x}^2 + \bar{N}(\bar{N}-1)\sigma_{2x}^2} \quad (4.3)$$

e esse coeficiente junto com uma função de custo, determinou o número de domicílios a serem amostrados em cada setor censitário \bar{n} . A função de custo relacionou o custo de visitar um setor censitário $C1$ com o custo de realização de uma entrevista $C2$.

$$\bar{n} = \left[\left(\frac{C1}{C2} \right) \left(\frac{1 - \delta_x}{\delta_x} \right) \right]^{1/2} \quad (4.4)$$

$$\bar{n} = \begin{cases} \bar{n} & \text{se } \bar{n} > 15 \\ 15 & \text{se } \bar{n} \leq 15 \end{cases} \quad (4.5)$$

Para calcular o número de setores censitários a serem amostrados m , foi usado um nível de confiança de 95% com base em uma distribuição normal padronizada $z_{1-\alpha/2}^2$, um erro ϵ de 10% e a estimativa do total de cães obtida da amostra piloto \widehat{X}^* .

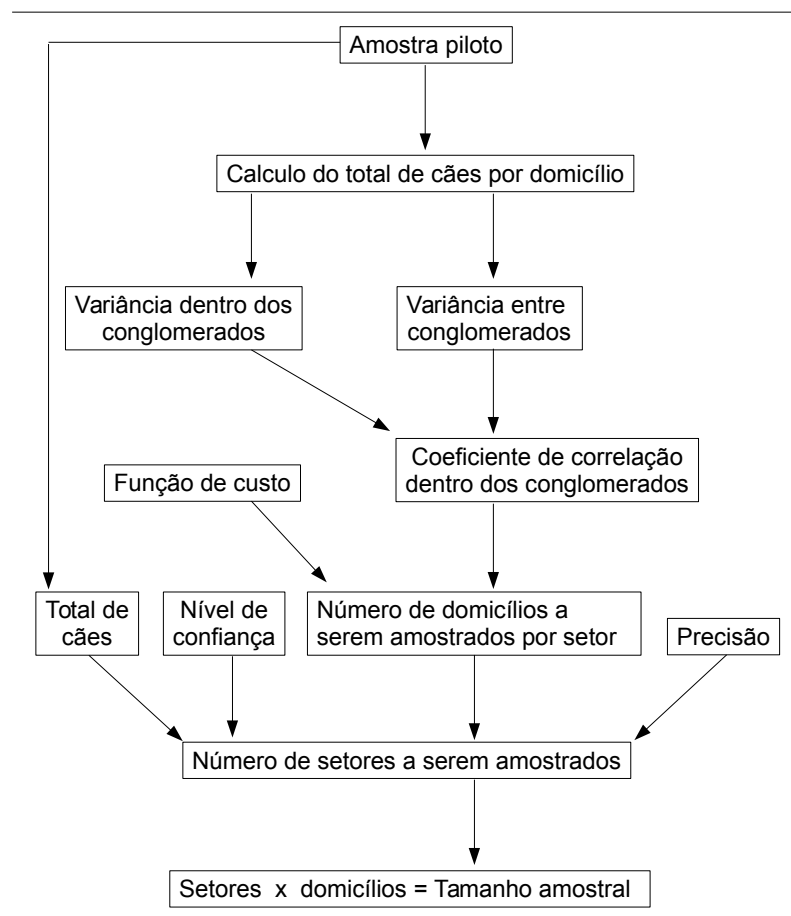
$$\widehat{X}^* = \frac{N}{n^*} \sum_{i=1}^{m^*} x_i^* \quad (4.6)$$

$$m = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \sum_{i=1}^{m^*} \left(\frac{Nx_i}{n^*} - \widehat{X}^* \right)^2}{\epsilon^2 (\widehat{X}^*)^2 (m^* - 1)} \quad (4.7)$$

$$m = \begin{cases} m & \text{se } m < \text{setores no município} \\ \text{setores no município} & \text{se } m \geq \text{setores no município} \end{cases} \quad (4.8)$$

onde \bar{n}^* é o número médio de domicílios por setor censitário na amostra piloto, n^* é o número de domicílios na amostra piloto, x_i^* é o total de cães nos domicílios visitados no setor censitário i da amostra piloto e m^* é o número de setores censitários na amostra piloto.

Figura 4.1 - Algoritmo para definir a composição de amostras por conglomerados em dois estágios.



4.3.2 Simulação de municípios para avaliar a validade das estimativas do total de cães, produzidas por diferentes composições amostrais

Para testar a validade das estimativas do total de cães, produzidas por diferentes composições amostrais, foram simulados três conjuntos de municípios, procurando representar cenários favoráveis e desfavoráveis para a implementação do desenho amostral (Figura 4.4). No primeiro conjunto, cada município foi homogêneo ou com pouca variabilidade no total cães por setor censitário; no terceiro, cada município foi heterogêneo ou com variabilidade elevada; e no segundo, a heterogeneidade foi intermediária em relação aos outros dois conjuntos de dados. Cada conjunto teve 3 municípios de tamanhos diferentes. A construção dos municípios foi baseada na distribuição do número de domicílios por setor censitário na área urbana de Votorantim, SP ¹ e na distribuição do número de cães por domicílio da mesma área ².

A simulação de cada município foi da seguinte maneira:

1. Ajuste de uma distribuição cumulativa empírica à distribuição observada de domicílios por setor censitário (Figura 4.2).
2. Seleção aleatória uniforme de um número (tamanho do município) de valores da distribuição cumulativa empírica ajustada.

¹Dados do censo de 2010 disponibilizados na página de internet do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

²Dados levantados mediante inquérito de base populacional - capítulo 2.

Na simulação das populações caninas de cada município, os passos foram:

1. Ajuste por máxima verossimilhança de uma distribuição de Poisson à distribuição observada de cães por domicílio. A Figura 4.3 é um exemplo de uma população gerada (dados esperados) a partir do λ ajustado ($\lambda = 0.88$).
2. Nos municípios homogêneos, o número de cães em cada domicílio foi sorteado usando o λ ajustado.
3. Nos municípios com homogeneidade intermédia, criou-se uma sequência equidistante λ_i , $i = \{0.5, \dots, 1.5\}$, com tantos valores como domicílios no município. O número de cães no domicílio i , foi dado pelo λ_i .
4. Nos municípios heterogêneos, criou-se uma sequência equidistante λ_i , $i = \{0.3, \dots, 2\}$, com tantos valores como domicílios no município. O número de cães no domicílio i , foi dado pelo λ_i .

Figura 4.2 - Distribuição cumulativa empírica do número de setores censitários em Votorantim, SP, 2010.

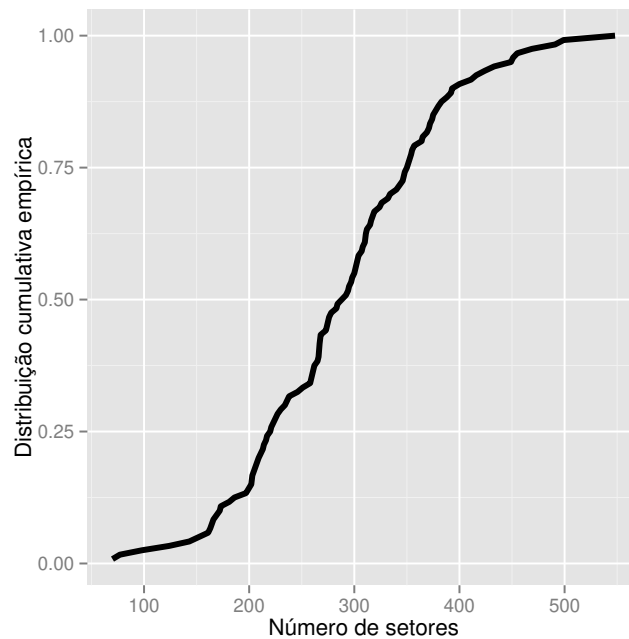


Figura 4.3 - Valores observados e esperados do número de cães por domicílio em Votorantim, SP, 2011. Distribuição de Poisson ajustada por máxima verossimilhança.

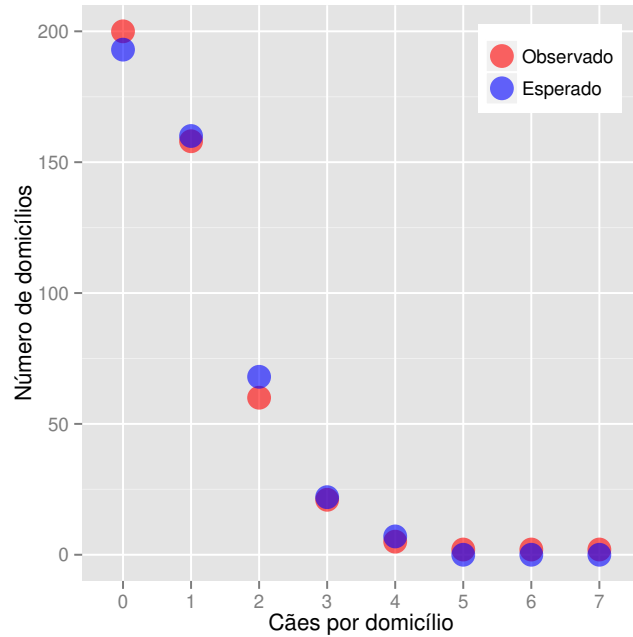
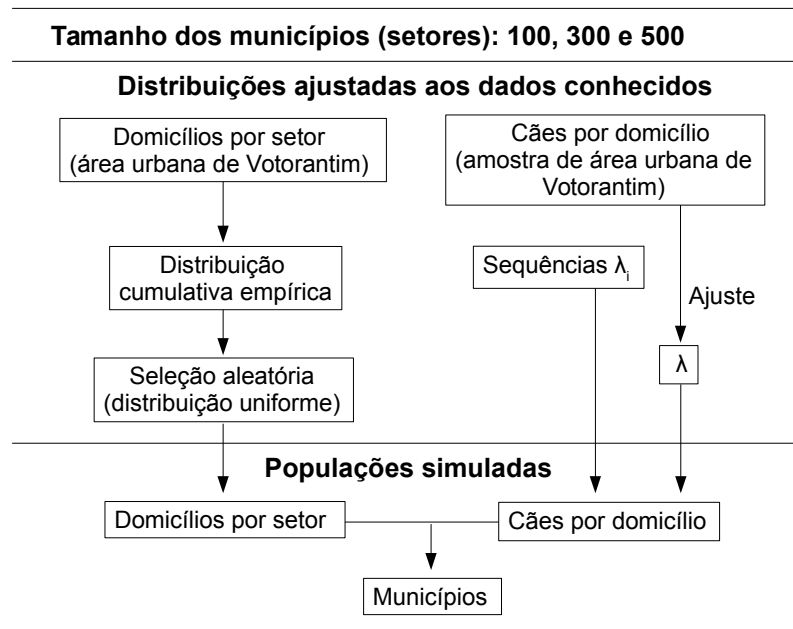


Figura 4.4 - Simulação de municípios homogêneos e heterogêneos em relação ao total de cães por setor censitário. λ : parâmetro da distribuição de Poisson.



4.3.3 Validade das estimativas geradas por diferentes composições amostrais

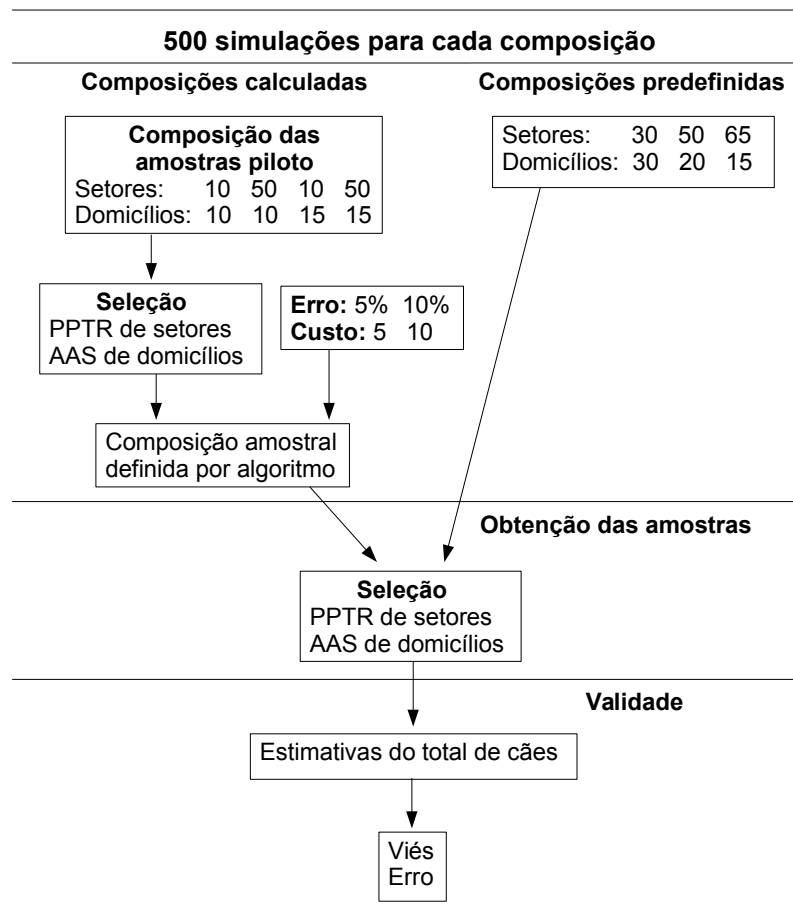
O processo de estimação foi simulado 500 vezes em 16 cenários que determinaram a composição amostral, e em quatro composições amostrais predefinidas (Figura 4.5). Os cenários variaram entre si em relação à composição da amostra piloto, à função de custo e ao erro ϵ .

A estimativa do total de cães foi dada por:

$$\hat{X} = \frac{N}{n} \sum_{i=1}^m x_i \quad (4.9)$$

onde n é o número de domicílios na amostra, x_i é o total de cães nos domicílios visitados no setor censitário i da amostra e m é o número de setores censitários na amostra. O viés foi igual a $(\hat{X} - X)/X$, sendo X o tamanho real da população. O erro foi expresso em termos dos quantis 2.5% e 97.5% da distribuição dos vieses.

Figura 4.5 - Avaliação da validade das estimativas do total de cães, produzidas por diferentes composições amostrais.



4.3.4 Softwares utilizados

As análises foram feitas no software R (R Core Team, 2015), usando os pacotes dplyr 0.4.2 (Wickham e Francois, 2015), foreach 1.4.2 (Revolution Analytics e Weston, 2014), doMC 1.3.3 (Revolution Analytics, 2014) e ggplot2 1.0.1 (Wickham, 2009).

4.4 RESULTADOS

O tamanho populacional canino foi semelhante entre os municípios com o mesmo número de setores censitários e a variabilidade do total de cães por setor censitário foi semelhante entre os municípios criados para ter o mesmo tipo de heterogeneidade (baixa, média ou alta) (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - População canina nos municípios simulados.

Setores no município	Total de cães	Variabilidade do total de cães por setor	Classificação da variabilidade
100	25006	6420	Baixa
100	27861	15138	Média
100	31945	31037	Alta
300	75772	6676	Baixa
300	85815	16706	Média
300	98749	34430	Alta
500	126124	6013	Baixa
500	143835	14659	Média
500	165642	30739	Alta

Para as estimativas geradas por composições amostrais definidas pelo algoritmo, as médias das distribuições dos vieses foram próximas de zero em todos os cenários e não houveram desvios sistemáticos (Figura 4.6). No caso dos erros, o valor foi sistematicamente maior para os municípios mais heterogêneos e não houve variações sistemáticas relacionadas com os cenários que determinaram as composições amostrais (Figura 4.6).

Todas as composições amostrais calculadas tiveram um número de domicílios por setor censitário igual a 15 (Figura 4.7). Nos cenários em que o cálculo foi baseado em um erro de 5%, o número de setores censitários foi igual ao número de setores censitários existentes no município. Nos cenários baseados em um erro de 10%, esse número foi igual (para os municípios com até 100 setores censitários) ou próximo do número de setores censitários no município (Figura 4.8).

Para os tamanhos amostrais predefinidos, as médias das distribuições dos vieses foram próximas de zero em todos os cenários e não houveram desvios sistemáticos (Figura 4.9). Os erros foram semelhantes nos municípios homogêneos. Por outro lado, nos municípios heterogêneos, os maiores erros foram os produzidos pela composição amostral “30 x 30” e os menores erros tenderam a ser os produzidos pela composição “65 x 15”.

Figura 4.8 - Número de setores censitários nas amostras com composição definida pelo algoritmo, para municípios de diferente tamanho (100, 200, e 300 setores censitários) e com diferente variabilidade do total de cães por setor (VS: baixa, média, alta). Cenários (instâncias do algoritmo) com 5 setores no piloto: {e,f,g,h,m,n,o,p}; 10 setores no piloto: {a,b,c,d,i,j,k,l}; 5 domicílios por setor no piloto: {c,d,g,h,k,l,o,p}; 10 domicílios por setor no piloto: {a,b,e,f,i,j,m,n}; custo = 5: {b,d,f,h,j,l,n,p}; custo = 10: {a,c,e,g,i,k,m,n,o}; erro = 5%: {a,b,c,d,e,f,g,h}; erro = 10%: {i,j,k,l,m,n,o,p}.

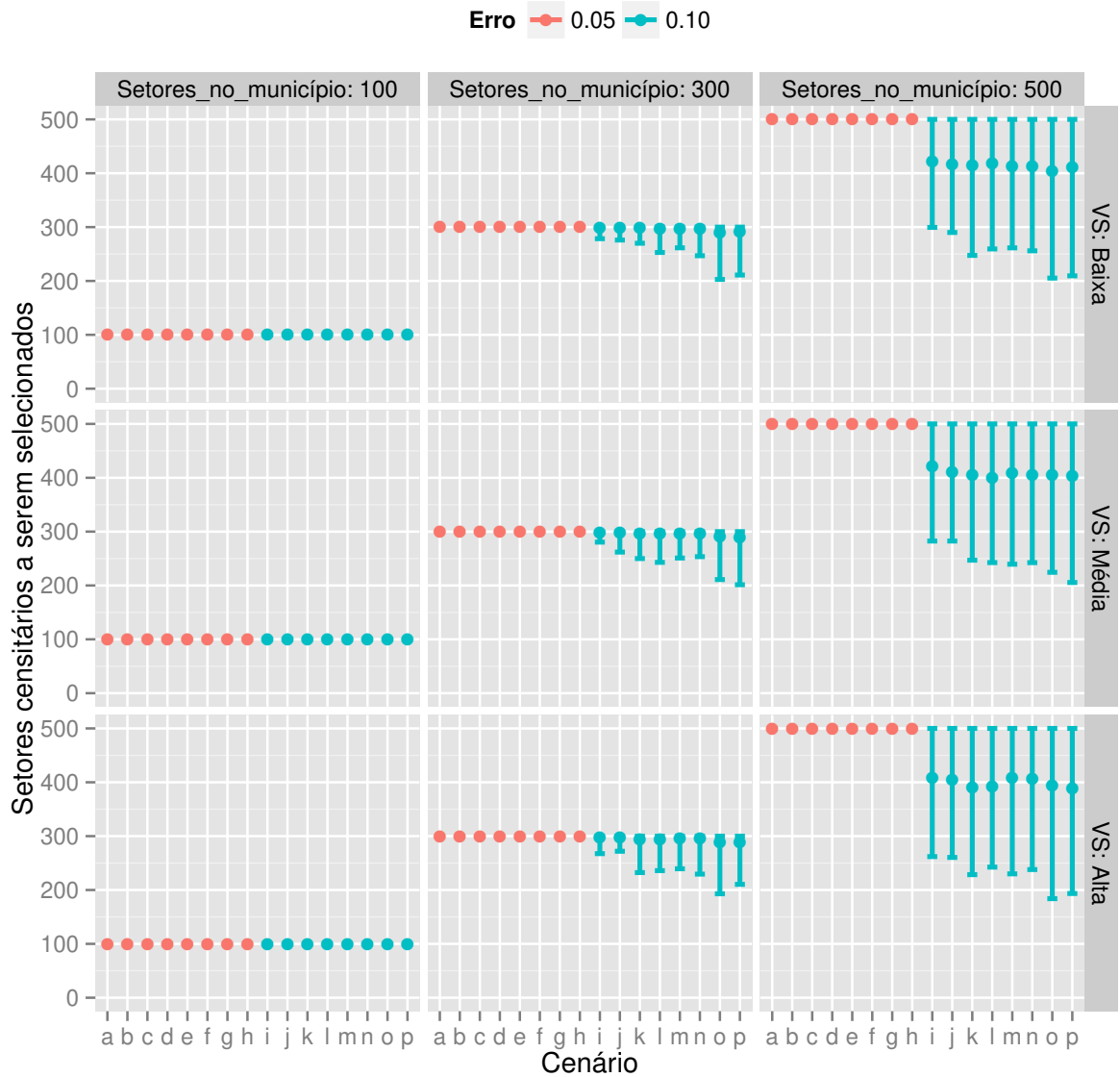
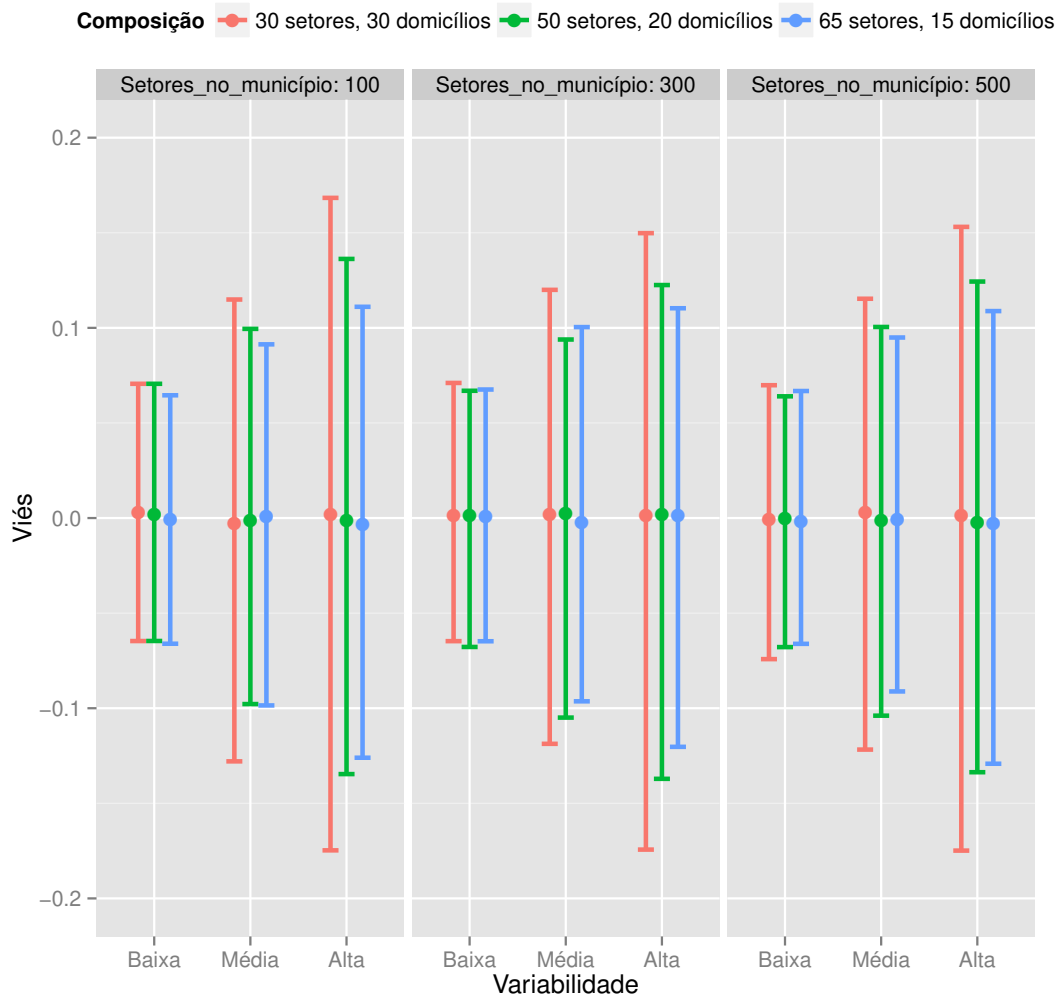


Figura 4.9 - Vieses das estimativas do tamanho populacional canino em municípios de diferente tamanho (100, 200, e 300 setores censitários) e com diferente variabilidade do total de cães por setor (baixa, média, alta). As estimativas foram geradas por amostras de composição predefinida.



4.5 DISCUSSÃO

As simulações realizadas permitiram avaliar o viés e o erro das estimativas geradas tanto por amostras com composição calculada como por amostras com composição predefinida. Em ambos os casos, as estimativas caracterizaram-se por ausência de viés, e excetuando cenários específicos relacionados com uma das composições amostrais predefinidas, por erros de aproximadamente 5% a 12%.

O número de domicílios por setor censitário foi simulado a partir da distribuição dos mesmos observada em Votorantim, para que os municípios criados fossem semelhantes a municípios reais. As populações caninas nos municípios criados também foram simuladas com base em dados observados em Votorantim, pela mesma razão. Embora os municípios reais variem no tamanho dos setores e no número de cães por domicílio, pressupôs-se que a magnitude dessas variações não tem impactos sistemáticos na validade das estimativas. Por outro lado, sabe-se que a heterogeneidade das unidades primárias de amostragem, em termos do parâmetro a ser estimado, tem influência no erro das estimativas (Levy e Lemeshow, 2008) e esta foi a razão de ter criado municípios com diferente heterogeneidade.

Nas composições amostrais calculadas, o número de domicílios a serem amostrados por setor censitário estava entre 2 e 5 na maioria dos casos, de acordo com a Equação 4.4. Na prática, números tão pequenos são problemáticos porque raramente é possível realizar a entrevista em todos os domicílios selecionados e conseqüentemente, esse número seria ainda menor ou igual a 0. A Equação 4.5 foi a forma de garantir um número mínimo de domicílios a serem amostrados e explica por que todas as composições calculadas resultaram em 15 domicílios por setor censitário amostrado. Na maioria das simulações, o número de setores censitários a serem amostrados foi superior ao número de setores censitários existentes no município, de acordo com a Equação 4.7. Para corrigir tal situação foi incluída a Equação 4.8 e isso explica por que a maioria das composições calculadas resultaram em um número de setores censitários igual ao número de setores censitários existentes no município.

As restrições impostas no número mínimo de domicílios e no número máximo de setores censitários, fez com que as composições amostrais calculadas não dependessem da composição da amostra piloto, nem do custo especificado no algoritmo. Apenas observou-se um pequeno efeito do erro especificado no algoritmo, sobre o número de setores censitários amostrados nos municípios com mais de 100 setores censitários. As amostras com a mesma composição não variaram sistematicamente em termos do erro das estimativas que geraram. Nos municípios com mais de 100 setores censitários, as diferenças na composição amostral devidas à especificação do erro no algoritmo, não foram suficientes para gerar variações sistemáticas nos erros das estimativas resultantes.

Existem desenhos amostrais cuja composição é predefinida de acordo com a experiência acumulada ao implementar repetidas vezes o desenho. Por exemplo, o desenho amostral usado pelo Programa Expandido de Imunização da OMS, definiu, após anos de implementação, a composição amostral conhecida como “30 x 7” (30 conglomerados e 7 crianças dentro de cada conglomerado) (Henderson e Sundaresan, 1982). Acredita-se que a maioria dos municípios brasileiros têm a capacidade operacional para realizar pelo menos 1000 entrevistas e por conseguinte, decidiu-se avaliar a validade de composições amostrais predefinidas com tamanho total próximo, mas não superior a 1000. Os erros das estimativas geradas pela composição “65 x 15” foram superiores por aproximadamente 2 pontos percentis, em comparação com os erros das estimativas geradas por composições amostrais calculadas. Essa perda da precisão pode ser considerada aceitável dada a redução no tamanho amostral, que por um lado diminui os custos e, por outro lado, evita os procedimentos para calcular a composição amostral.

A precisão das estimativas diminuiu com o aumento da heterogeneidade dos municípios. No caso das composições amostradas calculadas e da composição amostral “65 x 15”, os maiores erros foram próximos a 10% e aconteceram nos municípios mais heterogêneos.

Considerando como aceitáveis os erros das estimativas geradas pela composição “65 x 15” e a ausência de vieses dessas estimativas, as fontes estatísticas de viés não devem ser uma preocupação. Entretanto, outros tipos de viés como os de seleção e de informação devem ser reduzidos ao máximo para não comprometer as estimativas (Downes et al., 2013).

A implementação de um desenho amostral complexo em um município com menos de 100 setores censitários implicaria a visita da maioria dos setores censitários existentes. Nessas condições, um desenho amostral simples não seria substancialmente mais complicado em termos operacionais e por tanto não simularam-se municípios menores.

O erro das estimativas não variou sistematicamente com o tamanho dos municípios. Ao incluir municípios simulados com mais de 500 setores censitários também não se evidenciou nenhuma relação entre a magnitude do erro e o tamanho do município, e portanto esses municípios não foram apresentados nesta pesquisa. A única diferença foi que nas composições amostrais calculadas, a fração amostral de setores censitários diminuiu, mas isso não representou erros consideravelmente menores, em comparação com a composição amostral “65 x

15”.

A composição amostral “65 x 15” e até a “50 x 20”, podem ser vistas como o mínimo necessário para atingir estimativas do tamanho populacional canino, com erros próximos a 10%. No entanto, para outros parâmetros como número de animais em uma categoria específica de idade e sexo, essas composições podem resultar em erros maiores, já que o tamanho amostral dessa categoria seria menor. Assim, é conveniente implementar composições amostrais maiores (especialmente em termos do número de setores censitários), na medida em que a capacidade operacional o permita.

4.6 CONCLUSÃO

As composições amostrais calculadas e as composições “65 x 15” e “50 x 20” geraram estimativas não enviesadas e com erros de aproximadamente 5% a 12%. O algoritmo avaliado não foi sensível à composição do piloto nem a especificação do custo, e embora o erro especificado *a priori* tenha influenciado a composição amostral calculada em alguns cenários, isso não gerou variações consideráveis no erro final das estimativas. As composições amostrais calculadas representaram tamanhos amostrais elevados que podem ser proibitivos em termos operacionais. A composição amostral “65 x 15” equivale a uma amostra com menos de 1000 domicílios e gerou estimativas com precisão comparável à precisão das estimativas geradas por composições amostrais calculadas. Essa composição pode ser vista como o mínimo necessário para atingir erros próximos a 10%, inclusive nos cenários em que espera-se menor eficiência do desenho amostral avaliado. Se a capacidade operacional o permitir, recomenda-se implementar composições amostrais maiores (especialmente com mais setores censitários). Tal recomendação visa melhorar as estimativas de outros parâmetros, como o número de animais em uma categoria específica de idade e sexo.

4.7 REFERÊNCIAS

DOWNES, M.J.; DEAN, R.S.; STAVISKY, J.H.; ADAMS, V.J.; GRINDLAY, D.J.C.; BRENNAN, M.L. Methods used to estimate the size of the owned cat and dog population: a systematic review. **BMC veterinary research**, vol. 9, no. 1: p. 121. 2013.

HENDERSON, R.H.; SUNDARESAN, T. Cluster sampling to assess immunization coverage: a review of experience with a simplified sampling method. **Bulletin of the World Health Organization**, vol. 60, no. 2: pp. 253–60. 1982.

LEVY, P.; LEMESHOW, S. **Sampling of populations: Methods and applications**. John Wiley and Sons, Inc, 2 ed. 2008, 576 pp.

MATOS, M.; ALVES, M. São Paulo Pasteur Institute Technique for estimating a canine population. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 18, no. 5: pp. 1423–1428. 2002.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2015.

REVOLUTION ANALYTICS. doMC: Foreach parallel adaptor for the multicore package. 2014.

REVOLUTION ANALYTICS; WESTON, S. foreach: Foreach looping construct for R. 2014.

WICKHAM, H. **ggplot2: elegant graphics for data analysis**. Springer, New York. 2009.

WICKHAM, H.; FRANCOIS, R. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. 2015.

DEFINIÇÃO DE PRIORIDADES PARA O MANEJO POPULACIONAL CANINO POR MEIO DE UM MODELO MATEMÁTICO

5.1 RESUMO

A dinâmica populacional canina foi simulada usando um modelo matemático e a influência dos parâmetros do modelo foi determinada por meio de análises de sensibilidade. Na população domiciliada, as influências da imigração, do abandono e dos nascimentos foram, respectivamente, 19%, 16% e 6% da influência da capacidade de suporte (o parâmetro mais influente). Na população domiciliada esterilizada, as influências do abandono e da esterilização de fêmeas e da esterilização de machos foram 37%, 30% e 27% da influência da capacidade de suporte. Na população não domiciliada, as influências do abandono, da capacidade de suporte da população domiciliada e da adoção foram 10%, 9% e 6% da influência da capacidade de suporte. Na população não domiciliada esterilizada, as influências dos nascimentos, da esterilização de fêmeas e da esterilização de machos foram 45%, 15% e 13% da influência da capacidade de suporte. A influência de outros parâmetros foi inferior. A modificação da capacidade de suporte requer intervenções diferentes para as populações domiciliada e não domiciliada. O controle do comércio é uma forma de diminuir a imigração. A avaliação dos efeitos da esterilização deve se focar nas variações na fração populacional infértil. A adoção pode melhorar os efeitos da redução na capacidade de suporte na população não domiciliada.

Palavras-chave: Cão; Dinâmica populacional. Manejo populacional. Modelagem matemática. Análises de sensibilidade. Bem-estar animal.

5.2 INTRODUÇÃO

O manejo populacional canino objetiva modificações em determinantes da dinâmica populacional (diminuição de nascimentos indesejados e do abandono, aumento na cobertura de tratamentos profiláticos, controle das imigrações) para promover a saúde e bem-estar tanto dos cães quanto das pessoas (Garcia, Calderón e Ferreira, 2012). Entretanto, esses determinantes interagem de forma complexa e as modificações em um dado determinante podem ser intensificadas, diminuídas ou anuladas por alterações em outros determinantes. Adicionalmente, um dado objetivo (ex. a redução no tamanho populacional de cães não domiciliados) é usualmente favorecido pela modificação de mais de um determinante e a limitação de recursos pode impedir intervenções com a abrangência e a magnitude ideal. Portanto, surge a necessidade de priorizar a modificação dos determinantes mais influentes.

Os modelos matemáticos da dinâmica de cães domiciliados têm considerado o recrutamento de animais procedentes da própria população (nascimentos) (Di Nardo et al., 2007; Amaku, Dias e Ferreira, 2009) ou de fontes externas como a adoção e a compra de animais (Amaku, Dias e Ferreira, 2009). Em populações não domiciliadas, o abandono tem sido considerado uma fonte de recrutamento (Amaku, Dias e Ferreira, 2010). A modelagem conjunta de populações de cães domiciliados e não domiciliados tem permitido a avaliação do efeito do fluxo de animais (abandono e adoção) na dinâmica das duas populações (Ferreira, 2010; Frank, 2004). Todos esses modelos sugerem que a esterilização tem o potencial de reduzir o tamanho populacional, porém, o recrutamento de fontes externas pode diminuir o efeito da esterilização (Amaku, Dias e Ferreira, 2009, 2010).

A imigração de cães como fonte de reposição, pode manter as populações domiciliadas em equilíbrio (Nassar e Fluke, 1991) ou em um estado próximo do equilíbrio. Entretanto, não é claro até que ponto essa reposição de cães domiciliados pode modificar o efeito de outros

determinantes da dinâmica populacional e também desconhece-se o efeito da reposição de cães domiciliados na dinâmica populacional de cães não domiciliados.

A modelagem da dinâmica considerando tanto as populações domiciliadas e não domiciliadas e vendo a imigração como uma fonte diferente a essas duas, permitiria aproximar-se mais à dinâmica real das populações caninas. No entanto, a ausência de estimativas para alguns dos parâmetros necessários é um fator que pode comprometer as conclusões da modelagem matemática. Frente à falta de estimativas, uma prática comum tem sido o uso de dados hipotéticos ou *proxies* para variáveis como o abandono, a imigração e as características demográficas dos cães não domiciliados (Frank, 2004; Di Nardo et al., 2007; Amaku, Dias e Ferreira, 2009, 2010; Ferreira, 2010).

As análises de sensibilidade permitem avaliar quão influentes são os parâmetros do modelo (Hamby, 1994), levando a duas interpretações dos resultados; 1: os parâmetros mais influentes devem ser estimados com acurácia e precisão; e 2: quanto maior a influência de um parâmetro, maior o efeito das intervenções focadas no parâmetro.

Os modelos logísticos incluem um termo que restringe o valor máximo da variável “modelada”. Quando essa variável é o tamanho de uma população em um dado ambiente, esse termo é conhecido como capacidade de suporte e é interpretado como o tamanho populacional máximo que o ambiente pode suportar. No contexto da ecologia populacional, os modelos logísticos representam o efeito da densidade populacional nas taxas vitais; é uma representação da competição intraespecífica por recursos limitados. No contexto do manejo populacional canino, pode se pensar nas ações humanas como variáveis latentes que regulam a densidade populacional e as taxas vitais. Por exemplo, o número de cães que os residentes dos domicílios decidem ter, é uma ação humana que regula o tamanho populacional. De forma semelhante, o controle reprodutivo é uma ação humana que regula as taxas de natalidade, e a quantidade de comida e de abrigos oferecidos aos cães não domiciliados, e uma limitante de recursos imposta por ações humanas. Assim, nos modelos logísticos de manejo populacional canino, o efeito formulado da densidade populacional sobre as taxas vitais pode ser visto como uma simplificação que dá conta dos efeitos das variáveis latentes.

Com o intuito de melhorar a compreensão da dinâmica populacional canina e facilitar a avaliação das intervenções de manejo populacional, foi desenvolvido um modelo de crescimento logístico baseado em um sistema acoplado de equações diferenciais. Foram avaliados conjuntamente os efeitos da imigração à população de cães domiciliados, do abandono, da esterilização e da adoção, na dinâmica de cães domiciliados e não domiciliados, com estrutura de sexos. Mediante análises de sensibilidade, foi determinada a influência dos parâmetros e, conseqüentemente, o efeito das intervenções direcionadas a esses parâmetros.

5.3 MATERIAIS E MÉTODOS

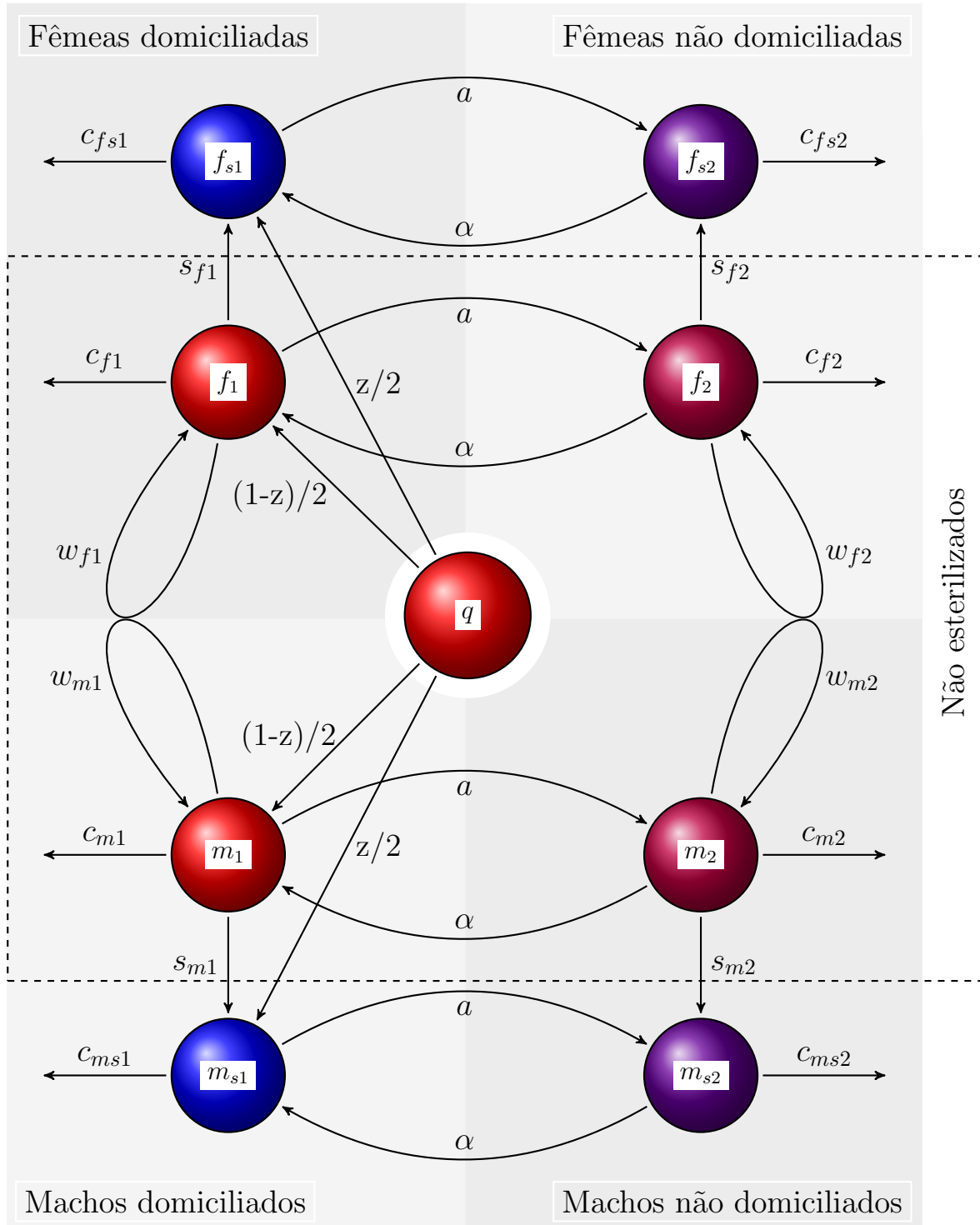
Para modelar a dinâmica populacional canina foi usado um sistema acoplado de equações diferenciais ordinárias que representaram compartimentos determinados pelo sexo, o estado reprodutivo (esterilização) e tipo de restrição (domiciliado ou não domiciliado) (Figura 5.1).

5.3.1 Pressupostos do modelo

- Em cada cenário simulado, todas as taxas são constantes.
- O crescimento populacional é densidade-dependente: na população domiciliada a função de natalidade depende da densidade, e na população não domiciliada a taxa de mortalidade é que depende da densidade.
- Todos os animais nascem férteis.

- Os animais esterilizados não recuperam a fertilidade.
- Os imigrantes procedem do comércio de cães ou de populações externas (o abandono e a adoção não são considerados como processos migratórios).

Figura 5.1 - Modelo compartimental da dinâmica populacional canina. q : imigrantes; f : fêmeas inteiras; m : machos inteiros; fs : fêmeas esterilizadas; ms : machos esterilizados; 1: domiciliados; 2: não domiciliados; z : proporção de imigrantes esterilizados; w : função de fertilidade; c : função de mortalidade; a : taxa de abandono; α : taxa de adoção; s : taxa de esterilização.



5.3.2 Sistema de equações

Seguindo a notação introduzida na Figura 5.1, sejam

$$n_1 = f_1 + f_{s1} + m_1 + m_{s1}, \quad (5.1)$$

$$n_2 = f_2 + f_{s2} + m_2 + m_{s2} \quad \text{e} \quad (5.2)$$

$$n = n_1 + n_2, \quad (5.3)$$

o total de cães domiciliados, o total de cães não domiciliados e o total de cães, respectivamente. Os cães comunitários e os abandonados são considerados como não domiciliados (Slater, 2001).

Fêmeas domiciliadas

Sejam h o tamanho médio do harém, b_1 o número de nascimentos e $d_{f_1} = df_{s1}$ a taxa de mortalidade. A função de fertilidade foi calculada com base na equação usada por Ferreira (2010) e apresentada na equação 5.4. A função foi modificada introduzindo a densidade-dependência, de tal forma que a nova função de fertilidade foi dada pela equação 5.5,

$$y_{f_1} = \frac{b_1}{2f_1} = \frac{x_1 m_1}{m_1 + f_1 h^{-1}} \quad (5.4)$$

$$w_{f_1} = y_{f_1} - (y_{f_1} - d_{f_1}) \frac{n_1}{k_1} \quad (5.5)$$

onde x_1 é o número de nascimentos por harém, calculado a partir da segunda igualdade da equação 5.4.

A função de mortalidade foi igual à taxa de mortalidade

$$c_{f_1} = d_{f_1}. \quad (5.6)$$

A taxa de imigração foi equivalente a uma fração v da capacidade de suporte da população domiciliada e uma fração z dos imigrantes estava esterilizada. Supondo que a razão macho/fêmea entre os imigrantes é 1, a imigração de fêmeas inteiras e esterilizadas foi dada por:

$$\frac{(1-z)q}{2} = \frac{(1-z)vk_1}{2} \quad \text{e} \quad (5.7)$$

$$\frac{zq}{2} = \frac{zvk_1}{2}. \quad (5.8)$$

A densidade-dependência também limitou as adoções α e a imigração de fêmeas inteiras e esterilizadas:

$$\frac{df_1}{dt} = (w_{f_1}(t) - c_{f_1} - s_{f_1} - a)f_1(t) + \left(\alpha f_2(t) + \left(\frac{(1-z)q}{2} \right) \right) \left(1 - \frac{n_1(t)}{k_1} \right) \quad \text{e} \quad (5.9)$$

$$\frac{df_{s1}}{dt} = -(c_{f1} + a)f_{s1}(t) + s_{f1}f_1(t) + \left(\alpha f_{s2}(t) + \left(\frac{zq}{2}\right)\right) \left(1 - \frac{n_1(t)}{k_1}\right). \quad (5.10)$$

Seguindo o raciocínio para construir as equações para as fêmeas domiciliadas, apresentam-se a continuação as equações para os machos domiciliados e para as fêmeas e os machos não domiciliados:

Machos domiciliados

$$y_{m1} = \frac{b_1}{2m_1} = \frac{x_1 f_1}{m_1 + f_1 h_1^{-1}} \quad (5.11)$$

$$w_{m1} = y_{m1} - (y_{m1} - d_{m1}) \frac{n_1}{k_1} \quad (5.12)$$

A função de mortalidade foi igual à taxa de mortalidade

$$c_{m1} = d_{m1}. \quad (5.13)$$

$$\frac{dm_1}{dt} = (w_{m1}(t) - c_{m1} - s_{m1} - a)m_1(t) + \left(\alpha m_2(t) + \left(\frac{(1-z)q}{2}\right)\right) \left(1 - \frac{n_1(t)}{k_1}\right) \quad (5.14)$$

$$\frac{dm_{s1}}{dt} = -(c_{m1} + a)m_{s1}(t) + s_{m1}m_1(t) + \left(\alpha m_{s2}(t) + \left(\frac{zq}{2}\right)\right) \left(1 - \frac{n_1(t)}{k_1}\right) \quad (5.15)$$

Na população não domiciliada a densidade-dependência modificou a mortalidade e o abandono a , e não há imigração.

Fêmeas não domiciliadas

$$w_{f2} = \frac{b_2}{2f_2} = \frac{x_2 m_2}{m_2 + f_2 h_2^{-1}} \quad (5.16)$$

$$c_{f2} = d_{f2} + (w_{f2} - d_{f2}) \frac{n_2}{k_2} \quad (5.17)$$

$$\frac{df_2}{dt} = (w_{f2}(t) - c_{f2}(t) - s_{f2} - \alpha)f_2(t) + af_1(t) \left(1 - \frac{n_2(t)}{k_2}\right) \quad (5.18)$$

$$\frac{df_{s2}}{dt} = -(c_{f2}(t) + \alpha)f_{s2}(t) + s_{f2}f_2(t) + af_{s1}(t) \left(1 - \frac{n_2(t)}{k_2}\right) \quad (5.19)$$

Machos não domiciliados

$$w_{m_2} = \frac{b_2}{2m_2} = \frac{x_2 f_2}{m_2 + f_2 h_2^{-1}} \quad (5.20)$$

$$c_{m_2} = d_{m_2} + (w_{m_2} - d_{m_2}) \frac{n_2}{k_2} \quad (5.21)$$

$$\frac{dm_2}{dt} = (w_{m_2}(t) - c_{m_2}(t) - s_{m_2} - \alpha)m_2(t) + am_1(t) \left(1 - \frac{n_2(t)}{k_2}\right) \quad (5.22)$$

$$\frac{dm_{s2}}{dt} = -(c_{m_2}(t) + \alpha)m_{s2}(t) + s_{m_2}m_2(t) + am_{s1}(t) \left(1 - \frac{n_2(t)}{k_2}\right) \quad (5.23)$$

As equações diferenciais foram solucionadas numericamente pelo método de Runge-Kutta de quarta ordem.

5.3.3 Estimativa de parâmetros

Os parâmetros para cães domiciliados foram obtidos de um inquérito populacional na área urbana de Votorantim, SP (capítulo 2), da literatura ou da opinião de expertos. Os parâmetros para cães não domiciliados foram definidos com base na opinião de expertos e a partir da literatura. O tamanho da população não domiciliada foi estimado como 5% da população domiciliada (Matos e Alves, 2002). Mantendo-se essa estimativa, a população não domiciliada foi dividida considerando uma razão de sexos igual a 1; sendo que entre os machos e fêmeas, 5% e 10% estavam esterilizados, respectivamente. A quantidade de nascimentos na população não domiciliada correspondeu à taxa de natalidade (0.34 ano^{-1}) estimada por Amaku, Dias e Ferreira (2010). Pressupôs-se que as taxas de esterilização eram inferiores, em comparação com a população domiciliada. Foi considerado um sistema de acasalamentos poliândrico para a população não domiciliada.

A taxa de imigração de cães domiciliados foi equivalente a 20% da capacidade de suporte respectiva, e 10% dos imigrantes estavam esterilizados. Pressupôs-se que a imigração de cães não domiciliados era desprezível na dinâmica populacional simulada (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 - Descrição das condições iniciais e dos parâmetros do modelo

	Valor	Descrição	Referência
Condições iniciais			
f_1	11235	Fêmeas domiciliadas inteiras	capítulo 2
f_{s1}	3350	Fêmeas domiciliadas esterilizadas	capítulo 2
m_1	10483	Machos domiciliados inteiros	capítulo 2
m_{s1}	2137	Machos domiciliados esterilizados	capítulo 2
f_2	613	Fêmeas não domiciliadas inteiras	Matos e Alves (2002)
f_{s2}	68	Fêmeas não domiciliadas esterilizadas	Matos e Alves (2002)
m_2	647	Machos não domiciliados inteiros	Matos e Alves (2002)
m_{s2}	34	Machos não domiciliados esterilizados	Matos e Alves (2002)
Parâmetros			
b_1	1881	Nascimentos na população domiciliada	capítulo 2

continua na próxima página

continuação da página anterior

Parâmetro	Valor	Descrição	Referência
$d_{f_1} = d_{f_{s_1}}$	0.051	Taxa de mortalidade de fêmeas domiciliadas (year^{-1})	capítulo 2
$d_{m_1} = d_{m_{s_1}}$	0.066	Taxa de mortalidade de machos domiciliados (year^{-1})	capítulo 2
s_{f_1}	0.12*	Taxa de esterilização de fêmeas domiciliadas (year^{-1})	Modelado
s_{m_1}	0.08*	Taxa de esterilização de machos domiciliados (year^{-1})	Modelado
k_1	29965	Capacidade de suporte da população domiciliada	Modelado
h_1	1	Média de fêmeas por harém na população domiciliada	Ferreira (2010)
a	0.05 [†]	Taxa de abandono (year^{-1})	Modelado
v	0.20 [‡]	Taxa de imigração (Proportion of $k_1 \text{ year}^{-1}$)	Modelado
z	0.10	Proporção de imigrantes esterilizados	Modelado
b_2	463	Nascimentos na população não domiciliada	Amaku e col. (2010)
$d_{f_2} = d_{f_{s_2}}$	0.22	Taxa de mortalidade de fêmeas não domiciliadas (year^{-1})	Amaku e col. (2010)
$d_{m_2} = d_{m_{s_2}}$	0.22	Taxa de mortalidade de machos não domiciliados (year^{-1})	Amaku e col. (2010)
s_{f_2}	0.07*	Taxa de esterilização de fêmeas não domiciliadas (year^{-1})	Modelado
s_{m_2}	0.04*	Taxa de esterilização de machos não domiciliados (year^{-1})	Modelado
k_2	1498	Capacidade de suporte da população não domiciliada	Modelado
h_2	0.5	Média de fêmeas por harém na população não domiciliada	Modelado
α	0.05 [†]	Taxa de adoção (year^{-1})	Modelado

Na simulação de cenários foram usados os valores: * (0, 0.01, ..., 0.19 e 0.20);

[†] (0, 0.05 e 0.2) e [‡] (0 e 0.6).

5.3.4 Sensibilidade global

As análises de sensibilidade global são usadas para avaliar a contribuição dos parâmetros do modelo à variação dos resultados do modelo (Reichert e Kfinsch, 2001). Com essas análises é possível adicionar incertezas a todos os parâmetros e avaliar o efeito que as mesmas produzem conjuntamente na dinâmica populacional. Aqui, cada parâmetro foi perturbado simultaneamente num intervalo com limites inferior e superior iguais a 10% menos e 10% mais do que as estimativas pontuais (para a capacidade de suporte não foram considerados valores inferiores a essas estimativas). Foi usado o algoritmo do hipercubo latino (Soetaert e Petzoldt, 2010) para amostrar os parâmetros dos seus respectivos intervalos, em cada uma de 100 simulações da dinâmica populacional.

5.3.5 Sensibilidade local

As análises de sensibilidade local são usadas para avaliar a influência que cada parâmetro na sua estimativa pontual tem na dinâmica populacional [Reichert e Kfinsch \(2001\)](#). Foi definida uma matriz de sensibilidade ($n \times m$)

$$\mathbf{V} = \left. \frac{\partial \mathbf{N}(\boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\theta}^T} \right|_{\boldsymbol{\theta}=\boldsymbol{\theta}_0}$$

onde $\boldsymbol{\theta} = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m]^T$ é o vetor de parâmetros e $\mathbf{N}(\boldsymbol{\theta}) = [N_1(\boldsymbol{\theta}), N_2(\boldsymbol{\theta}), \dots, N_n(\boldsymbol{\theta})]^T$ o vetor com os tamanhos da população N nos tempos $1, 2, \dots, n$. Para que as sensibilidades fossem livres de escala, foi usada uma matriz escalada $\mathbf{S} = \{s_{ij}\}$, sendo

$$s_{ij} = v_{ij} \frac{\Delta \theta_j}{SC_i}$$

onde v_{ij} denota um elemento de \mathbf{V} , $\Delta \theta_j$ é o intervalo em que θ_j varia (aproximado por diferenças finitas) e SC_i é o fator de escala definido como igual ao valor do parâmetro. As sensibilidades foram caracterizadas com a norma L1 das colunas \mathbf{s}_j

$$L1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_{ij}^2}$$

5.3.6 Cenários simulados

Foram construídos cenários combinando variações nas taxas de abandono (0, 0.05 e 0.2 ano⁻¹), de imigração (0 e 0.2 ano⁻¹), de esterilização (0, 0.01, ..., 0.19 e 0.20 ano⁻¹) e de adoção (0, 0.05 e 0.2 ano⁻¹), mantendo fixos os parâmetros restantes.

5.3.7 Softwares utilizados

As análises foram feitas no software R ([R Core Team, 2015](#)), usando o pacote capm 0.8.0 ([Santos Baquero, Amaku e Ferreira, 2015](#)).

5.4 RESULTADOS

5.4.1 Estimativas pontuais

De acordo com as estimativas pontuais, após 30 anos o total da população domiciliada diminuiu 17% e número de indivíduos castrados aumentou 108%. Na população não domiciliada o total de animais diminuiu 5% e o número de animais castrados aumentou 166% (Figuras [5.2](#) e [5.3](#)).

Figura 5.2 - Dinâmica populacional de cães domiciliados de acordo com estimativas pontuais.

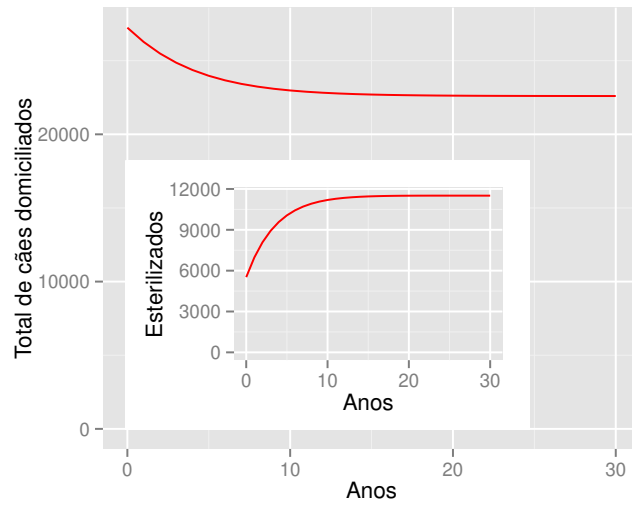
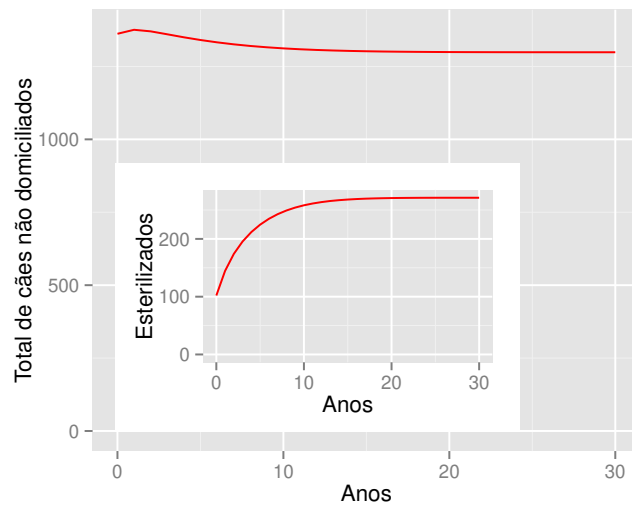


Figura 5.3 - Dinâmica populacional de cães não domiciliados de acordo com estimativas pontuais.



5.4.2 Sensibilidade global

Após 30 anos, o decréscimo no total de cães domiciliados foi consistente em todas as simulações (mínimo = 22206, máximo = 25199 e desvio padrão = 682), da mesma forma que o aumento no total de cães domiciliados esterilizados (mínimo = 11074, máximo = 13344, desvio padrão = 492) (Figura 5.4). Na população não domiciliada, o total de cães variou em torno do valor inicial (mínimo = 1299, máximo = 1428, desvio padrão = 19) (Figura 5.4).

Figura 5.4 - Sensibilidade global do total de cães domiciliados à combinação de todos os parâmetros.

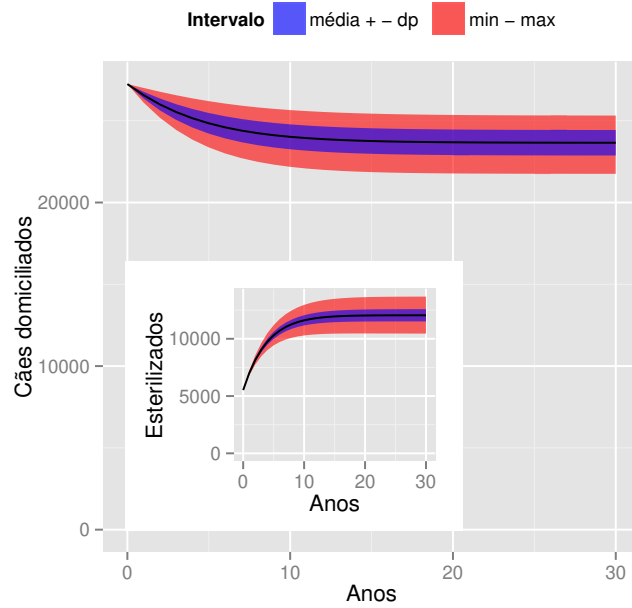
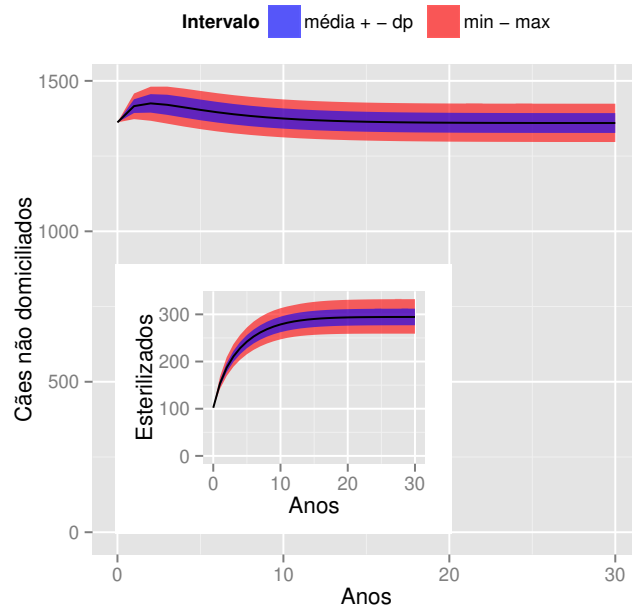


Figura 5.5 - Sensibilidade global do total de cães não domiciliados à combinação de todos os parâmetros.



5.4.3 Sensibilidade local

Os parâmetros foram classificados pelo valor da norma L1 da matriz de sensibilidade (Figuras 5.6 - 5.9). Nas populações domiciliada e não domiciliada, as respectivas capacidades de suporte foram os parâmetros mais influentes. Na classificação para o total de cães domiciliados, a imigração foi mais influente do que a taxa de abandono. O número de nascimentos e as taxas de mortalidade e esterilização foram os seguintes parâmetros mais influentes (Figura 5.6). Na

classificação para o total de cães domiciliados esterilizados, as taxas de abandono e esterilização foram mais influentes do que as taxas de imigração e mortalidade. O número de nascimentos foi menos influente do que a taxa de mortalidade e do que a proporção de imigrantes esterilizados (Figura 5.7). Na classificação para o total de cães não domiciliados, a taxa de abandono e a capacidade de suporte da população domiciliada foram os seguintes parâmetros mais influentes, sendo que a taxa de adoção foi mais influente do que o número de nascimentos e do que as taxas de esterilização, mortalidade e imigração (Figura 5.8). Na classificação para o total de cães não domiciliados esterilizados, aumentou a influência do número de nascimentos e das taxas de esterilização de cães não domiciliados e domiciliados (Figura 5.9).

Figura 5.6 - Sensibilidade local do total de cães domiciliados a cada um dos parâmetros. 1: domiciliados; 2: não domiciliados; b: número de nascimentos; d: taxa de mortalidade; s: taxa de esterilização; k: capacidade de suporte; h: tamanho médio do harém; a: taxa de abandono; α : taxa de adoção; v: taxa de imigração; z: proporção de imigrantes esterilizados; L1: norma das colunas da matriz de sensibilidade.

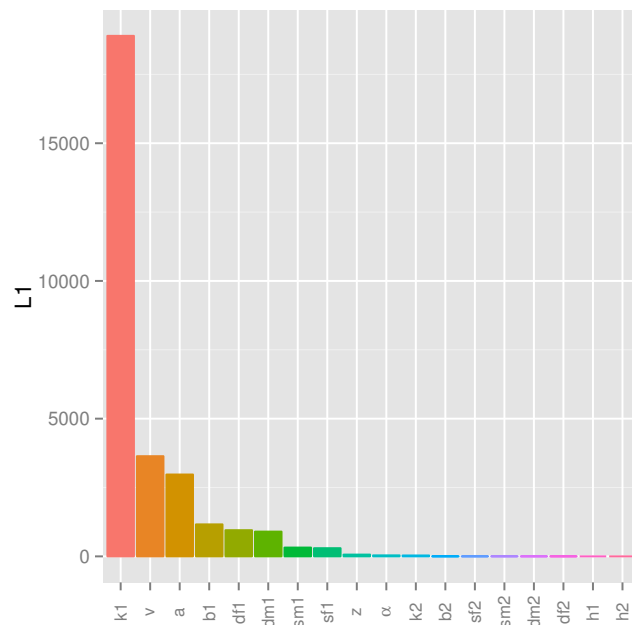


Figura 5.7 - Sensibilidade local do total de cães domiciliados esterilizados a cada um dos parâmetros. 1: domiciliados; 2: não domiciliados; b: número de nascimentos; d: taxa de mortalidade; s: taxa de esterilização; k: capacidade de suporte; h: tamanho médio do harém; a: taxa de abandono; α : taxa de adoção; v: taxa de imigração; z: proporção de imigrantes esterilizados; L1: norma das colunas da matriz de sensibilidade.

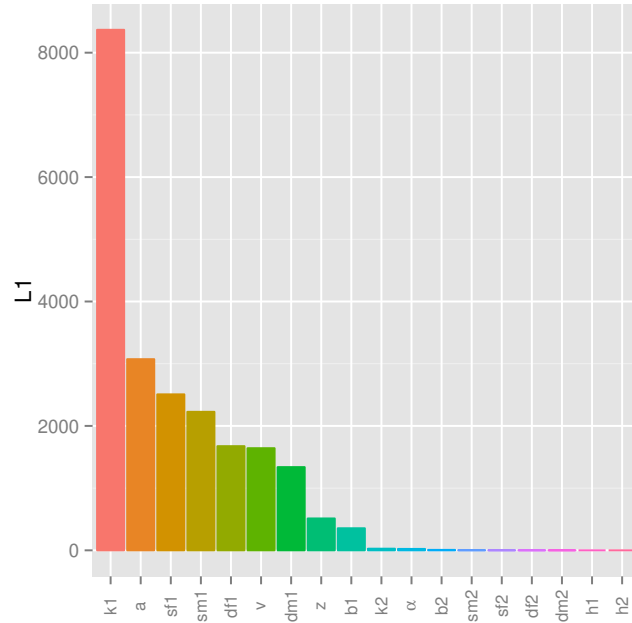


Figura 5.8 - Sensibilidade local do total de cães não domiciliados a cada um dos parâmetros. 1: domiciliados; 2: não domiciliados; b: número de nascimentos; d: taxa de mortalidade; s: taxa de esterilização; k: capacidade de suporte; h: tamanho médio do harém; a: taxa de abandono; α : taxa de adoção; v: taxa de imigração; z: proporção de imigrantes esterilizados; L1: norma das colunas da matriz de sensibilidade.

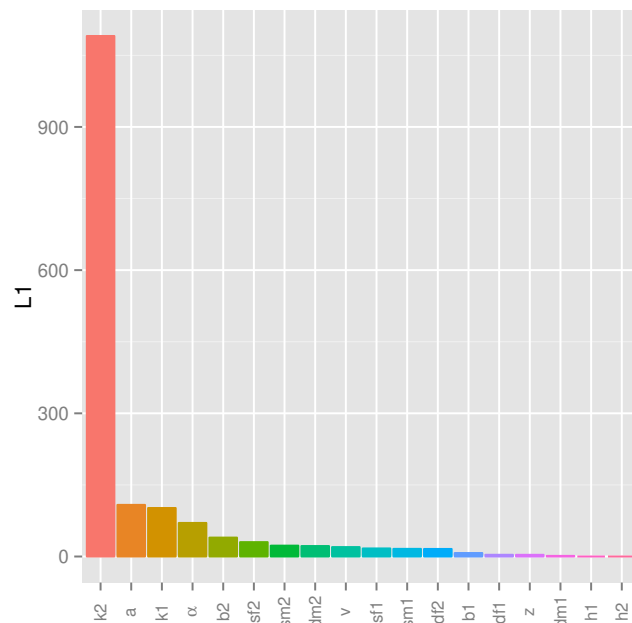
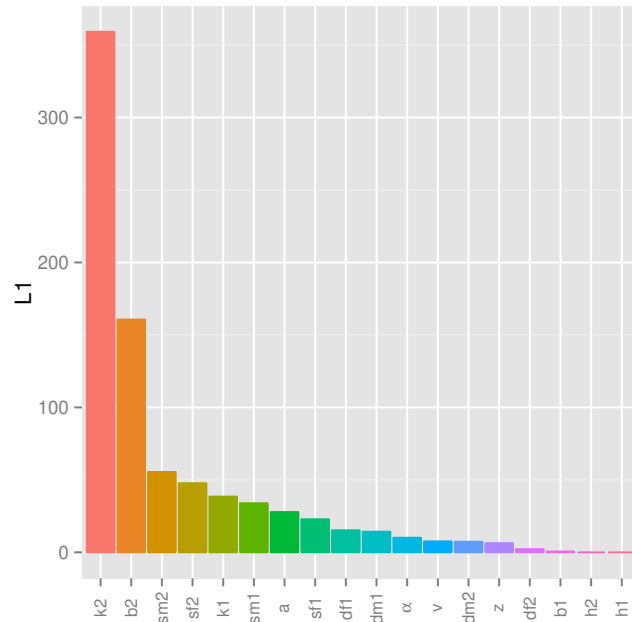


Figura 5.9 - Sensibilidade local do total de cães não domiciliados esterilizados a cada um dos parâmetros. 1: domiciliados; 2: não domiciliados; b: número de nascimentos; d: taxa de mortalidade; s: taxa de esterilização; k: capacidade de suporte; h: tamanho médio do harém; a: taxa de abandono; α : taxa de adoção; v: taxa de imigração; z: proporção de imigrantes esterilizados; L1: norma das colunas da matriz de sensibilidade.



5.4.4 Cenários

Nos cenários sem imigração, as populações domiciliada e não domiciliada decresceram com a esterilização. As taxas de abandono reduziram o tamanho da população domiciliada em maior magnitude do que as taxas de esterilização. Nos cenários com mais abandono, o efeito da esterilização diminuiu principalmente na população domiciliada. A esterilização e a adoção foram sinérgicas na redução da população não domiciliada, sendo a última mais efetiva. Variações nas taxas de adoção influíram minimamente nos efeitos da esterilização e do abandono na população domiciliada. Excetuando a população não domiciliada nos cenários sem abandono, a imigração reduziu a magnitude dos efeitos da esterilização, do abandono e da adoção (Figura 5.10).

A variação relativa foi maior no total cães esterilizados do que no total de cães. Quanto maior o abandono, menor o efeito da esterilização na população domiciliada e maior na população não domiciliada. A adoção diminuiu a quantidade de cães esterilizados não domiciliados, reduzindo assim o aumento absoluto de cães esterilizados, gerado pela esterilização. Excetuando a população não domiciliada nos cenários sem abandono, a imigração reduziu a magnitude dos efeitos da esterilização, do abandono e da adoção. (Figura 5.11).

Figura 5.10 - Dinâmica populacional do total de cães. Cenários condicionados pelas taxas de esterilização, de abandono (a), de adoção (α) e de imigração (v).

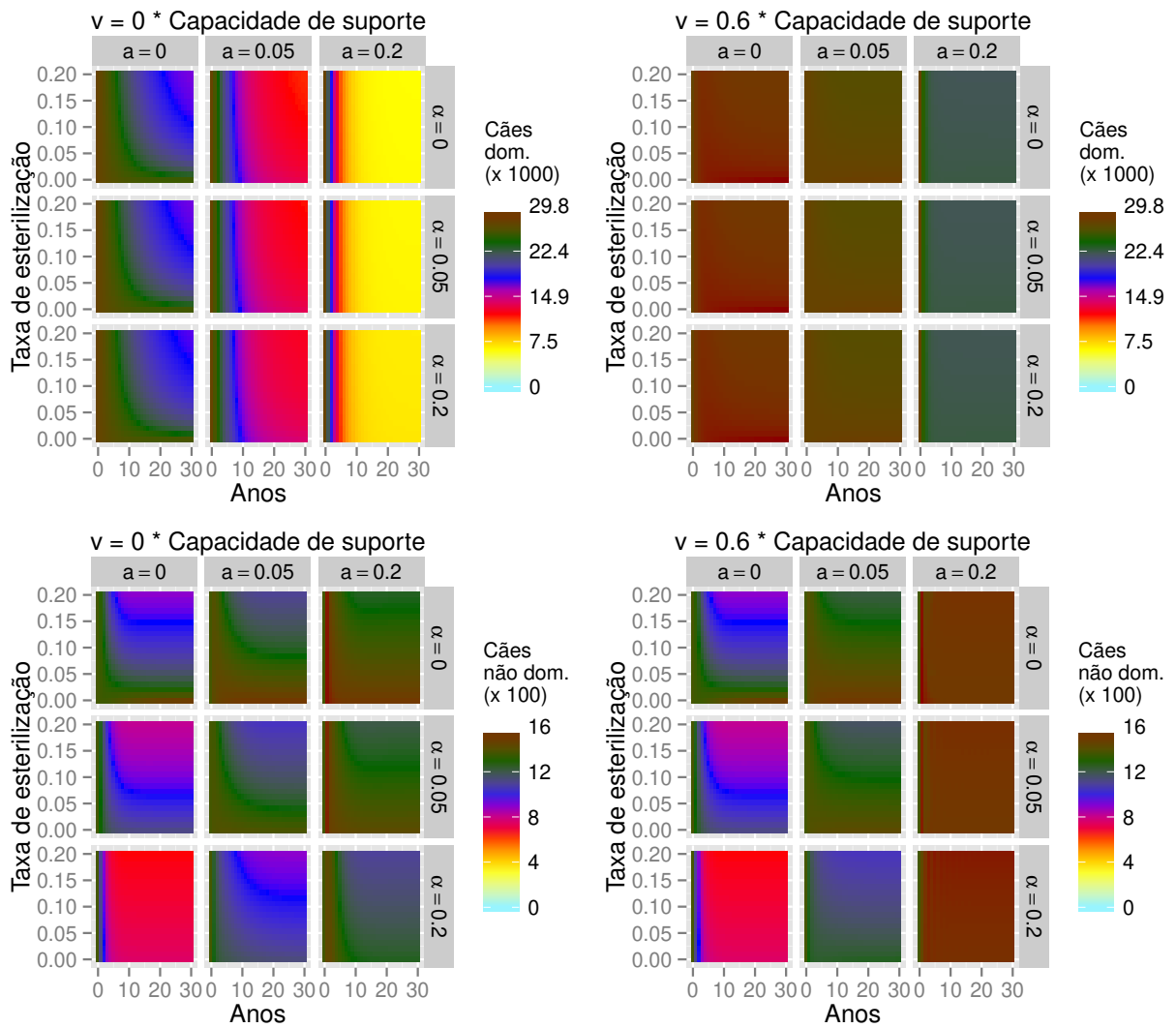
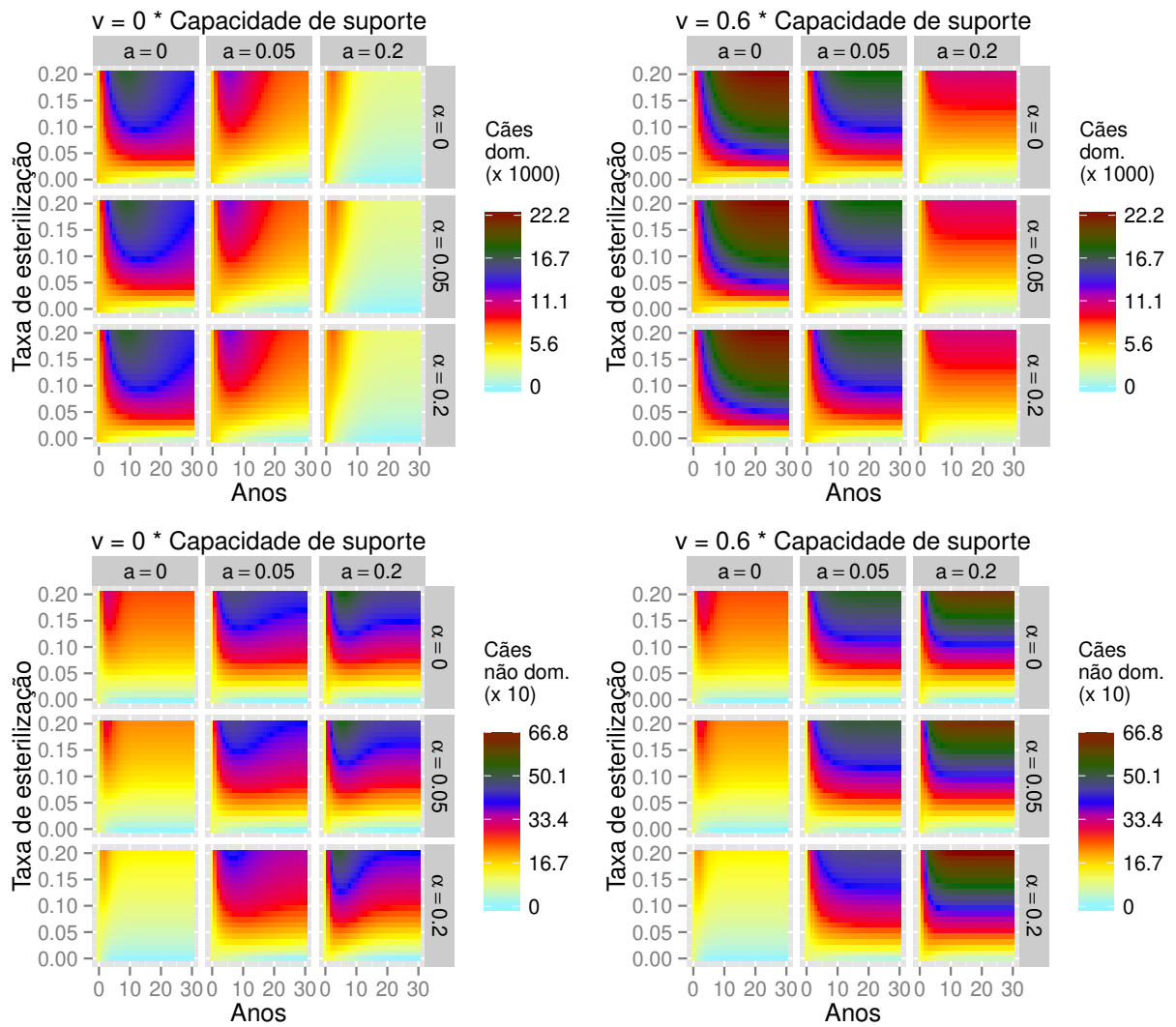


Figura 5.11 - Dinâmica populacional do total de cães esterilizados. Cenários condicionados pelas taxas de esterilização, de abandono (a), de adoção (α) e de imigração (v).



5.5 DISCUSSÃO

O modelo desenvolvido permitiu avaliar conjuntamente o efeito de vários fatores na dinâmica populacional canina, considerando a interação entre populações domiciliadas e não domiciliadas. As análises de sensibilidade global permitiram avaliar como varia o tamanho populacional, devido a perturbações nos parâmetros. Adicionalmente, as análises de sensibilidade local permitiram quantificar a influência de cada parâmetro e conseqüentemente, o efeito de potenciais intervenções.

Nas simulações das estimativas pontuais houve diminuição do total de cães com um aumento concomitante do número de animais esterilizados. Em situações reais os fatores que intervêm na dinâmica populacional dificilmente assumem um único valor durante períodos prolongados. Entretanto, se assume-se que as instâncias reais dos parâmetros não representam valores extremos em relação aos intervalos definidos para cada parâmetro, as simulações baseadas nas estimativas pontuais indicam a tendência mais provável, já que as simulações da sensibilidade global predisseram a mesma tendência. Na dinâmica do total de cães não domiciliados houve discrepância entre as simulações da sensibilidade global e a simulação das estimativas pontuais, dado que algumas das primeiras predisseram crescimento e outras decréscimo. No entanto, ambos resultados foram semelhantes no sentido que predisseram a estabilização do número de cães não domiciliados em valores próximos ao inicial.

Embora a capacidade de suporte tenha sido o parâmetro mais influente para a população domiciliada, as intervenções focadas na mesma implicariam uma redução na coexistência entre humanos e cães, mas isto não tem sentido na prática, pois essa coexistência traz benefícios mútuos [Podberscek \(2006\)](#). Pelo contrário, a redução da capacidade de suporte (fontes de alimento a abrigo) são intervenções a serem consideradas para a população não domiciliada. No entanto, o abandono deve ser reduzido e a adoção aumentada concomitantemente, já que de outra forma, o efeito da redução na capacidade de suporte seria mediado só pelo aumento da mortalidade devido à falta de recursos.

Excetuando a sensibilidade do total de cães não domiciliados esterilizados, o abandono foi mais influente do que a esterilização e gerou variações tanto na população domiciliada como na não domiciliada. Adicionalmente, possibilitou variações na população não domiciliada, produzidas por parâmetros da população domiciliada, salientando assim sua importância no manejo populacional. Devido à razão entre cães domiciliados e não domiciliados, uma dada taxa de abandono representou mais cães do que uma taxa correspondente de adoção ou de esterilização na população não domiciliada. Como consequência, os efeitos da adoção e da esterilização de cães não domiciliados foram revertidos pelo abandono.

Os efeitos da esterilização notaram-se mais quando analisada a dinâmica dos animais esterilizados. Isso levanta duas questões que não devem ser ignoradas. Primeiro, se os efeitos da esterilização são avaliados apenas pelas mudanças no tamanho do total da população, o efeito dessa intervenção será subestimado. Segundo, o efeito esperado da esterilização deve ser principalmente o aumento da fração populacional estéril e não o decréscimo da população domiciliada, pois a quantidade de cães nos domicílios está determinada pelas pessoas que optam conviver com cães. Assim, quando essa opção mantém-se inalterada, a redução populacional causada pela esterilização tende a ser compensada por outros mecanismos como a aquisição de fontes externas (ex. comércio, outras regiões).

A variação gerada pela quantidade de nascimentos junto com as taxas realizadas de esterilização, mostrou a influência potencial da esterilização. [Akamine e Amaku \(2012\)](#) encontraram que a esterilização de fêmeas é mais eficiente do que a de machos em alguns casos, mas não em outros, e essa eficiência depende do tamanho inicial da população, da taxa de crescimento, da taxa de esterilização e do tempo durante o qual se mantém o controle reprodutivo. Pela sensibilidade local foi visto que a esterilização de fêmeas e machos teve efeitos

semelhantes. Mesmo assim, em comparação com as fêmeas domiciliadas e não domiciliadas, a esterilização de machos domiciliados e não domiciliados gerou maior sensibilidade no total de cães domiciliados e no total de cães não domiciliados esterilizados, respectivamente.

O recrutamento de cães é um fator importante para o manejo populacional. Por exemplo, [Nunes et al. \(2008\)](#) encontraram que em Araçatuba, SP, um município brasileiro endêmico para a leishmaniose visceral canina, 38.8% dos cães eliminados por apresentarem soropositividade à leishmaniose, foram repostos por 2 ou mais cães em um período médio de 4 meses. A natalidade e a imigração são as fontes gerais de recrutamento, sendo o abandono (fluxo de animais da população domiciliada para a não domiciliada) e a adoção (fluxo de animais da população não domiciliada para a domiciliada) duas formas específicas de imigração. No modelo apresentado, o significado da imigração foi restringido para diferenciá-lo do abandono e da adoção e para representar unicamente o fluxo de cães procedentes tanto de áreas externas e do comércio de cães. Este último foi considerado como um contingente diferente da população domiciliada (ex. criadouros formais e informais). Embora o comércio também envolva a própria população domiciliada como fonte de cães, optou-se por essa simplificação para evitar parâmetros adicionais no modelo e porque as intervenções voltadas às fontes de comércio, como aqui definidas, devem ser diferenciadas das intervenções para a população domiciliada. A definição das taxas de imigração em função da capacidade de suporte, também representa o potencial de recrutamento de áreas externas e do comércio (ou de forma equivalente, a limitação destas fontes de recrutamento imposta pelo número de cães que as pessoas decidem ter). Nas simulações, a imigração foi o segundo fator que mais gerou variações na dinâmica do total de cães domiciliados e portanto o comércio deve ser considerado como um fator relevante para o manejo populacional.

A importância do comércio de cães é ainda salientada por uma relação implícita do mesmo, com o abandono e com a capacidade de suporte da população domiciliada. Quando o comércio de cães e a indústria de produtos para animais de companhia incentiva indiscriminadamente a aquisição de cães, os consumidores podem criar falsas expectativas em relação ao convívio com cães. As falsas expectativas predisõem situações em que o comportamento dos cães torna-se problemático o que cria incompatibilidade entre o estilo de vida das pessoas e as mudanças provocadas pela aquisição de um cão ([Patronek et al., 1996](#)). Assim, o comércio indiscriminado pode ser um fator de risco do abandono devido aos problemas de comportamento e a incompatibilidade mencionados, sendo esses os principais fatores associados com o abandono ([Scarlett et al., 1999](#); [Salman et al., 2000](#)). Se os comerciantes de cães e de produtos para cães assumirem a responsabilidade de evitar falsas expectativas, espera-se que uma fração dos clientes potenciais desista de adquirir cães, ao entender que não está preparada para introduzir um cão nas suas vidas. O anterior se traduz na diminuição da capacidade de suporte e na prevenção do abandono mediado pelas falsas expectativas. Contudo, essa responsabilidade significa perdas econômicas para a indústria de animais de companhia e, portanto, são necessárias contingências ambientais para contrapor tais prejuízos econômicos ([Fournier e Geller, 2004](#)). Além do mais, o comércio de cães também pode contribuir ao manejo populacional fornecendo animais esterilizados.

A natalidade e a mortalidade simuladas foram maiores na população não domiciliada. Em comparação com a população domiciliada, isso implicitamente representou o incremento da natalidade pela falta relativa de controle reprodutivo e o aumento da mortalidade devido as condições adversas inerentes ao fato dos cães morarem nas ruas.

Não foi simulado o efeito da eliminação de animais porque os programas de manejo populacional promovem cada vez mais métodos humanitários como alternativa à eliminação de animais. Por outro lado, [Amaku, Dias e Ferreira \(2010\)](#) e [Akamine e Amaku \(2012\)](#) encontraram que a longo prazo o efeito da eliminação de animais era semelhante ao efeito da esterilização. De qualquer forma, cabe salientar que os efeitos das taxas de mortalidade foram

mais influentes do que as taxas de esterilização apenas no total de cães domiciliados. Também decidiu-se não simular o efeito da imigração de cães não domiciliados para representar uma migração neta igual a zero (imigrações compensadas por emigrações). Inclusive nos casos em que a imigração é superior a emigração, pressupôs-se que a imigração representaria uma pequena fração dos animais recrutados e portanto teria pouco efeito na dinâmica populacional.

À semelhança das simulações feitas por [Ferreira \(2010\)](#), cada cenário simulado foi uma combinação particular de parâmetros constantes, de tal maneira que quanto menor a população de base, menor a quantidade de animais que uma dada taxa representava. Isso traz implicações que dependem do parâmetro em questão. Por exemplo, com a diminuição do número de cães inteiros, os esforços para manter constante uma taxa de esterilização decrescem ao longo do tempo, da mesma forma que decrescem os esforços para manter constante uma taxa de adoção em uma população não domiciliada.

Durante o desenho do inquérito usado para estimar os parâmetros da população domiciliada, foram ignorados despropositadamente alguns parâmetros que durante a construção do modelo passaram a ser de interesse. A estrutura etária estimada no inquérito apresentou irregularidades marcadas e em algumas categorias etárias não se observaram nascimentos. Por tal razão o modelo não incluiu estrutura etária.

5.6 CONCLUSÃO

A alteração da capacidade de suporte é a forma mais efetiva para modificar a dinâmica populacional canina. Isso implica em intervenções diferenciadas para a população domiciliada e não domiciliada. A prevenção do abandono justifica-se pelo efeito benéfico que pode gerar tanto na população domiciliada como na não domiciliada. O controle do comércio de cães impacta na segunda maior fonte de sensibilidade para o total de cães domiciliados e contribui para a prevenção do abandono. A avaliação dos efeitos da esterilização deve se focar mais nas variações da fração populacional infértil do que nas variações do tamanho populacional. A adoção contribui ao manejo dos cães não domiciliados e pode atenuar os efeitos negativos da redução da capacidade de suporte sobre o bem-estar desses cães.

5.7 REFERÊNCIAS

- AKAMINE, L.; AMAKU, M. **Modelagem do efeito da esterilização no controle da população canina**. Ph.D. thesis, University of São Paulo. 2012.
- AMAKU, M.; DIAS, R.; FERREIRA, F. Dinâmica populacional canina: potenciais efeitos de campanhas de esterilização. **Revista Panamericana de Salud Pública**, vol. 25, no. 4: pp. 300–304. 2009.
- AMAKU, M.; DIAS, R.A.; FERREIRA, F. Dynamics and Control of Stray Dog Populations. **Mathematical Population Studies**, vol. 17, no. 2: pp. 69–78. 2010.
- DI NARDO, A.; CANDELORO, L.; BUDKE, C.; SLATER, M. Modeling the effect of sterilization rate on owned dog population size in central Italy. **Preventive veterinary medicine**, vol. 82, no. 3-4: pp. 308–313. 2007.
- FERREIRA, F. **Avaliação do impacto das esterilizações e/ou sacrifício no controle de populações de cães através de um método matricial de crescimento populacional**. Livre docencia, Sao Paulo. 2010.
- FOURNIER, A.; GELLER, E. Behavior analysis of companion-animal overpopulation: A con-

ceptualization of the problem and suggestions for intervention. **Behavior and Social Issues**, vol. 68: pp. 51–68. 2004.

FRANK, J. An interactive model of human and companion animal dynamics: the ecology and economics of dog overpopulation and the human costs of addressing the problem. **Human Ecology**, vol. 32, no. 1: pp. 107–130. 2004.

GARCIA, R.; CALDERÓN, N.; FERREIRA, F. Consolidação de diretrizes internacionais de manejo de populações caninas em áreas urbanas e proposta de indicadores para seu gerenciamento. **Rev Panam Salud Publica**, vol. 32, no. 2: pp. 140–144. 2012.

HAMBY, D. A review of techniques for parameter sensitivity analysis of environmental models. **Environmental Monitoring and Assessment**, vol. 32: pp. 135–154. 1994.

MATOS, M.; ALVES, M. São Paulo Pasteur Institute Technique for estimating a canine population. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 18, no. 5: pp. 1423–1428. 2002.

NASSAR, R.; FLUKE, M. Pet population dynamics and community planning for animal welfare and animal control. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 198, no. 7: pp. 1160–1163. 1991.

NUNES, C.M.; LIMA, V.M.F.D.; PAULA, H.B.D.; PERRI, S.H.V.; ANDRADE, A.M.D.; DIAS, F.E.F.; BURATTINI, M.N. Dog culling and replacement in an area endemic for visceral leishmaniasis in Brazil. **Veterinary parasitology**, vol. 153, no. 1-2: pp. 19–23. 2008.

PATRONEK, G.J.; GLICKMAN, L.T.; BECK, A.M.; MCCABE, G.P.; ECKER, C. Risk factors for relinquishment of dogs to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 3: pp. 572–581. 1996.

PODBERSCEK, A.L. Positive and Negative Aspects of Our Relationship with Companion Animals. **Veterinary Research Communications**, vol. 30, no. S1: pp. 21–27. 2006.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2015.

REICHERT, P.; KFINSCH, H.R. Practical identifiability analysis of large environmental simulation models. **Water Resources Research**, vol. 37, no. 4: pp. 1015–1030. 2001.

SALMAN, M.; HUTCHISON, J.; RUCH-GALLIE, R.; KOGAN, L.; NEW, J.; KASS, P.; SCARLETT, J. Behavioral Reasons for Relinquishment of Dogs and Cats to 12 Shelters. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 3, no. 2: pp. 93–106. 2000.

SANTOS BAQUERO, O.; AMAKU, M.; FERREIRA, F. capm: an R package for Companion Animal Population Management. 2015.

SCARLETT, J.M.; SALMAN, M.D.; NEW, J.G.; KASS, P.H. Reasons for relinquishment of companion animals in U.S. animal shelters: selected health and personal issues. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, vol. 2, no. 1: pp. 41–57. 1999.

SLATER, M.R. The role of veterinary epidemiology in the study of free-roaming dogs and cats. **Preventive veterinary medicine**, vol. 48, no. 4: pp. 273–86. 2001.

SOETAERT, K.; PETZOLDT, T. Inverse modelling, sensitivity and monte carlo analysis in R using package FME. **Journal of Statistical Software**, vol. 33, no. 3: pp. 1–28. 2010.

EFEITO E EFICIÊNCIA DA CONTRACEPÇÃO REVERSÍVEL NO MANEJO POPULACIONAL CANINO

6.1 RESUMO

Foi simulada uma população canina em equilíbrio e, mediante análises de sensibilidade global e local, foi avaliada a influência da taxa de esterilização, da taxa de recuperação da fertilidade e da fração de imigrantes inférteis. A interação entre as variáveis anteriores foi avaliada em cenários condicionados pelas mesmas. Usando como referência a esterilização irreversível, foi calculada a eficiência da esterilização reversível. A taxa contraceptiva foi o principal determinante da dinâmica da fertilidade populacional, mas a taxa de recuperação da fertilidade modulou a magnitude do efeito da taxa contraceptiva. Para taxas baixas, o efeito da contracepção reversível e irreversível foi semelhante. A contracepção reversível é uma alternativa viável quando a perda de eficiência é compensada pela redução de custos e a facilidade de aplicação dos tratamentos contraceptivos.

Palavras-chave: Cão. Animais de companhia. Manejo populacional. Contracepção reversível. Modelagem matemática.

6.2 INTRODUÇÃO

Os ambientes antrópicos fornecem alimento, água e abrigo e isso influencia a dinâmica populacional canina (Stafford, 2007). Os humanos podem fornecer cuidados adicionais que podem aumentar a expectativa de vida e diminuir a mortalidade, influenciando assim o comportamento das populações caninas. A disponibilidade de recursos e um bom status de saúde favorecem a fecundidade (potencial reprodutivo). Porém, a fertilidade (desempenho reprodutivo realizado), especialmente dos cães domiciliados, depende de outros fatores humanos como a prevenção da cópula por métodos físicos, farmacológicos ou cirúrgicos (Kutzler e Wood, 2006) ou a interrupção das gestações mediante métodos farmacológicos ou cirúrgicos (Eilts, 2002).

Quando a fertilidade não é controlada, a fecundidade pode resultar em nascimentos indesejados e em populações cujo tamanho excede a capacidade que as sociedades humanas têm para fornecer os cuidados necessários a essas populações. Os animais indesejados podem ser abandonados (Marston, Bennett e Coleman, 2004) e isso acarreta problemas de saúde pública e de bem-estar animal (Slater, 2001).

O manejo populacional é um conjunto de estratégias para prevenir a falta de controle e o abandono animal e promover a guarda responsável (Garcia, Calderón e Ferreira, 2012). Uma dessas estratégias é o controle reprodutivo, a qual tem sido identificado como fator preventivo do abandono (Patronek et al., 1996) e que intervém diretamente em um dos componentes causais do abandono (nascimentos indesejados). Além disso, o controle reprodutivo pode modificar comportamentos que têm sido associados com o abandono (Neilson, Eckstein e Hart, 1997) e pode contribuir à diminuição da prevalência de agravos por mordeduras (Gershman, Sacks e Wright, 1994; Messam et al., 2008).

Segundo um modelo matemático (Amaku, Dias e Ferreira, 2010), os efeitos a longo prazo do controle reprodutivo são semelhantes aos efeitos da eliminação de animais. Por outro lado, o controle reprodutivo é mais ético e consonante com as práticas de guarda responsável preconizadas pela OIE (2010) e, portanto, é uma alternativa viável para evitar a eliminação de animais como forma de controle.

A esterilização cirúrgica tem sido a forma tradicional de controle reprodutivo e,

como no caso de outros procedimentos cirúrgicos, implica em uma série de considerações precirúrgicas, anestésicas, cirúrgicas e pós-cirúrgicas (Looney e Bohling, 2008). Entretanto, o custo das esterilizações e o tempo necessário para realizá-las podem ser proibitivos para alguns programas de esterilização em massa (Kutzler e Wood, 2006).

Existem alternativas não cirúrgicas para o controle reprodutivo de cães, entre as quais encontram-se os tratamentos hormonais que bloqueiam diretamente receptores de hormonas reprodutivas ou induzem mecanismos de realimentação negativa; as vacinas imun contraceptivas que atuam contra receptores hormonais ou contra proteínas da zona pelúcida; as injeções intratesticulares ou intraepididimais que produzem azoospermia; e os métodos mecânicos como os dispositivos intravaginais e intrauterinos ou a ablação testicular por ultra-som (Kutzler e Wood, 2006). No contexto do manejo populacional, as melhores alternativas são as que se mostram efetivas em uma alta porcentagem de animais, são seguras e não possuem efeitos adversos para o ambiente e produzem infertilidade irreversível após um único tratamento (Oliveira et al., 2012). A maioria das alternativas mencionadas possuem efeitos contraceptivos reversíveis e o efeito que têm na dinâmica populacional canina é desconhecido.

Para entender melhor o efeito da contracepção reversível, neste estudo foi modelada a dinâmica da fertilidade em uma população canina hipotética em equilíbrio. Foram considerados cenários determinados pelas taxas de contracepção e recuperação da fertilidade e pela fração de imigrantes inférteis. Também foram avaliadas as sensibilidades global e local a todos os parâmetros e a eficiência da contracepção reversível.

6.3 MATERIAIS E MÉTODOS

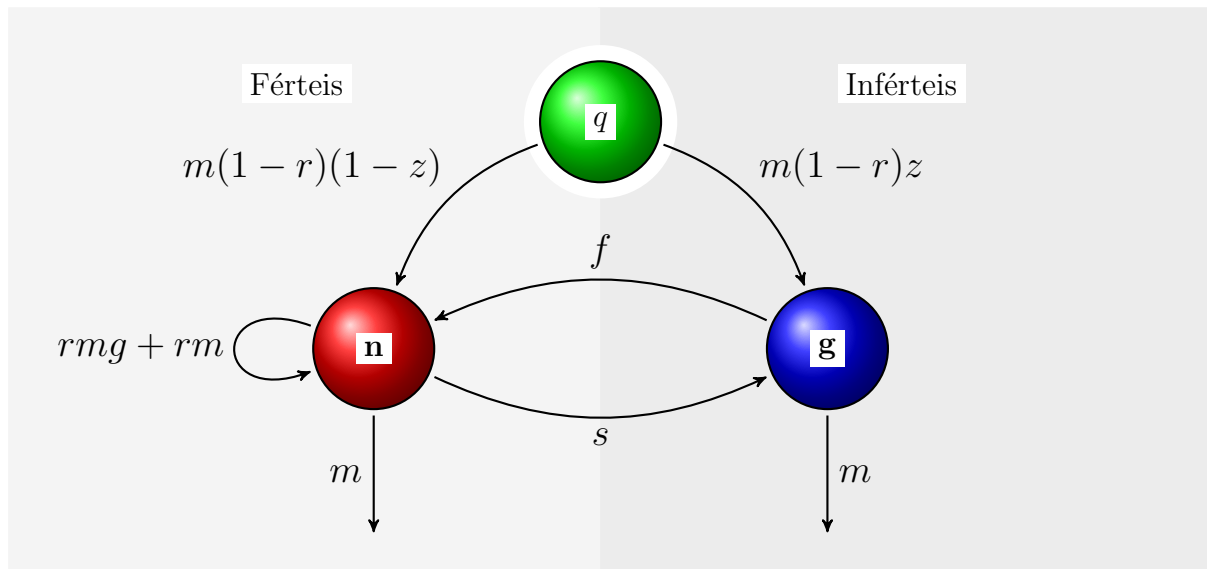
6.3.1 Modelo

Foi simulado o efeito da contracepção reversível usando um sistema acoplado de equações diferenciais ordinárias (Equações 6.1 e 6.2). Foi considerada uma população hipotética em equilíbrio, formada por um compartimento de cães férteis n e outro de cães inférteis g (Figura 6.1). A natalidade (todos os cães nasceram férteis) compensou uma fração r da mortalidade (m = taxa de mortalidade) e a imigração compensou a fração restante ($1 - r$). Entre os imigrantes, uma fração z , era infértil e a restante ($1 - z$) fértil. O fluxo de animais do compartimento n para o g foi dado pela taxa contraceptiva e o fluxo do compartimento g para o n pela taxa de recuperação da fertilidade f . Pressupôs-se que a infertilidade dos imigrante era temporária e, para simplificar o modelo, foi aplicada a taxa f a esses imigrantes assim que entravam na população. A população inicial foi de 950 cães férteis e 50 inférteis e todas as taxas foram constantes.

$$\frac{dn}{dt} = rm(n + g) + (1 - r)m(1 - z)(n + g) + fg - (m + s)n \quad (6.1)$$

$$\frac{dg}{dt} = (1 - r)mz(n + g) + sn - (m + f)g \quad (6.2)$$

Figura 6.1 - Modelo compartimental de uma população canina hipotética submetida a tratamentos contraceptivos.



n : cães férteis; g : cães inférteis; q : fonte de imigração ($q = n + g$); m : taxa de mortalidade; r : fração da mortalidade compensada pela natalidade; s : taxa contraceptiva, f : taxa de recuperação da fertilidade; z : fração de imigrantes inférteis.

6.3.2 Estimativa de parâmetros

A Tabela 6.1 mostra os valores das condições iniciais e dos parâmetros. Para manter o tamanho populacional constante, a fonte de imigração q foi sempre igual a $n + g$.

Tabela 6.1 - Descrição das condições iniciais e dos parâmetros do modelo.

	Valor	Descrição
Condições iniciais		
n	950	Cães férteis
g	50	Cães inférteis
Parâmetros		
m^*	1/6	Taxa de mortalidade (ano^{-1})
s	0.2	Taxa contraceptiva (ano^{-1})
f	0.5	Taxa de recuperação da fertilidade (ano^{-1})
z	0.2	Fração de imigrantes inférteis
r	0.8	Fração da mortalidade compensada pela natalidade

* Inverso da expectativa de vida de cadelas (Ferreira, 2010)

6.3.3 Sensibilidade global

Os parâmetros foram variados simultaneamente, cada um num intervalo cujos limites inferior e superior foram respectivamente, 10% inferiores e 10% superiores que a estimativa pontual correspondente. Foi usado o algoritmo do hipercubo latino (Soetaert e Petzoldt, 2010) para amostrar os parâmetros dos seus respectivos intervalos, em cada uma das 100 simulações da dinâmica populacional.

6.3.4 Sensibilidade local

Para comparar a influência de cada um dos parâmetros no total de cães férteis e no acumulado de cães tratados, foram usadas as funções de sensibilidade descritas por [Reichert e Kfinsch \(2001\)](#). Assim, foi definida uma matriz de sensibilidade ($n \times m$)

$$\mathbf{V} = \left. \frac{\partial \mathbf{x}(\boldsymbol{\theta})}{\partial \boldsymbol{\theta}^T} \right|_{\boldsymbol{\theta}=\boldsymbol{\theta}_0}$$

onde $\boldsymbol{\theta} = [\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m]^T$ foi o vetor de parâmetros e $\mathbf{x}(\boldsymbol{\theta}) = [x_1(\boldsymbol{\theta}), x_2(\boldsymbol{\theta}), \dots, x_n(\boldsymbol{\theta})]^T$ o vetor com o total de cães férteis ou com o acumulado de cães tratados, nos tempos $1, 2, \dots, n$. Para que as sensibilidades fossem livres de escala, foi usada uma matriz escalada $\mathbf{S} = \{s_{ij}\}$, sendo

$$s_{ij} = v_{ij} \frac{\Delta \theta_j}{SC_i}$$

onde v_{ij} denota um elemento de \mathbf{V} , $\Delta \theta_j$ é o intervalo em que θ_j varia (aproximado por diferenças finitas) e SC_i é o fator de escala definido como igual ao valor do parâmetro. As sensibilidades foram caracterizadas com a norma L1 das colunas \mathbf{s}_j

$$L1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_{ij}^2}$$

6.3.5 Cenários simulados

Foram construídos cenários combinando variações na taxa contraceptiva (0.05, 0.2 e 0.4 ano⁻¹), na taxa de recuperação da fertilidade (0, 0.01, ..., 0.999 e 1 ano⁻¹) e na fração de imigrantes inférteis (0.05, 0.2 e 0.4 ano⁻¹), mantendo fixos os parâmetros restantes.

6.3.6 Eficiência da contracepção reversível

A eficiência foi expressada em termos do total de cães tratados durante 20 anos usando uma dada taxa contraceptiva irreversível; dividido pelo total de cães tratados durante o mesmo período, usando uma taxa correspondente de contracepção reversível.

6.3.7 Softwares utilizados

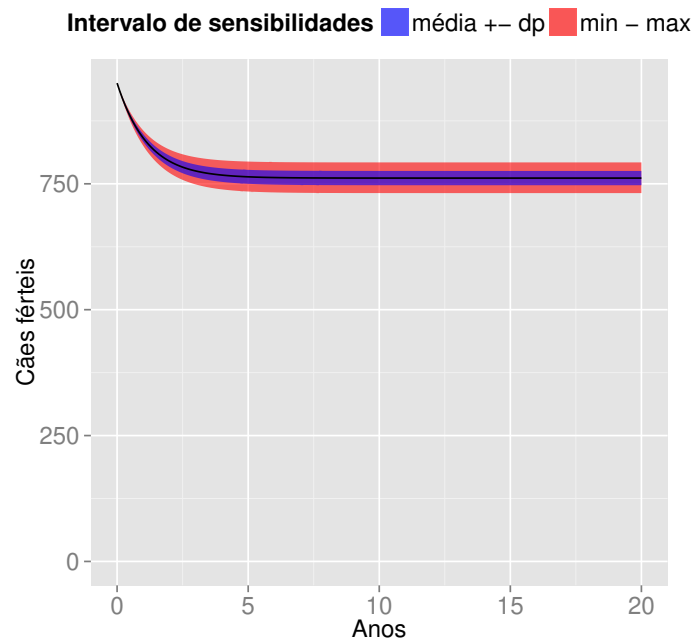
As análises foram feitas no software R ([R Core Team, 2015](#)), usando o pacote capm 0.8.0 ([Santos Baquero, Amaku e Ferreira, 2015](#)).

6.4 RESULTADOS

6.4.1 Sensibilidade global

Os resultados da sensibilidade global indicaram consistentemente a redução do número de cães férteis. Após 6 anos, os valores mínimo, máximo e o desvio padrão estabilizaram-se ao redor de 731, 790 e 13 respectivamente (Figura 6.2).

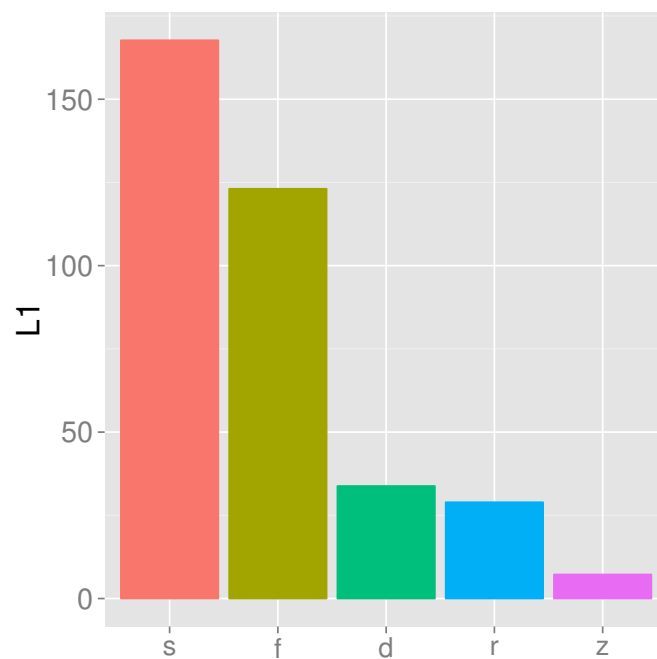
Figura 6.2 - Sensibilidade global do total de cães férteis.



6.4.2 Sensibilidade local

O parâmetro mais influente foi a taxa contraceptiva, seguido pela taxa de recuperação da fertilidade. A fração da mortalidade reposta pela natalidade foi mais influente do que a influência da fração de imigrantes inférteis (Figura 6.3).

Figura 6.3 - Sensibilidade local do total de cães férteis.



6.4.3 Cenários simulados

Quanto maior a taxa contraceptiva, maior a diferença entre os efeitos das diferentes taxas de recuperação da fertilidade. As variações na proporção de imigrantes inférteis modificaram minimamente a quantidade de cães férteis e o acumulado de cães tratados (Figuras 6.4 e 6.5).

Figura 6.4 - Total de animais férteis ao longo do tempo, em função da taxa de recuperação da fertilidade, a taxa contraceptiva (S) e a fração de imigrantes férteis (Z). Unidade das taxas: ano⁻¹.

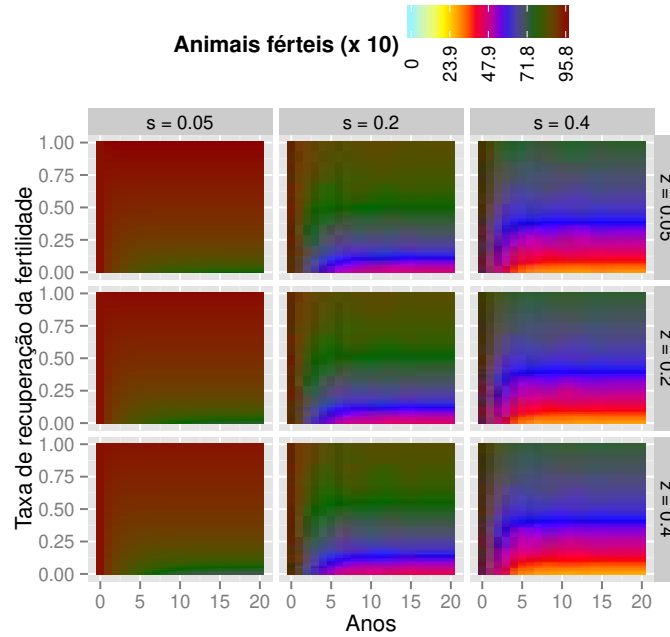
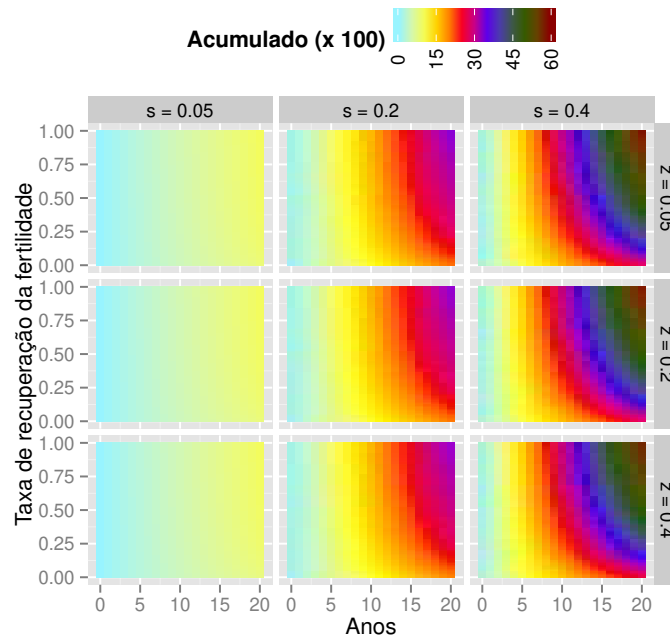


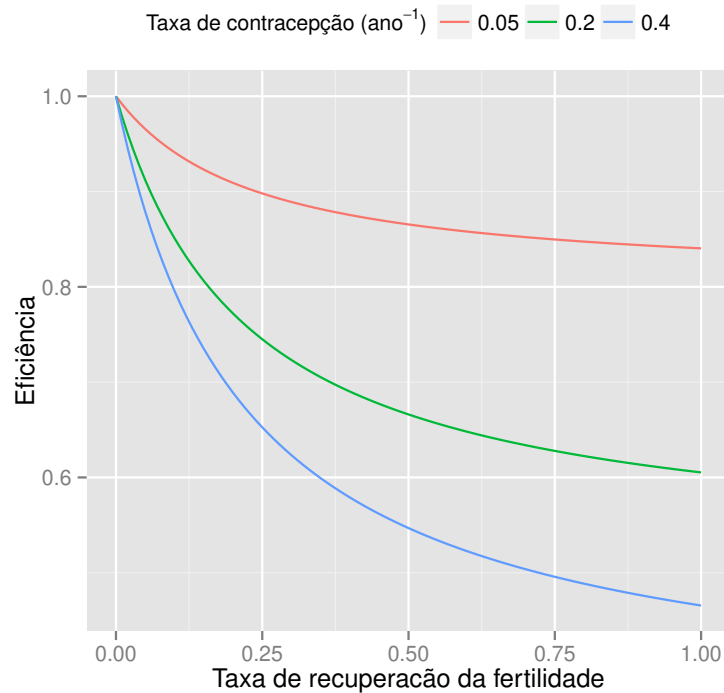
Figura 6.5 - Acumulado de animais tratados ao longo do tempo, em função da taxa de recuperação da fertilidade, a taxa contraceptiva (S) e a fração de imigrantes férteis (Z). Unidade das taxas: ano⁻¹.



6.4.4 Eficiência da contracepção reversível

A eficiência assumiu valores entre 0 e 1 e por definição a eficiência da contracepção irreversível foi igual a 1, a máxima eficiência. O aumento da taxa de recuperação da fertilidade diminuiu a eficiência das diferentes taxas de contracepção, principalmente das mais altas (Figura 6.6).

Figura 6.6 - Eficiência da contracepção temporária para diferentes taxas de contracepção.



6.5 DISCUSSÃO

Em determinados cenários, a contracepção reversível pode ser uma opção viável de controle reprodutivo. Se bem que a taxa à que foi implementada a contracepção é o principal determinante da dinâmica da fertilidade populacional, a taxa de recuperação da fertilidade modula a magnitude do efeito da taxa contraceptiva e determina sua viabilidade.

Em populações em equilíbrio, a mortalidade e a emigração são compensadas pela natalidade e a imigração. No modelo implementado, a natalidade compensou apenas uma fração da mortalidade e o equilíbrio populacional foi dado pela compensação da fração restante, por parte da imigração. Isso pode ser interpretado como uma situação na qual não existe emigração. Entretanto, o modelo também representa uma situação com emigração, implicitamente compensada pela natalidade e a imigração, sem alterar a fração de animais férteis na população. Nesse sentido, essas taxas, embora não especificadas, são superiores às frações da taxa de mortalidade que compensaram. A não especificação das taxas de emigração, imigração e natalidade foi uma simplificação que permitiu modelar uma população aberta, sob cenários condicionados por diferentes frações de imigrantes inférteis, sem a necessidade de incluir esses três parâmetros.

A avaliação da eficiência da contracepção reversível mostrou a importância da duração do efeito contraceptivo e da interação entre as taxas de contracepção e de recuperação da fertilidade. Quando a taxa contraceptiva é baixa, os tratamentos com duração reversível e irreversível geram efeitos semelhantes. A contracepção reversível pode ser viável quando a

perda da eficiência é compensada pelo custo e facilidade de implementação da contracepção e essa situação é mais favorecida quanto menor for a taxa contraceptiva e menor a taxa de recuperação da fertilidade.

A eficiência da contracepção reversível foi dada por taxas constantes. Assim, a descontinuação do controle reprodutivo de um dado número de animais não compromete a eficiência apenas se o mesmo número de animais férteis começa a ser tratado ao mesmo tempo. A dificuldade de manter e verificar essa condição na prática é um motivo adicional em favor dos métodos com menor taxa de recuperação da fertilidade.

Dado que a população simulada manteve-se sempre em equilíbrio, o controle reprodutivo nunca provocou diminuição no tamanho populacional. Mesmo assim, foi possível comparar o efeito de diferentes taxas contraceptivas na dinâmica da fertilidade populacional. Tal aproximação mostra que a diminuição no tamanho populacional não é um requisito para definir a efetividade do controle reprodutivo.

6.6 CONCLUSÃO

A contracepção irreversível é uma característica favorável nos tratamentos usados no controle reprodutivo de populações. A contracepção reversível é uma alternativa viável quando a perda de eficiência é compensada pela redução de custos e pela facilidade de aplicação dos tratamentos. O efeito populacional dos métodos irreversíveis e reversíveis é semelhante quando a taxa contraceptiva é baixa.

6.7 REFERÊNCIAS

- AMAKU, M.; DIAS, R.A.; FERREIRA, F. Dynamics and Control of Stray Dog Populations. **Mathematical Population Studies**, vol. 17, no. 2: pp. 69–78. 2010.
- EILTS, B.E. Pregnancy termination in the bitch and queen. **Clinical techniques in small animal practice**, vol. 17, no. 3: pp. 116–23. 2002.
- FERREIRA, F. **Avaliação do impacto das esterilizações e/ou sacrifício no controle de populações de cães através de um método matricial de crescimento populacional**. Livre docencia, Sao Paulo. 2010.
- GARCIA, R.; CALDERÓN, N.; FERREIRA, F. Consolidação de diretrizes internacionais de manejo de populações caninas em áreas urbanas e proposta de indicadores para seu gerenciamento. **Rev Panam Salud Publica**, vol. 32, no. 2: pp. 140–144. 2012.
- GERSHMAN, K.A.; SACKS, J.J.; WRIGHT, J.C. Which dogs bite? A case-control study of risk factors. **Pediatrics**, vol. 93, no. 6 Pt 1: pp. 913–917. 1994.
- KUTZLER, M.; WOOD, A. Non-surgical methods of contraception and sterilization. **Theriogenology**, vol. 66, no. 3: pp. 514–25. 2006.
- LOONEY, A.; BOHLING, M. The Association of Shelter Veterinarians veterinary medical care guidelines for spay-neuter programs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 233, no. 1: pp. 74–86. 2008.
- MARSTON, L.C.; BENNETT, P.C.; COLEMAN, G.J. What happens to shelter dogs? An analysis of data for 1 year from three Australian shelters. 2004.

- MESSAM, L.L.M.; KASS, P.H.; CHOMEL, B.B.; HART, L.A. The human-canine environment: a risk factor for non-play bites? **Veterinary journal London England** 1997, vol. 177, no. 2: pp. 205–215. 2008.
- NEILSON, J.; ECKSTEIN, R.; HART, B. Effects of castration on problem behaviors in male dogs with reference to age and duration of behavior. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 211: pp. 180–182. 1997.
- OIE. **OIE Terrestrial Animal Health Code - Stray dog population control**. Tech. rep., OIE. 2010.
- OLIVEIRA, E.C.S.; MOURA, M.R.P.; DE SÁ, M.J.C.; SILVA, V.A.; KASTELIC, J.P.; DOUGLAS, R.H.; MARQUES, A.P. Permanent contraception of dogs induced with intratesticular injection of a Zinc Gluconate-based solution. **Theriogenology**, vol. 77, no. 6: pp. 1056–63. 2012.
- PATRONEK, G.J.; GLICKMAN, L.T.; BECK, A.M.; MCCABE, G.P.; ECKER, C. Risk factors for relinquishment of dogs to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 3: pp. 572–581. 1996.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. 2015.
- REICHERT, P.; KFINSCH, H.R. Practical identifiability analysis of large environmental simulation models. **Water Resources Research**, vol. 37, no. 4: pp. 1015–1030. 2001.
- SANTOS BAQUERO, O.; AMAKU, M.; FERREIRA, F. **capm: an R package for Companion Animal Population Management**. 2015.
- SLATER, M.R. The role of veterinary epidemiology in the study of free-roaming dogs and cats. **Preventive veterinary medicine**, vol. 48, no. 4: pp. 273–86. 2001.
- SOETAERT, K.; PETZOLDT, T. Inverse modelling, sensitivity and monte carlo analysis in R using package FME. **Journal of Statistical Software**, vol. 33, no. 3: pp. 1–28. 2010.
- STAFFORD, K. Free Living Dogs. In: K. Stafford, ed., **The Welfare of Dogs**, Dordrecht, chap. 2, pp. 31 – 54. 2007.

DISCUSSÃO GERAL

As pesquisas desenvolvidas nesta tese serviram para criar um fluxo de trabalho para caracterizar populações, identificar prioridades e estabelecer indicadores de manejo populacional. O fluxo de trabalho foi implementado num software de código aberto, o pacote do R (R Core Team, 2015) `capm` (Santos Baquero, Amaku e Ferreira, 2015).

Na caracterização demográfica feita no capítulo 2, estimaram-se parâmetros que por si mesmos servem como indicadores para monitorar programas de manejo populacional e de saúde. Adicionalmente, essa caracterização salientou a necessidade de definir composições amostrais que gerem estimativas com erros aceitáveis. A validação do desenho amostral feita no capítulo 4 foi a resposta a essa necessidade.

O modelo desenvolvido no capítulo 5 precisou de parâmetros não contemplados no capítulo 2 e a pesquisa do capítulo 3 mostrou que na identificação de perfis de abandono de cães e gatos nas opiniões públicas, podem se omitir algumas das variáveis usadas. Assim, os capítulos 3 e 5 identificaram variáveis que podem ser adicionadas e removidas em relação ao conjunto de variáveis levantadas no capítulo 2.

O modelo do capítulo 5 contribui ao entendimento dos processos demográficos que influenciam o comportamento das populações e as análises de sensibilidade com base no modelo constituem um elemento de apoio para a tomada de decisões em relação às intervenções que devem ser priorizadas. De forma semelhante, o modelo do capítulo 6 contribui ao entendimento dos alcances e das limitações da contracepção reversível e portanto auxilia na tomada de decisões em relação à implementação de programas de controle reprodutivo baseados na contracepção reversível.

Cabe salientar a preponderância dada aos cães em relação aos gatos. Os capítulos 4, 5 e 6, focaram-se em populações caninas e isso é reflexo de três fenômenos relacionados entre si. O primeiro fenômeno é histórico e se dá pela prioridade dada ao controle de cães na América Latina, visando o controle da raiva e mais recentemente, da leishmaniose visceral também. O segundo é demográfico, pois as populações caninas são geralmente maiores. O terceiro é decorrente dos dois anteriores e diz ao respeito da maior quantidade de informação científica sobre as populações caninas. De qualquer forma, essa preponderância pode ser revertida caso exista necessidade e futuras versões do `capm` podem evoluir nesse sentido.

O fluxo de trabalho proposto e implementado atualmente no `capm` tem dois componentes principais: coleta e análise dos dados (Figura 7.1).

No primeiro componente, a coleta dos dados pode ser por amostragem, sendo a definição do tamanho amostral baseada em estimativas preliminares dos parâmetros que serão estimados. Fontes usuais dessas estimativas preliminares são os estudos piloto ou estudos prévios. Alternativamente, a coleta pode ser feita mediante um censo e nesses casos, o `capm` não é necessário. Seja por amostragem ou por censo, o questionário do apêndice serve para coletar dados que facilitam a parametrização do modelo apresentado no capítulo 5.

No segundo passo, os dados coletados são usados para estimar os parâmetros de interesse, produzir estatísticas descritivas, gerar pirâmides populacionais e modelar a dinâmica populacional. As estatísticas descritivas e as pirâmides servem como indicadores e a modelagem prioriza as intervenções e simula o efeito de diferentes cenários de intervenção. Quando os dados são coletados num censo, o processo de estimação é desnecessário.

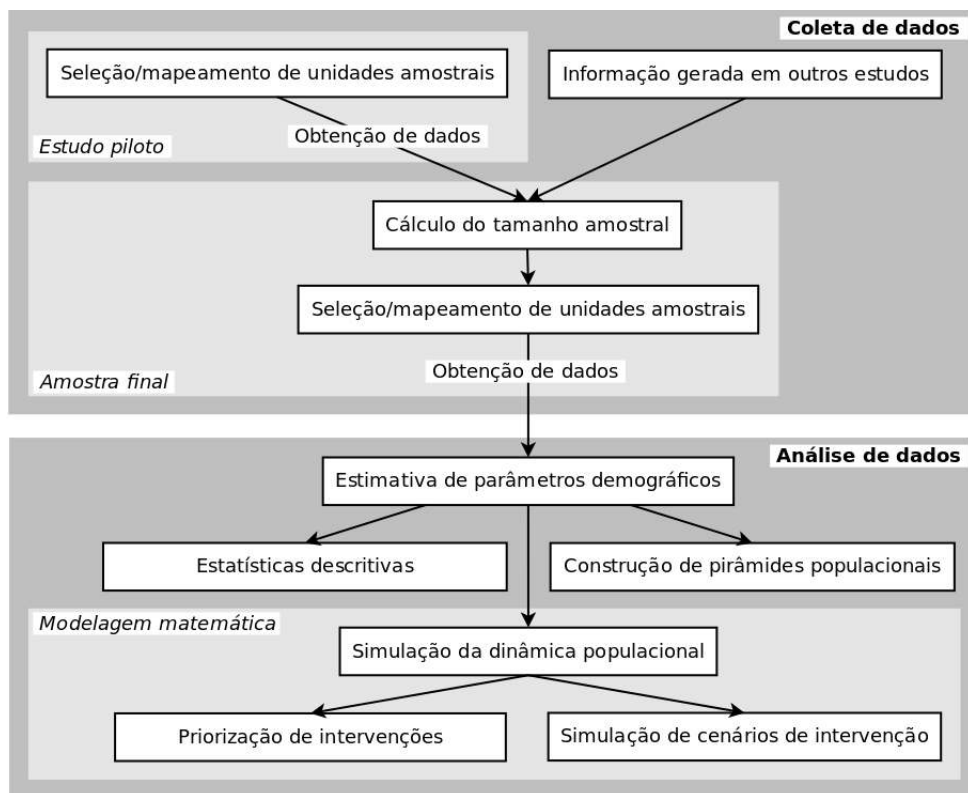
O `capm` tem funções para calcular o tamanho amostral e selecionar unidades amos-

trais de acordo com três tipos de desenho: simples (sistemático), estratificado e por conglomerados em dois estágios. Quando é conveniente implementar uma amostra por conglomerados em dois estágios, o primeiro componente do fluxo de trabalho pode ser simplificado usando a composição (tamanho) amostral “65 x 15”, de acordo com os resultados do capítulo 4. Mesmo assim, o algoritmo avaliado nesse capítulo também está disponível no capm e sem importar o tipo de composição amostral, as unidades primárias de amostragem podem ser mapeadas com uma função construída para tal finalidade. Outra função relacionada com o processo amostral calcula estimativas pontuais, intervalos de confiança e efeitos do desenho amostral.

O capm também tem funções que permitem criar pirâmides populacionais, usar os modelos desenvolvidos nos capítulos 5 e 6 ou modelos semelhantes (Amaku, Dias e Ferreira, 2009, 2010) e realizar análises de sensibilidade global e local com base nesses modelos. Funções complementares servem para explorar os resultados dos modelos e das análises de sensibilidade.

O capm pode ser usado tanto na linha de comandos ou mediante uma interface gráfica. A descrição do software e a documentação estão disponíveis no endereço eletrônico: <http://oswaldosantos.github.io/capm>.

Figura 7.1 - Fluxo de trabalho para auxiliar os programas de manejo populacional de animais de companhia.



Por fim, vale dizer que o capm é um esforço para integrar, acrescentar e dar continuidade às pesquisas sobre populações de animais de companhia. Espera-se que o capm facilite a produção de informações de qualidade e que seja um passo no caminho da construção de sistemas de informação para populações de animais de companhia.

CONCLUSÃO GERAL

O capm é um software de código aberto que disponibiliza métodos quantitativos focados no manejo populacional de animais de companhia. O capm foi especificamente desenvolvido para dar suporte a um fluxo de trabalho prático que permite coletar informações para caracterizar populações, analisar essas informações para propor intervenções e avaliar o efeito das intervenções. É um software que pode ser incorporado na rotina de trabalho dos setores envolvidos no manejo populacional de animais de companhia e espera-se que facilite a produção de informações de qualidade e que seja um passo no caminho da construção de sistemas de informação para populações de animais de companhia.

REFERÊNCIAS

- ACHA, P.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales**. Organización Panamericana de la Salud, Washington, 1 ed. 2001.
- ACOSTA-JAMETT, G.; CHALMERS, W.S.K.; CUNNINGHAM, A.A.; CLEAVELAND, S.; HANDEL, I.G.; DE C BRONSVOORT, B.M. Urban domestic dog populations as a source of canine distemper virus for wild carnivores in the Coquimbo region of Chile. **Veterinary microbiology**, vol. 152, no. 3-4: pp. 247–57. 2011.
- ACOSTA-JAMETT, G.; CLEAVELAND, S.; CUNNINGHAM, A.; BRONSVOORT, B. Demography of domestic dogs in rural and urban areas of the Coquimbo region of Chile and implications for disease transmission. **Preventive veterinary medicine**, vol. 94, no. 3-4: pp. 272–281. 2010.
- AKAMINE, L.; AMAKU, M. **Modelagem do efeito da esterilização no controle da população canina**. Ph.D. thesis, University of São Paulo. 2012.
- ALIE, K.; DAVIS, B.W.; FIELDING, W.J.; MALDONADO, F.G. Attitudes towards Dogs and Other "Pets" in Roseau, Dominica. **Anthrozoös: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, vol. 20, no. 2: pp. 143–154. 2007.
- AMAKU, M.; DIAS, R.; FERREIRA, F. Dinâmica populacional canina: potenciais efeitos de campanhas de esterilização. **Revista Panamericana de Salud Pública**, vol. 25, no. 4: pp. 300–304. 2009.
- AMAKU, M.; DIAS, R.A.; FERREIRA, F. Dynamics and Control of Stray Dog Populations. **Mathematical Population Studies**, vol. 17, no. 2: pp. 69–78. 2010.
- AVMA. A community approach to dog bite prevention. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 218, no. 11: pp. 1732–49. 2001.
- AVMA. **One Health Initiative Task Force: Final Report**. Tech. rep., American Veterinary Medical Association. 2008.
- BARKER, S.; KNISELY, J. Exploratory study of stressbuffering response patterns from interaction with a therapy dog. **Anthrozoös: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, vol. 23, no. 1: pp. 79–92. 2010.
- BERNSTEIN, B. The human-cat relationship. In: I. Rochlitz, ed., **The Welfare of Cats**, Springer, Dordrecht, chap. 3, pp. 47–90. 2005.
- BRAUN, C.; STANGLER, T.; NARVESON, J.; PETTINGELL, S. Animal-assisted therapy as a pain relief intervention for children. **Complementary therapies in clinical practice**, vol. 15, no. 2: pp. 105–9. 2009.
- CANATTO, B.D. **Caracterização das populações de cães e gatos domiciliadas no município de São Paulo**. Dissertação (mestrado em epidemiologia experimental aplicada às zoonoses), Universidade de São Paulo. 2010.
- CANATTO, B.D.; SILVA, E.A.; BERNARDI, F.; PARANHOS, N.T.; DIAS, R.A. Caracterização demográfica das populações de cães e gatos supervisionados do município de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 64, no. 6: pp. 1515–1523. 2012.

- CARTER, C.N. Pet population control: Another decade without solutions? **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 197, no. 2: pp. 192–195. 1990.
- CASEY, R.A.; VANDENBUSSCHE, S.; BRADSHAW, J.W.; ROBERTS, M.A. Reasons for Relinquishment and Return of Domestic Cats (*Felis Silvestris Catus*) to Rescue Shelters in the UK. **Anthrozoos: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, vol. 22, no. 4: pp. 347–358. 2009.
- CLUTTON-BROCK, J. Origins of the dog: domestication and early history. In: J. Serpell, ed., **The Domestic Dog, its evolution, behaviour and interaction with people.**, Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, chap. 2, pp. 7–19. 1995.
- COLEMAN, K.J.; ROSENBERG, D.E.; CONWAY, T.L.; SALLIS, J.F.; SAELENS, B.E.; FRANK, L.D.; CAIN, K. Physical activity, weight status, and neighborhood characteristics of dog walkers. **Preventive medicine**, vol. 47, no. 3: pp. 309–12. 2008.
- DAVLIN, S.L.; VONVILLE, H.M. Canine rabies vaccination and domestic dog population characteristics in the developing world: a systematic review. **Vaccine**, vol. 30, no. 24: pp. 3492–502. 2012.
- DI NARDO, A.; CANDELORO, L.; BUDKE, C.; SLATER, M. Modeling the effect of sterilization rate on owned dog population size in central Italy. **Preventive veterinary medicine**, vol. 82, no. 3-4: pp. 308–313. 2007.
- DIAS, R.; GARCIA, R.; SILVA, D. Estimate of the owned canine and feline populations in urban area in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, vol. 38, no. 4: pp. 565–570. 2004.
- DIESEL, G.; PFEIFFER, D.U.; BRODBELT, D. Factors affecting the success of rehoming dogs in the UK during 2005. **Preventive veterinary medicine**, vol. 84, no. 3-4: pp. 228–41. 2008.
- DOTSON, M.; HYATT, E. Understanding dog–human companionship. **Journal of Business Research**, vol. 61, no. 5: pp. 457–466. 2008.
- DOWNES, M.; CANTY, M.J.; MORE, S.J. Demography of the pet dog and cat population on the island of Ireland and human factors influencing pet ownership. **Preventive veterinary medicine**, vol. 92, no. 1-2: pp. 140–9. 2009.
- DOWNES, M.J.; DEAN, R.S.; STAVISKY, J.H.; ADAMS, V.J.; GRINDLAY, D.J.C.; BRENNAN, M.L. Methods used to estimate the size of the owned cat and dog population: a systematic review. **BMC veterinary research**, vol. 9, no. 1: p. 121. 2013.
- EILTS, B.E. Pregnancy termination in the bitch and queen. **Clinical techniques in small animal practice**, vol. 17, no. 3: pp. 116–23. 2002.
- ELLIOTT, R.; TORIBIO, J.A.L.; WIGNEY, D. The Greyhound Adoption Program (GAP) in Australia and New Zealand: A survey of owners' experiences with their greyhounds one month after adoption. **Applied Animal Behaviour Science**, vol. 124, no. 3-4: pp. 121–135. 2010.
- ER, A.C.; MOORTHY, R.; LYNDON, N.; SELVADURAI, S.; CHONG, S.T.; ADAM, J.H. Perception of Local Community Towards Community-Based Ecotourism. **Advances in Natural and Applied Sciences**, vol. 6, no. 2: pp. 213–218. 2012.
- FARNWORTH, M.; CAMPBELL, J.; NJ, A. What's in a Name? Perceptions of Stray and Feral Cat Welfare and Control in Aotearoa, New Zealand. **Anthrozoös: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, , no. February 2013: pp. 37–41. 2011.

- FERREIRA, F. **Avaliação do impacto das esterilizações e/ou sacrifício no controle de populações de cães através de um método matricial de crescimento populacional.** Livre docencia, Sao Paulo. 2010.
- FIELDING, W.; PLUMRIDGE, S. Characteristics of owned dogs on the island of New Providence, The Bahamas. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 8, no. 4: pp. 245–260. 2005.
- FOURNIER, A.; GELLER, E. Behavior analysis of companion-animal overpopulation: A conceptualization of the problem and suggestions for intervention. **Behavior and Social Issues**, vol. 68: pp. 51–68. 2004.
- FRANK, J. An interactive model of human and companion animal dynamics: the ecology and economics of dog overpopulation and the human costs of addressing the problem. **Human Ecology**, vol. 32, no. 1: pp. 107–130. 2004.
- GALETTI, M.; SAZIMA, I. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Natureza & Conservação**, vol. 4, no. 1: pp. 58–63. 2006.
- GARCIA, R. **Estudo da dinâmica populacional canina e felina e avaliação de ações para o equilíbrio dessas populações em área da cidade de São Paulo, SP, Brasil Tese.** Tese (doutorado em epidemiologia experimental aplicada às zoonoses, Universidade de Sao Paulo. 2009.
- GARCIA, R.; CALDERÓN, N.; FERREIRA, F. Consolidação de diretrizes internacionais de manejo de populações caninas em áreas urbanas e proposta de indicadores para seu gerenciamento. **Rev Panam Salud Publica**, vol. 32, no. 2: pp. 140–144. 2012.
- GERSHMAN, K.A.; SACKS, J.J.; WRIGHT, J.C. Which dogs bite? A case-control study of risk factors. **Pediatrics**, vol. 93, no. 6 Pt 1: pp. 913–917. 1994.
- GREENACRE, M. **Correspondence analysis in practice.** Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, second edi ed. 2007, 280 pp.
- HAMBY, D. A review of techniques for parameter sensitivity analysis of environmental models. **Environmental Monitoring and Assessment**, vol. 32: pp. 135–154. 1994.
- HENDERSON, R.H.; SUNDARESAN, T. Cluster sampling to assess immunization coverage: a review of experience with a simplified sampling method. **Bulletin of the World Health Organization**, vol. 60, no. 2: pp. 253–60. 1982.
- HIRSCHMAN, E. Consumers and their animal companions. **Journal of Consumer Research**, vol. 20, no. 4: pp. 616–632. 1994.
- HOLBROOK, M.; STEPHENS, D.; DAY, E.; HOLBROOK, S.; STRAZAR, G. A collective stereographic photo essay on key aspects of animal companionship: the truth about dogs and cats. **Academy of Marketing Science Review**, vol. 1, no. 1: pp. 1–17. 2001.
- HSU, Y.; SEVERINGHAUS, L.; SERPELL, J. Dog keeping in Taiwan: its contribution to the problem of free-roaming dogs. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 6, no. 1: pp. 1–23. 2003.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010 - Agregado por setores censitário do universo.** Tech. rep., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010.
- KITALA, P.; MCDERMOTT, J.; KYULE, M.; GATHUMA, J.; PERRY, B.; WANDELER, A. Dog ecology and demography information to support the planning of rabies control in Machakos District, Kenya. **Acta tropica**, vol. 78, no. 3: pp. 217–30. 2001.

- KOVAA, Z.; BULUCZ, J. An exploratory study of the effect of animal-assisted therapy on nonverbal communication in three schizophrenic patients. **Anthrozoös: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, vol. 19, no. 4: pp. 353–365. 2006.
- KUTZLER, M.; WOOD, A. Non-surgical methods of contraception and sterilization. **Theriogenology**, vol. 66, no. 3: pp. 514–25. 2006.
- LAFRANCE, C.; GARCIA, L.J.; LABRECHE, J. The effect of a therapy dog on the communication skills of an adult with aphasia. **Journal of communication disorders**, vol. 40, no. 3: pp. 215–24. 2007.
- LESLIE, B.E.; MEEK, A.H.; KAWASH, G.F.; MCKEOWN, D.B. An epidemiological investigation of pet ownership in Ontario. **The Canadian veterinary journal La revue vétérinaire canadienne**, vol. 35, no. 4: pp. 218–22. 1994.
- LEVY, P.; LEMESHOW, S. **Sampling of populations: Methods and applications**. John Wiley and Sons, Inc, 2 ed. 2008, 576 pp.
- LOONEY, A.; BOHLING, M. The Association of Shelter Veterinarians veterinary medical care guidelines for spay-neuter programs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 233, no. 1: pp. 74–86. 2008.
- LUMLEY, T. **Survey sampling, a guide to analysis using R**. John Wiley and Sons, Inc, New Jersey, first edit ed. 2010, 275 pp.
- LUNNEY, M.; JONES, A.; STILES, E.; WALTNER-TOEWS, D. Assessing human-dog conflicts in Todos Santos, Guatemala: bite incidences and public perception. **Preventive veterinary medicine**, vol. 102, no. 4: pp. 315–20. 2011.
- MARSTON, L.C.; BENNETT, P.C.; COLEMAN, G.J. What happens to shelter dogs? An analysis of data for 1 year from three Australian shelters. 2004.
- MATOS, M.; ALVES, M. São Paulo Pasteur Institute Technique for estimating a canine population. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 18, no. 5: pp. 1423–1428. 2002.
- MESSAM, L.L.M.; KASS, P.H.; CHOMEL, B.B.; HART, L.A. The human-canine environment: a risk factor for non-play bites? **Veterinary journal London England 1997**, vol. 177, no. 2: pp. 205–215. 2008.
- MILLER, D.D.; STAATS, S.R.; PARTLO, C.; RADA, K. Factors associated with the decision to surrender a pet to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 4: pp. 738–742. 1996.
- NASSAR, R.; FLUKE, M. Pet population dynamics and community planning for animal welfare and animal control. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 198, no. 7: pp. 1160–1163. 1991.
- NEILSON, J.; ECKSTEIN, R.; HART, B. Effects of castration on problem behaviors in male dogs with reference to age and duration of behavior. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 211: pp. 180–182. 1997.
- NENADIC, O.; GREENACRE, M. Correspondence analysis in R, with two-and three-dimensional graphics: The ca package. **Journal of Statistical Software**, vol. 20, no. 3: pp. 1–13. 2007.

- NEW, J.C.; SALMAN, M.D.; SCARLETT, J.M.; KASS, P.H.; VAUGHN, J.A.; SCHERR, S.; KELCH, W.J. Moving: characteristics of dogs and cats and those relinquishing them to 12 U.S. animal shelters. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, vol. 2, no. 2: pp. 83–95. 1999.
- NEW, J.; SALMAN, M.D.; KING, M.; SCARLETT, J.; KASS, P.; HUTCHISON, J. Characteristics of Shelter-Relinquished Animals and Their Owners Compared With Animals and Their Owners in U.S. Pet-Owning Households. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 3, no. 3: pp. 179–201. 2000.
- NIMER, J.; LUNDAHL, B. Animal-assisted therapy: A meta-analysis. **Anthrozoös: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, vol. 20, no. 3: pp. 225–238. 2007.
- NUNES, C.M.; LIMA, V.M.F.D.; PAULA, H.B.D.; PERRI, S.H.V.; ANDRADE, A.M.D.; DIAS, F.E.F.; BURATTINI, M.N. Dog culling and replacement in an area endemic for visceral leishmaniasis in Brazil. **Veterinary parasitology**, vol. 153, no. 1-2: pp. 19–23. 2008.
- OIE. **OIE Terrestrial Animal Health Code - Stray dog population control**. Tech. rep., OIE. 2010.
- OLIVEIRA, E.C.S.; MOURA, M.R.P.; DE SÁ, M.J.C.; SILVA, V.A.; KASTELIC, J.P.; DOUGLAS, R.H.; MARQUES, A.P. Permanent contraception of dogs induced with intratesticular injection of a Zinc Gluconate-based solution. **Theriogenology**, vol. 77, no. 6: pp. 1056–63. 2012.
- PARANHOS, N.T. **Estudo das populações canina e felina em domicílio, Município de São Paulo, 2001**. Dissertação (mestrado em saúde pública), Universidade de Sao Paulo. 2002.
- PATRONEK, G.J.; GLICKMAN, L.T.; BECK, A.M.; MCCABE, G.P.; ECKER, C. Risk factors for relinquishment of cats to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 3: pp. 582–588. 1996a.
- PATRONEK, G.J.; GLICKMAN, L.T.; BECK, A.M.; MCCABE, G.P.; ECKER, C. Risk factors for relinquishment of dogs to an animal shelter. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 209, no. 3: pp. 572–581. 1996b.
- PATRONEK, G.; BECK, A.M.; GLICKMAN, L. Dynamics of dog and cat populations in a community. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, vol. 210, no. 5: pp. 637–642. 1997.
- PODBERSCEK, A.L. Positive and Negative Aspects of Our Relationship with Companion Animals. **Veterinary Research Communications**, vol. 30, no. S1: pp. 21–27. 2006.
- POSS, J.E.; BADER, J.O. Attitudes toward companion animals among Hispanic residents of a Texas border community. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, vol. 10, no. 3: pp. 243–53. 2007.
- PREVIDE, E.P.; P, V. EFFECT OF ABANDONMENT ON ATTACHMENT BEHAVIOR OF ADULT PET DOGS. **Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research**, vol. 2, no. 3: pp. 87–88. 2007.
- PULCZER, A.S.; JONES-BITTON, A.; WALTNER-TOEWS, D.; DEWEY, C.E. Owned dog demography in Todos Santos Cuchumatán, Guatemala. **Preventive veterinary medicine**, vol. 108, no. 2-3: pp. 209–17. 2013.

- R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2015.
- REICHERT, P.; KFINSCH, H.R. Practical identifiability analysis of large environmental simulation models. **Water Resources Research**, vol. 37, no. 4: pp. 1015–1030. 2001.
- REVOLUTION ANALYTICS. doMC: Foreach parallel adaptor for the multicore package. 2014.
- REVOLUTION ANALYTICS; WESTON, S. foreach: Foreach looping construct for R. 2014.
- SALMAN, M.; HUTCHISON, J.; RUCH-GALLIE, R.; KOGAN, L.; NEW, J.; KASS, P.; SCARLETT, J. Behavioral Reasons for Relinquishment of Dogs and Cats to 12 Shelters. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, vol. 3, no. 2: pp. 93–106. 2000.
- SANTOS BAQUERO, O.; AMAKU, M.; FERREIRA, F. capm: an R package for Companion Animal Population Management. 2015.
- SARIS, W.E.; GALLHOFER, I.N. **Design, evaluation, and analysis of questionnaires for survey research**. Wiley-Interscience, New Jersey. 2007, 548 pp.
- SCARLETT, J.M.; SALMAN, M.D.; NEW, J.G.; KASS, P.H. Reasons for relinquishment of companion animals in U.S. animal shelters: selected health and personal issues. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, vol. 2, no. 1: pp. 41–57. 1999.
- SCARLETT, J.M. Interface of epidemiology, pet population issues and policy. **Preventive veterinary medicine**, vol. 86, no. 3-4: pp. 188–97. 2008.
- SERPELL, J. Introduction. In: J. Serpell, ed., **The Domestic Dog, its evolution, behaviour and interaction with people.**, Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, chap. 1, pp. 1–7. 1995.
- SHORE, E.R. Returning a recently adopted companion animal: adopters' reasons for and reactions to the failed adoption experience. **Journal of applied animal welfare science : JAAWS**, vol. 8, no. 3: pp. 187–98. 2005.
- SKALSKI, J.R.; RYDING, K.E.; MILLSPAUGH, J. **Wildlife Demography: Analysis of Sex, Age, and Count Data**. Academic Press, first edit ed. 2005.
- SLATER, M.R. The role of veterinary epidemiology in the study of free-roaming dogs and cats. **Preventive veterinary medicine**, vol. 48, no. 4: pp. 273–86. 2001.
- SLATER, M.R.; DI NARDO, A.; PEDICONI, O.; VILLA, P.D.; CANDELORO, L.; ALESSANDRINI, B.; DEL PAPA, S. Cat and dog ownership and management patterns in central Italy. **Preventive veterinary medicine**, vol. 85, no. 3-4: pp. 267–94. 2008a.
- SLATER, M.R.; DI NARDO, A.; PEDICONI, O.; VILLA, P.D.; CANDELORO, L.; ALESSANDRINI, B.; DEL PAPA, S. Free-roaming dogs and cats in central Italy: public perceptions of the problem. **Preventive veterinary medicine**, vol. 84, no. 1-2: pp. 27–47. 2008b.
- SOETAERT, K.; PETZOLDT, T. Inverse modelling, sensitivity and monte carlo analysis in R using package FME. **Journal of Statistical Software**, vol. 33, no. 3: pp. 1–28. 2010.
- STAFFORD, K. Free Living Dogs. In: K. Stafford, ed., **The Welfare of Dogs**, Dordrecht, chap. 2, pp. 31 – 54. 2007.
- THRUSFIELD, M. **Veterinary Epidemiology**. Wiley-Blackwell, third edit ed. 2007, 624 pp.

UNITED NATIONS. **Household Sample Surveys in Developing and Transition Countries**. 96. New York. 2005.

VAN BOVEN, L.; WHITE, K.; HUBER, M. Immediacy bias in emotion perception: current emotions seem more intense than previous emotions. **Journal of experimental psychology General**, vol. 138, no. 3: pp. 368–82. 2009.

WESLEY, M. Animal-assisted therapy in the treatment of substance dependence. **Anthrozoös: A Multidisciplinary Journal of The Interactions of People & Animals**, vol. 22, no. 2: pp. 137–148. 2009.

WICKHAM, H. **ggplot2: elegant graphics for data analysis**. Springer, New York. 2009.

WICKHAM, H.; FRANCOIS, R. **dplyr: A Grammar of Data Manipulation**. 2015.

WOLFF, A.I.; FRISHMAN, W.H. Animal-assisted therapy in cardiovascular disease. **Seminars in Integrative Medicine**, vol. 2, no. 4: pp. 131–134. 2004.

APÊNDICE A - Questionário para coletar informações de parâmetros da dinâmica populacional de cães e gatos domiciliados

1. Dados gerais

Código do setor censitário:	Endereço:
Data:	Tem cães ou gatos?
Entrevista: (atendida), (recusa), (casa fechada), (casa desocupada)	Quantas pessoas moram no domicílio?
Entrevistador:	Celular:
Entrevistado:	E-mail:

2. Animais presentes no domicílio

Nome	Espécie	Sexo	Idade	Castrado	Sai sozinho à rua?	Aquisição	Município e estado de aquisição	Perdeu animais nos 12m prévios à aquisição?	N de filhotes nos u12
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)(u12)	(sim)(não)	(co)(ad)(ga)(u12)(ca)		(sim)(não)	
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)(u12)	(sim)(não)	(co)(ad)(ga)(u12)(ca)		(sim)(não)	
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)(u12)	(sim)(não)	(co)(ad)(ga)(u12)(ca)		(sim)(não)	
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)(u12)	(sim)(não)	(co)(ad)(ga)(u12)(ca)		(sim)(não)	
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)(u12)	(sim)(não)	(co)(ad)(ga)(u12)(ca)		(sim)(não)	
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)(u12)	(sim)(não)	(co)(ad)(ga)(u12)(ca)		(sim)(não)	
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)(u12)	(sim)(não)	(co)(ad)(ga)(u12)(ca)		(sim)(não)	

3. Animais que moraram no domicílio nos últimos 12 meses mas não atualmente

Nome	Espécie	Sexo	Idade	Castrado	Destino
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)	(pe)(mo)(do)(ve)(ab)
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)	(pe)(mo)(do)(ve)(ab)
	(c)(g)	(f)(m)		(sim)(não)	(pe)(mo)(do)(ve)(ab)

4. Alguma das seguintes opções é a razão pela qual não castrou o seu animal?	é perigoso para o animal (c)(g), custo da castração (c)(g), falta de tempo (c)(g), quer crias do animal (c)(g), outros:
5. Qual o destino mais frequente dos cães/gatos que têm dono?	desaparecimento (c)(g), abandono (c)(g), morte (c)(g), doação (c)(g), outros:
6. Se um cão/gato destrói uma coisa cara, o dono geralmente:	o castiga (c)(g), o educa sem castigos (c)(g), o doa (c)(g), o abandona (c)(g), outros:
7. Existe alguma razão pela qual abandonaria seu próprio animal?	

Considerações e informações adicionais¹

Objetivo: coletar informações necessárias para estruturar, implementar e avaliar um programa de manejo populacional de cães e gatos.

Abreviações: **c:** cão; **g:** gato; **f:** fêmea; **m:** macho; **u12:** últimos 12 meses, contando desde o momento da entrevista; **co:** comprou em petshop ou criadouro; **ad:** adotou em CCZ ou em ONG; **ga:** ganhou de outra pessoa; **ca:** animal estava castrado quando foi adquirido; **pe:** perdeu-se; **mo:** morreu; **do:** foi doado; **ve:** foi vendido; **ab:** foi abandonado.

Considerações

1. O entrevistador deve ser extremamente respeitoso e gentil e explicar brevemente para o entrevistado o objetivo do questionário.
2. Se o entrevistado não tiver a resposta para alguma das perguntas, riscar a casela inteira. O entrevistador **não deve induzir** nenhuma resposta.
3. Se na seção 1, a resposta para a pergunta Tem cães ou gatos é "não", pular a seção 2.
4. A seção 2 tem 7 linhas (horizontais). Cada linha deve ter informação de um único animal (preencher uma linha por vez).
5. Na coluna Idade, especificar **sempre** se trata-se de anos ou meses.
6. Na coluna Castrado, perguntar se a castração foi nos últimos 12 meses, para os animais castrados.
7. Na coluna Aquisição, perguntar se o animal foi comprado em petshop ou criadouro, se foi adotado em CCZ ou ONG, se ganhou de alguém, se a aquisição foi nos últimos 12 meses e se o animal estava castrado quando foi adquirido.
8. Na coluna Município e estado de aquisição, escreva por extenso o município onde foi adquirido o animal e a continuação, coloque as iniciais do estado entre parenteses.
9. Na coluna N° de filhotes nos u12, especificar apenas o número de filhotes que as fêmeas tiveram nos últimos 12 meses.
10. Após preencher a seção 2, perguntar se nos últimos 12 meses houve animais que já não estão no domicílio. Se a resposta for positiva, usar a tabela da seção 3.
11. Se nas seções 2 ou 3 a quantidade de linhas é insuficiente para a quantidade de animais, usar outra folha e escrever em alguma parte da folha que trata-se de uma continuação.
12. Nas seções 4 a 6, dizer para o(a) entrevistado(a) que pode escolher mais de uma opção.
13. Nas seções 5 e 6, fazer a pergunta primeiro para cães e depois para gatos (separadamente).
14. Na seção 7, perguntar de forma hipotética (ex. Se o(a) senhor(a) tivesse um cão ou gato, existiria alguma razão pela qual o abandonaria?).
15. As seções 5 a 7 devem ser aplicadas inclusive nos entrevistados que não tem cães ou gatos.

¹Dúvidas e formato L^AT_EX do questionário: Oswaldo Santos Baquero (oswaldosant@gmail.com)