



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Instituto de Estudos em Saúde Coletiva



IMS  
INSTITUTO  
DE MEDICINA  
SOCIAL

# EFETIVIDADE DAS ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DA LEISHMANIOSE VISCERAL NO BRASIL

# EFEITOS DE INTERVENÇÕES

- **Eficácia**: até que ponto uma intervenção, procedimento, regime ou serviço específico produz um resultado benéfico sob **condições ideais**
- **Efetividade**: até que ponto uma intervenção, procedimento, regime ou serviço específico produz um resultado benéfico quando implantado nas **circunstâncias habituais de vida e prática**
- **Eficiência**: até que ponto os **recursos** usados para fornecer uma intervenção específica, procedimento, serviço ou política de eficácia ou eficácia conhecidas **são minimizados**.

# **BASES TEÓRICO-CONCEITUAIS PARA AVALIAÇÃO DE INTERVENÇÕES EM LV**

**Para ser útil no controle, uma intervenção  
deve ser capaz de reduzir o potencial de  
transmissão**



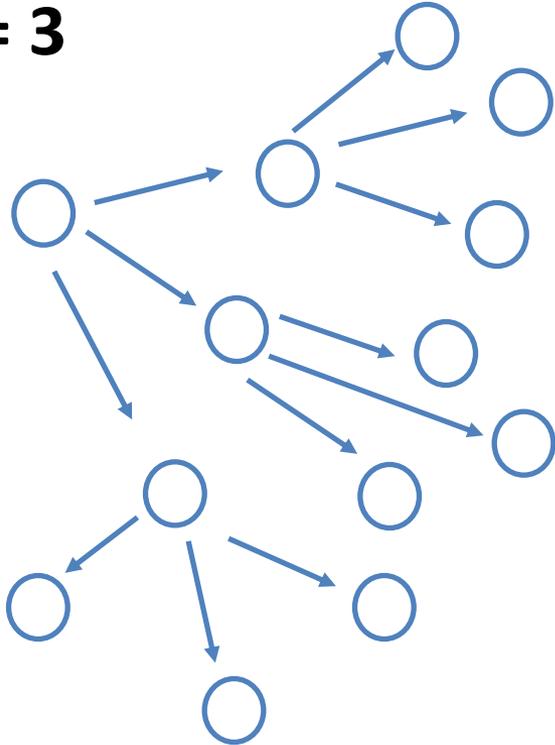
**Número de reprodução da infecção ( $R_0$ )**

# NÚMERO DE REPRODUÇÃO BÁSICO ( $R_0$ )

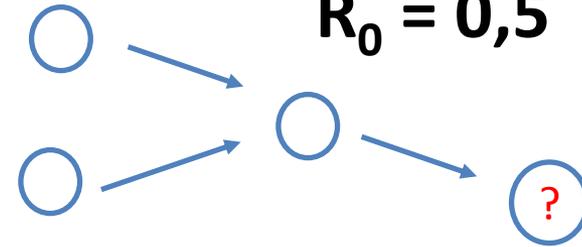
**Número de casos secundários produzidos por um único caso, durante todo o seu período de infectividade, quando introduzido em uma população totalmente susceptível**

# NÚMERO DE REPRODUÇÃO BÁSICO ( $R_0$ )

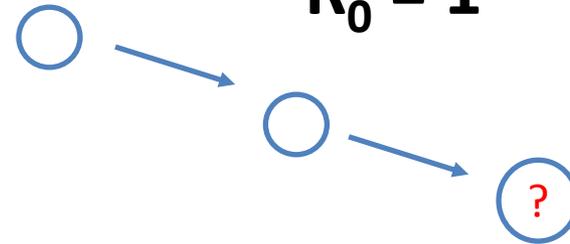
$R_0 = 3$



$R_0 = 0,5$

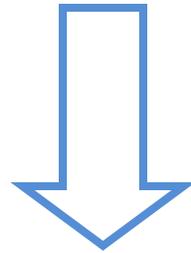


$R_0 = 1$



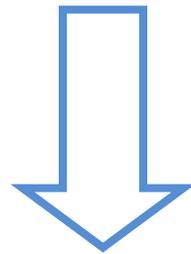
- O número de reprodução básico quantifica o potencial de transmissão de um agente infeccioso
- $R_0$  informa sobre a dificuldade para se erradicar uma infecção
- É mais fácil erradicar doenças com  $R_0$  baixo (sarampo  $\approx 15$ , varíola  $\approx 5$ , malária  $\approx 80$ )

# Condição necessária para uma doença disseminar



$$R_0 > 1$$

**Prevenir a expansão de uma  
doença é...**



$$R_0 < 1$$

# NÚMERO DE REPRODUÇÃO BÁSICO DA LV NA POPULAÇÃO CANINA

$$R_0 \propto \left( \begin{array}{l} \text{Número de} \\ \text{contatos} \\ \text{infectantes} \\ \text{potenciais em} \\ \text{média um} \\ \text{reservatório tem} \\ \text{por unidade de} \\ \text{tempo} \end{array} \right) \times \left( \begin{array}{l} \text{Risco de} \\ \text{transmissão} \\ \text{por contato} \end{array} \right) \times \left( \begin{array}{l} \text{Duração da} \\ \text{infectividade} \\ \text{em um} \\ \text{reservatório} \\ \text{infectado} \end{array} \right)$$

Função da capacidade  
vetorial ( $C_D$ ) e da % de  
cães nascidos susceptíveis

Medidas de controle que reduzam qualquer um destes  
componentes poderão ter efeito

# $R_0$ DA LV NA POPULAÇÃO CANINA

- **Algumas estimativas disponíveis:**
  - **1,09 – 1,29 (Costa et al., 2013)**
  - **5,39 (Burattini et al., 1998)**
  - **5,9 (Quinnel et al., 1997)**
  - **8,9 (Courtenay et al., 2002)**
  - **~11 (Dye et al., 1992)**
  - **~10 (Dye, 1996)**

# INCIDÊNCIA DE LV EM HUMANOS ( $I_H$ )

- $I_H$  depende de:

- Capacidade vetorial

- Abundância de flebotomíneos
- Preferência alimentar dos flebotomíneos
- Competência vetorial para transmitir *L. infantum*
- Expectativa de vida dos flebotomíneos

} Taxa de picadas

- Número de cães infectantes

- Duração da infectividade dos cães

- Susceptibilidade da população canina

- Probabilidade de transmissão a cada picada

- Suceptibilidade da população humana

# INTUIÇÕES A PARTIR DA $I_H$

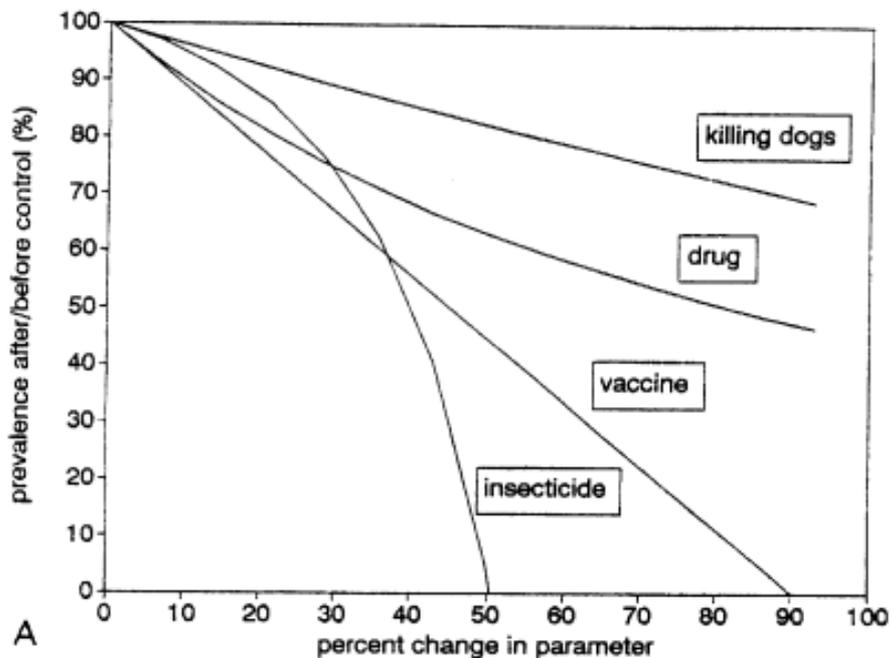
- **Controle vetorial:** ↓ longevidade do flebotomíneo, que é o maior componente da capacidade vetorial
- **Eliminação de cães:** ↓ expectativa de vida da população canina
- **Vacinação de cães:** ↓ a proporção de cães susceptíveis e/ou ↓ a infectividade
- **Tratamento canino:** ↓ o risco de transmissão por contato
- **Coleira impregnada com inseticida:** ↓ contato entre infectantes e susceptível (taxa de picadas) e a longevidade do flebotomíneo
- **Mosquiteiros:** ↓ contato entre infectantes e susceptível (taxa de picadas)
- **Manejo ambiental:** ↓ a abundância do vetor
- **Vacinação humana:** ↓ a susceptibilidade da população humana

# MAS OS EFEITOS ESPERADOS SÃO DIFERENTES...

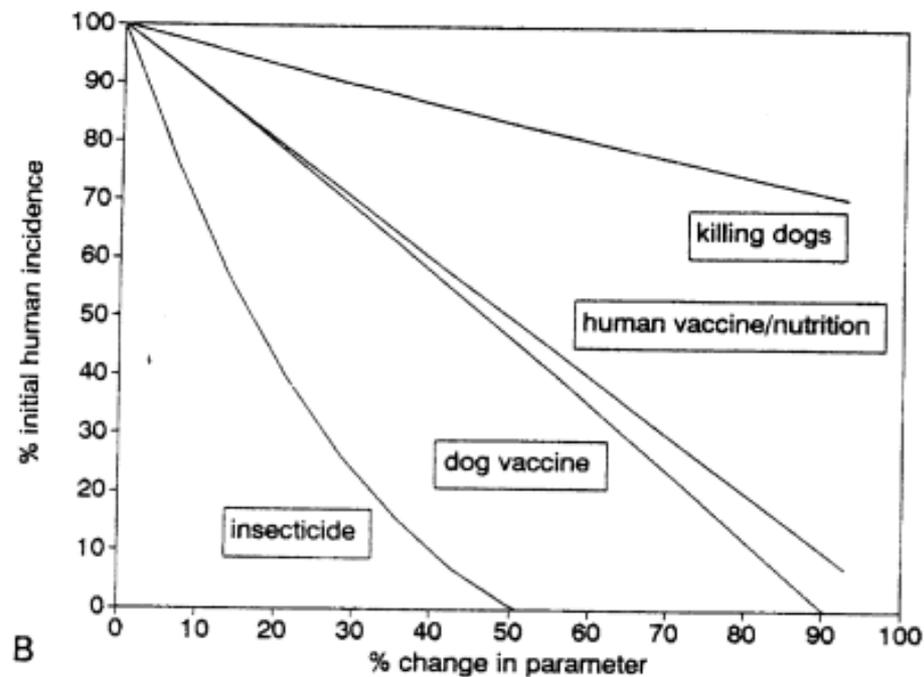
- A redução da capacidade vetorial tem sido descrita como o método mais potente para redução da transmissão porque seu impacto no  $R_0$  é exponencial
- As outras estratégias teriam um efeito menor (mais próximo do linear), ou seja, reduções substanciais da transmissão dependeriam de intervenções efetivas em larga escala

# RESULTADOS DE UM MODELO CLÁSSICO

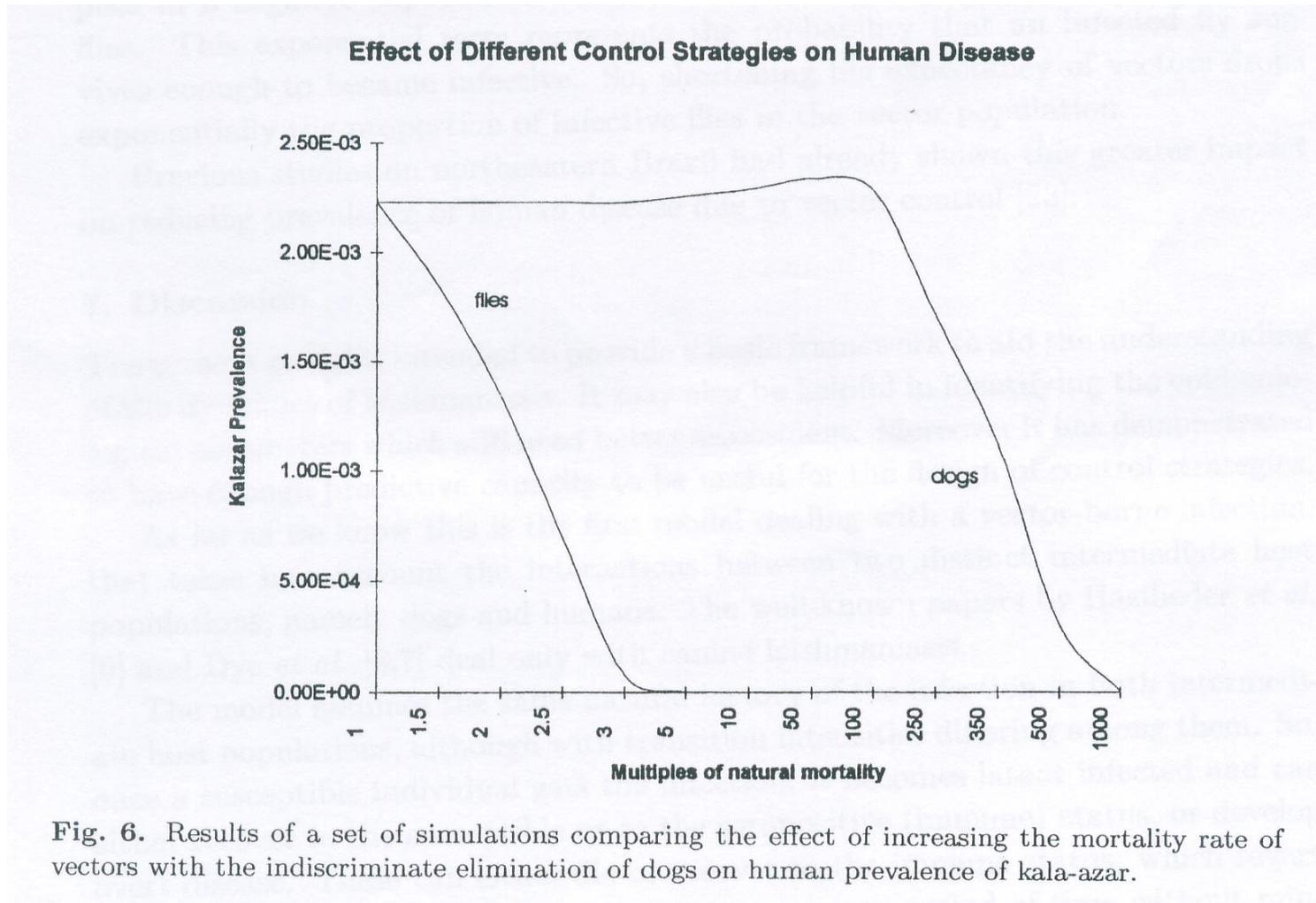
Cães



Humanos



# OUTROS RESULTADOS SIMILARES



**Fig. 6.** Results of a set of simulations comparing the effect of increasing the mortality rate of vectors with the indiscriminate elimination of dogs on human prevalence of kala-azar.

# TEORIA VS. PRÁTICA

**“NA TEORIA, TEORIA E PRÁTICA SÃO A  
MESMA COISA.  
NA PRÁTICA, SÃO DIFERENTES.”**

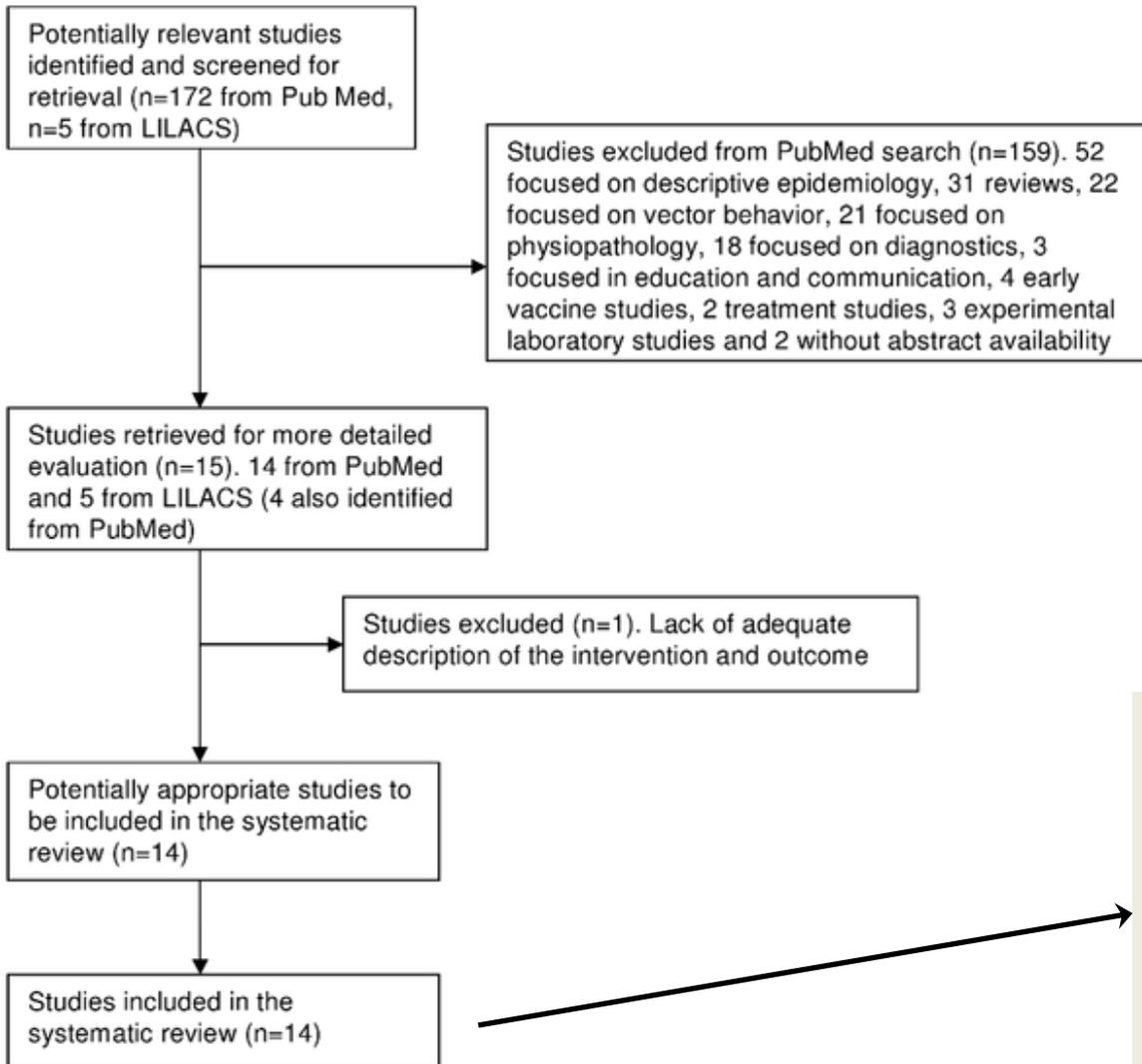
**Albert Einstein**

## Control of Visceral Leishmaniasis in Latin America—A Systematic Review

Gustavo A. S. Romero<sup>1\*</sup>, Marleen Boelaert<sup>2</sup>

**Não há evidências sólidas sobre a efetividade destas ações particularmente no cenário urbano**

# EXISTEM POUCO ESTUDOS DE INTERVENÇÃO



Romero & Boelaert, 2010

## 14 studies:

- 5 – culling infected dogs
- 4 – insecticide products
- 4 – combined interventions
- 1 – dog vaccine

# PROBLEMAS METODOLÓGICOS

- Pequeno tamanho da amostra (3 estudos)
- Ausência de randomização (3 estudos)
- Poucas unidades de comparação (2 estudos)
- Falta de comparabilidade entre as áreas de intervenção (4 estudos)
- Ausência de grupo controle (3 estudos)
- Perdas de seguimento significativas (5 estudos)
- Perda seletiva de seguimento (2 estudos)
- Outros problemas: testes diagnósticos inacurados, baixa incidência, poder estatístico insuficiente, uso de dados secundários, falta de descrição adequada das características das áreas e participantes etc...



**Falta de credibilidade científica**

# PORQUE O SACRIFÍCIO CANINO NÃO FUNCIONA NA PRÁTICA?

August 2013 | Volume 7 | Issue 8 | e2355

OPEN ACCESS Freely available online

 PLOS | NEGLECTED TROPICAL DISEASES

## Culling Dogs in Scenarios of Imperfect Control: Realistic Impact on the Prevalence of Canine Visceral Leishmaniasis

**Danielle N. C. C. Costa<sup>1\*</sup>, Cláudia T. Codeço<sup>1</sup>, Moacyr A. Silva<sup>2</sup>, Guilherme L. Werneck<sup>3</sup>**

**1** Program for Scientific Computing, Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz), Rio de Janeiro, Brazil, **2** School of Applied Mathematics (EMAP) of the Getulio Vargas Foundation (FGV), Rio de Janeiro, Brazil, **3** Department of Epidemiology, Social Medicine Institute, State University of Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil

- Não funciona mesmo?
- Em que condições poderia funcionar?

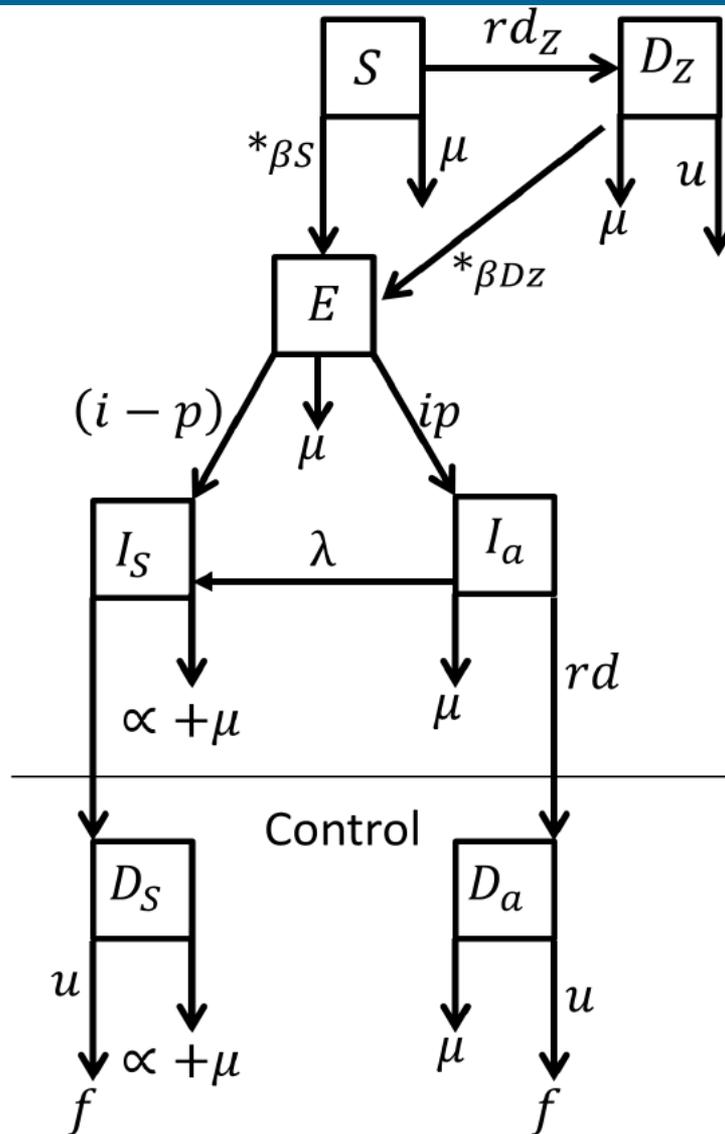
# QUESTÕES DE INTERESSE PRÁTICO NA AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DO SACRIFÍCIO CANINO

- A sensibilidade e a especificidade dos testes para diagnóstico de infecção canina são imperfeitas.
- Problemas operacionais impedem a eliminação de cães infectados imediatamente após o diagnóstico
- Nem todos os cães infectados são infectantes e o nível de infectividade pode variar de acordo com o estágio clínico da doença



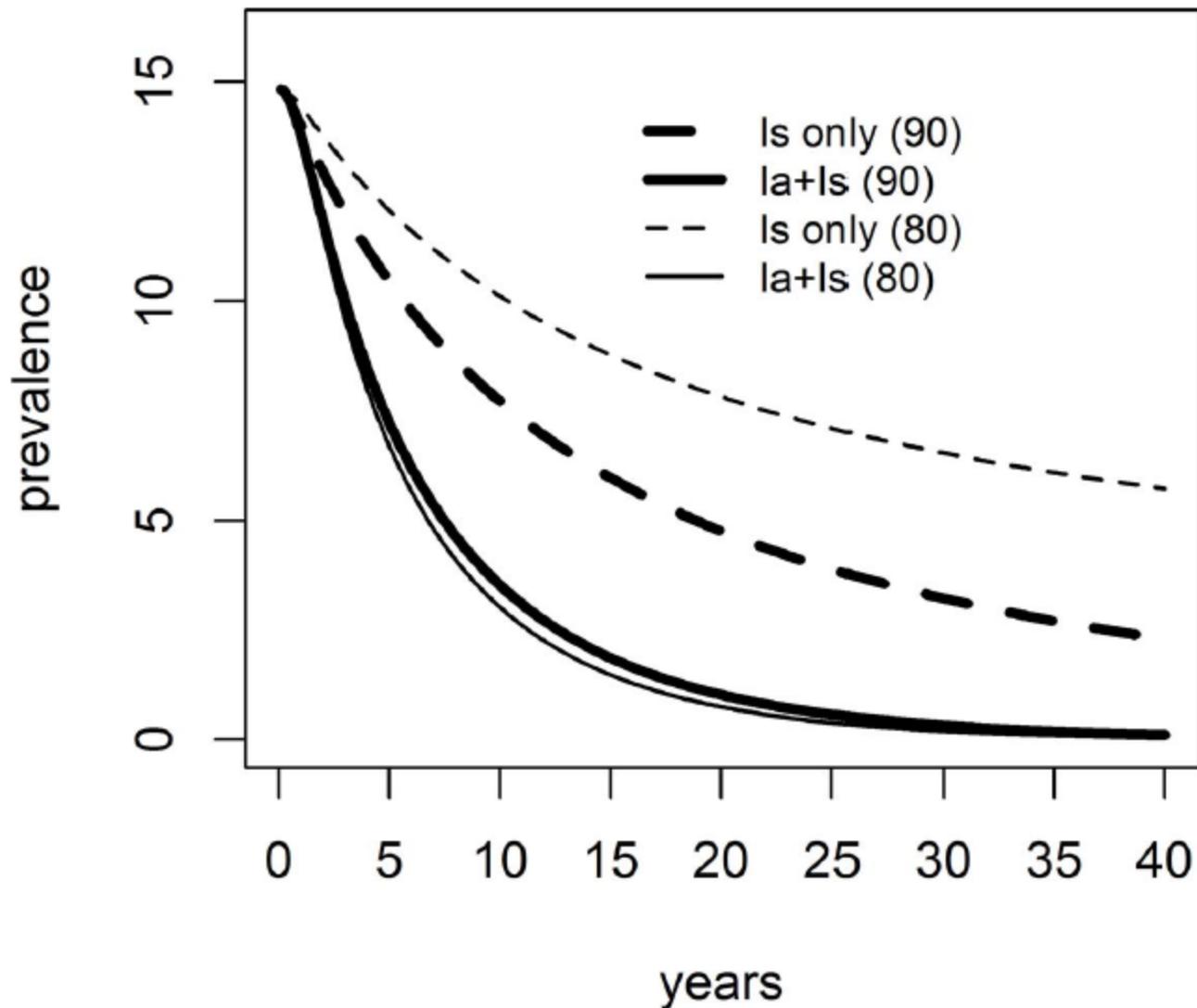
**Como afetam a efetividade do sacrifício canino?**

# O MODELO



**Figure 1. The Canine Leishmaniasis model (SEI<sub>2</sub>D).** All dogs are born susceptible (S), and become infected at a rate  $\beta S$ . Infected dogs go through a latent stage, after which a fraction evolves to an asymptomatic infection (I<sub>a</sub>) while the remaining (1-p) evolve into the symptomatic state (I<sub>S</sub>). A small fraction of asymptomatic dogs may evolve to present signs of clinical disease, which is incorporated into the model through a relapse rate " $\lambda$ ". The control program screens animals and, if laboratory positive, they move to class D<sub>a</sub> or D<sub>S</sub>, where they remain until culling. Dz class holds those erroneously classified as positive.

Costa DNCC, Codeço CT, Silva MA, Werneck GL (2013) Culling Dogs in Scenarios of Imperfect Control: Realistic Impact on the Prevalence of Canine Visceral Leishmaniasis. PLoS Negl Trop Dis 7(8): e2355.



**Figure 2. Prevalence of CVL in the higher endemicity area under four control programs differing in their target and in diagnostic test used.** “Is only” = control program targeting only symptomatic dogs, “Ia + Is” = targeting asymptomatic and symptomatic dogs; the number between parenthesis indicates the sensitivity of the diagnostic test.

**Table 2.** Results of effective control of CVL with lower value of  $R_0$ .

Control strategy		Prevalence of CVL			
Diagnostic test (%)	Target	$R_0 = 1.09$	$R_0 = 1.29$	$R_0 = 1.41$	$R_0 = 9$
		E = 100 S = 80	All	0.007	0.084
	Is	1.463	5.61	16.24	77.408
E = 90 S = 80	All	0.002	0.031	0.61	70.203
	Is	0.818	3.40	12.29	76.710
E = 80 S = 80	All	0.001	0.012	0.24	69.347
	Is	0.472	2.03	8.83	76.013
E = 80 S = 90	All	0.000	0.006	0.13	68.611
	Is	0.427	1.845	8.28	75.853
E = 90 S = 90	All	0.001	0.015	0.34	69.487
	Is	0.740	3.11	11.67	76.556

Prevalence of canine visceral leishmaniasis after 40 years of a culling program featuring 4% screening rate. Observe how the success is affected by the underlying transmission rate ( $R_0$ ), the target (Is = symptomatic dogs only, Ia + Is = symptomatic and asymptomatic dogs), and the diagnostic test's specificity and sensitivity.

# CONCLUSÕES

- Um programa contínuo de longo prazo, dirigido a cães assintomáticos e sintomáticos, deve ser efetivo no controle da leishmaniose canina em áreas de baixa a moderada transmissão.
- O sacrifício indiscriminado de cães assintomáticos com diagnóstico positivo pode comprometer a efetividade da medida, se forem utilizados testes com baixa especificidade, aumentando a chance de gerar indignação na população e levando a uma menor aderência ao programa.
- O abate canino deve ser planejado de forma acurada e implementado com responsabilidade e nunca como uma medida mecânica em larga escala.
- Em áreas com maior transmissão, o abate canino isoladamente não é uma estratégia de controle efetiva.

## Effectiveness of Insecticide Spraying and Culling of Dogs on the Incidence of *Leishmania infantum* Infection in Humans: A Cluster Randomized Trial in Teresina, Brazil

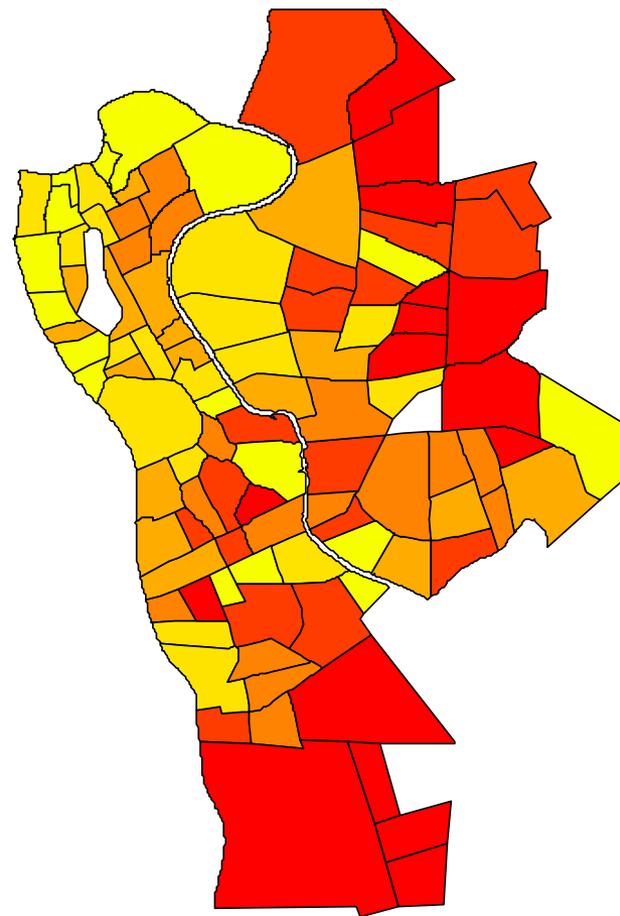
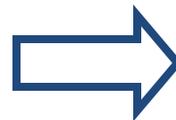
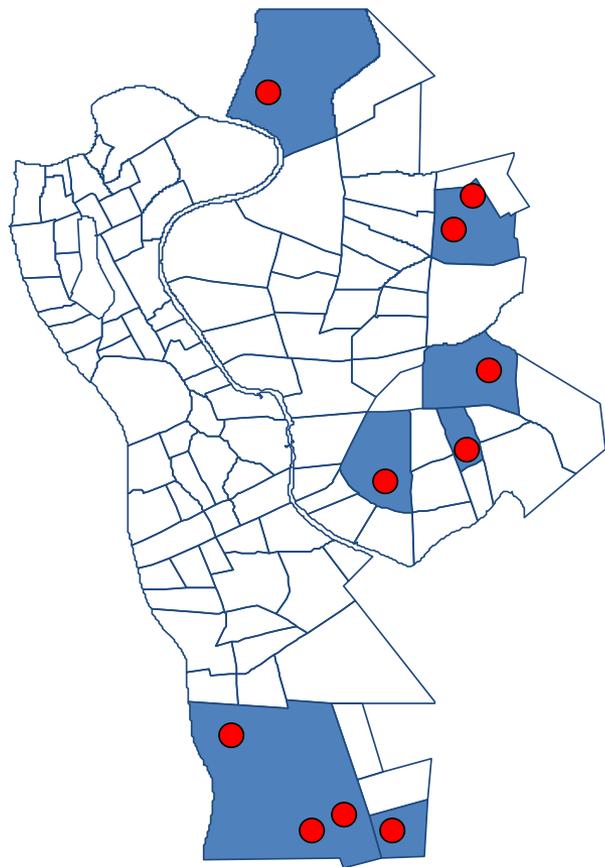
Guilherme L. Werneck<sup>1,2\*</sup>, Carlos H. N. Costa<sup>3</sup>, Fernando Aécio Amorim de Carvalho<sup>4</sup>,  
Maria do Socorro Pires e Cruz<sup>5</sup>, James H. Maguire<sup>6</sup>, Marcia C. Castro<sup>2</sup>

# OBJETIVO E DESENHO ESTUDO

- **Objetivo:** Avaliar a efetividade de estratégias de controle para a LV em área urbana
- **Desenho:** Estudo de intervenção comunitário
- **Locais de estudo:**
  - 10 localidades em 7 bairros de Teresina / PI
  - Seleção de 4 lotes em cada localidade randomizados a diferentes modalidades de intervenções
    - Não intervenção
    - Borrifação domiciliar e de anexos residenciais;
    - Eliminação de cães infectados;
    - Borrifação + eliminação canina
- **Desfecho:** Incidência de infecção (conversão IDRM) (18 meses)

# Bairros e localidades

# Taxa de incidência média 1991-2000



# RESULTADOS I

**Table 2.** Relative risks (RR) and respective 95% CI for the effect of interventions on the 18-month cumulative incidence of infection, using both intent-to-treat and per-protocol analyses.

Intervention group	Intent-to-treat analysis					
	RR <sup>a</sup>	95% CI	p-value	RR <sup>b</sup>	95% CI	p-value
Insecticide spraying	0.76	0.54–1.05	0.094	0.86	0.63–1.16	0.310
Dog culling	0.60	0.40–0.90	0.014	0.62	0.42–0.91	0.015
Dog culling+Insecticide spraying	0.69	0.45–1.06	0.087	0.75	0.51–1.11	0.153
Control	1.00					
Intervention group	Per-protocol analysis					
	RR <sup>a</sup>	95% CI	p-value	RR <sup>b</sup>	95% CI	p-value
Insecticide spraying	0.76	0.54–1.05	0.094	0.86	0.63–1.15	0.287
Dog culling	0.48	0.25–0.93	0.028	0.48	0.28–0.83	0.009
Dog culling+Insecticide spraying	0.63	0.39–1.02	0.061	0.69	0.43–1.10	0.119
Control	1.00					

<sup>a</sup> Crude.

<sup>b</sup> Adjusted for sex, age, baseline prevalence of infection, years of living in the residence, presence of a chicken shed in the peridomestic environment, literacy of the household head and the presence of a kennel in the peridomestic environment.

**Citation:** Werneck GL, Costa CHN, de Carvalho FAA, Pires e Cruz MdS, Maguire JH, et al. (2014) Effectiveness of Insecticide Spraying and Culling of Dogs on the Incidence of *Leishmania infantum* Infection in Humans: A Cluster Randomized Trial in Teresina, Brazil. PLoS Negl Trop Dis 8(10): e3172. doi:10.1371/journal.pntd.0003172

# CONCLUSÃO

**Considerando a disseminação contínua de LV no Brasil, apesar da implantação em larga escala do controle vetorial com inseticidas e eliminação de cães, a efetividade relativamente baixa do abate de cães e o efeito não significativo do uso de inseticidas na incidência de infecção humana, conclui-se que há uma necessidade urgente de revisão do programa brasileiro de controle de LV.**

# **OUTRA EXPERIENCIA DE CAMPO**

**Avaliação da Efetividade do Uso das  
Coleiras Impregnadas com  
Inseticida para o Controle da  
Leishmaniose Visceral**

# OBJETIVO DA PESQUISA

- Avaliar a efetividade do uso de coleiras impregnadas com deltametrina 4%, adicionalmente às medidas de controle preconizadas, na redução da prevalência de infecção canina por *Leishmania infantum* e da incidência de casos humanos de leishmaniose visceral em municípios de transmissão intensa.

# MÉTODOS

- Desenho:
  - Ensaio de intervenção comunitária
- Os municípios selecionados foram divididos em unidades amostrais.
- Estas unidades amostrais foram alocadas aleatoriamente a duas estratégias de controle:
  - medidas usuais de intervenção implementadas no município (grupo controle)
  - uso de coleiras impregnadas com deltametrina 4% em combinação com as intervenções utilizadas no grupo controle (grupo de intervenção).

# MÉTODOS

## Áreas de intervenção

1º ciclo: encoleiramento  
+ avaliação de infecção  
canina  
+ estratégias usuais de  
controle

2º ciclo: encoleiramento  
+ avaliação de infecção  
canina  
+ estratégias usuais de  
controle

3º ciclo: encoleiramento  
+ avaliação de infecção  
canina  
+ estratégias usuais de  
controle

4º ciclo: encoleiramento  
+ avaliação de infecção  
canina  
+ estratégias usuais de  
controle

## Monitoramento dos casos humanos de LV

## Áreas controle

1º ciclo: avaliação de  
infecção canina  
+ estratégias usuais de  
controle

2º ciclo: avaliação de  
infecção canina  
+ estratégias usuais de  
controle

3º ciclo: avaliação de  
infecção canina  
+ estratégias usuais de  
controle

4º ciclo: encoleiramento  
+ avaliação de infecção  
canina  
+ estratégias usuais de  
controle

-12

0

6

12

18

24

meses

# MÉTODOS

Município	Unidades amostrais previstas	Unidades amostrais participantes
Teresina / PI <sup>1</sup>	6	8
Fortaleza / CE	4	4
Canindé / CE	2	2
Maracanaú / CE	2	2
Eusébio / CE	2	2
Palmas / TO <sup>2</sup>	2	0
Araguaína / TO	2	2
Montes Claros / MG	2	2
Belo Horizonte / MG <sup>3</sup>	4	0
Total	26	22

<sup>1</sup> Incluiu duas novas unidades amostrais com defasagem de 1 ciclo

<sup>2</sup> Abandonou o projeto após o término do 1º ciclo de encoleiramento

<sup>3</sup> Cancelou participação devido a problemas operacionais

# MÉTODOS

- Seis municípios foram incluídos tardiamente no projeto para uma avaliação similar, mas com apenas 2 ciclos:
  - Mossoró (RN)
  - Três Lagoas (MS)
  - Gurupi (TO)
  - Rondonópolis (MT)
  - Caxias (MA)

# MÉTODOS

- Desfecho
  - Avaliação da soroprevalência canina (sangue):
  - DPP (triagem) + ELISA (confirmação)
  - Identificação de casos humanos no SINAN
- Covariáveis:
  - Idade, sexo, raça, tipo de pelo e tempo de posse do cão
  - Dados socioeconômicos (setor censitário)

# PRINCIPAIS RESULTADOS – MOSSORÓ

## Impact of 4% Deltamethrin-Impregnated Dog Collars on the Prevalence and Incidence of Canine Visceral Leishmaniasis

TABLE 3. CRUDE AND ADJUSTED ODDS RATIO FOR THE ASSOCIATION BETWEEN THE USE OF INSECTICIDE-IMPREGNATED COLLARS AND THE INCIDENCE OF INFECTION BY *LEISHMANIA INFANTUM* IN DOGS WITH INDIVIDUAL MONITORING IN MOSSORO, RIO GRANDE DO NORTE STATE, 2015

<i>Study areas</i>	<i>No. of dogs<sup>a</sup></i>	<i>Incidence (%)</i>	<i>Crude odds ratio (CI 95%)</i>	<i>p</i>	<i>Adjusted odds ratio<sup>b</sup> (CI 95%)</i>	<i>p</i>
Control area	524	9.73	1		1	
Intervention area	478	4.81	0.47	<0.001	0.41	0.002

<sup>a</sup>Dogs without infection in the first survey.

<sup>b</sup>Adjusted for the following variables: gender (male/female), age (continuous), breed (mixed breed/other), type of fur (long/medium/short), born in the neighborhood (yes/no), time in household (less than 1 year/1–2 years/longer than 2 years).

- *Pools* positivos de *L. longipalpis* foram obtidas na área de encoleiramento apenas no primeiro levantamento, enquanto que a presença do DNA do parasito no vetor foi observada na área controle em ambos os inquéritos.

# PRINCIPAIS RESULTADOS – FLEBOTOMINEOS

## Effectiveness of dog collars impregnated with 4% deltamethrin in controlling visceral leishmaniasis in *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) populations

Poisson regression model. Evaluation of the association between the intervention, capture site and insect abundance, according to the period of temporal aggregation (bimester), Montes Claros, Minas Gerias (MG), Brazil

Total_insects	IRR	P >  z	95% confidence interval	
Time	1.14	0.000	1.12	1.15
1.collar	.87	0.004	.79	.95
2.local	1.92	0.000	1.74	2.12
_cons	1.45	0.000	1.24	1.69

Poisson regression model. Evaluation of the association between the intervention, capture site and insect abundance, according to the period of temporal aggregation (bimester), Fortaleza, Ceará (CE), Brazil

Total_insects	IRR	P> z	95% confidence interval	
Time	.97	0.002	.96	.99
1.collar	.41	0.000	.35	.49
2.local	1.79	0.000	1.59	2.01
_cons	3.37	0.000	2.94	3.87

- O uso de coleiras impregnadas com inseticida foi associado a uma redução de insetos capturados de 15% ( $p = 0,004$ ) e 60% ( $p < 0,001$ ) em Montes Claros e Fortaleza, respectivamente.

# RESUMO DOS PRINCIPAIS RESULTADOS GERAIS

- a) O uso das coleiras adicionalmente às ações de controle habituais esteve associado a uma redução significativa da prevalência e incidência da infecção canina nas áreas de intervenção quando comparado às áreas controle – custo efetiva
- b) Comparando a evolução das taxas de incidências de leishmaniose visceral em humanos de 2007 a 2014 nos municípios que receberam encoleiramento com as taxas em municípios de transmissão intensa localizados nas mesmas UF, verificou-se que as taxas decresceram mais rapidamente nos municípios com encoleiramento ( $p < 0.001$ ).
- c) O uso das coleiras esteve associado à redução discreta da incidência da LV humana – não custo-efetiva

# PRINCIPAIS PROBLEMAS – MONTES CLAROS

Perda de seguimento dos cães soronegativos entre o primeiro e segundo ciclos, município de Montes Claros-MG, Brasil, 2012/15.

Perda de cães soronegativos	Controle		Intervenção	
	N	%	N	%
Casa fechada	534	34,7	327	22,9
Morreu	452	29,4	415	29,1
Doado/Levado/Vendido	241	15,7	309	21,6
Proprietário se mudou	138	9,0	197	13,8
Sumiu	61	4,0	76	5,3
Recusa	49	3,2	31	2,2
Recolhido	8	0,5	10	0,7
Outros	10	0,7	31	2,2
Não informado	44	2,9	32	2,2

Barretto-Alves et al. Submetido.  
Resultados preliminares  
Dados sujeitos à revisão

# PRINCIPAIS PROBLEMAS – MONTES CLAROS

Perda de coleiras entre ciclos subsequentes, município de Montes Claros-MG, Brasil, 2012 – 2015.

Perda da coleira	Sim		Não	
	N	%	N	%
Entre 1º e 2º ciclo	1368	56,0	1076	44,0
Entre 2º e 3º/3º e 4º	1010	51,7	944	48,3

Barretto-Alves et al. Submetido.  
Resultados preliminares  
Dados sujeitos à revisão

# OUTRAS QUESTÕES DE INTERESSE AINDA POUCO AVALIADAS EM CAMPO

- Novas estratégias em fase final de desenvolvimento ou já disponíveis e sem avaliação (p.ex., vacinas humanas e caninas, tratamento canino)
- Zooprofilaxia
- Heterogeneidades na susceptibilidade à infecção
- Variações na capacidade/competência vetorial
- Subpopulações de parasitos
- Eventual papel de outros reservatórios silvestres e de humanos com HIV/aids
- Combinação de estratégias

# HETEROGENEIDADE ESPACIAL

- Se em uma área geográfica a força da transmissão varia geograficamente devido a diferenças:
  - na capacidade vetorial
  - no padrão de contato hospedeiro-vetor-humano
  - na distribuição de outros fatores de risco

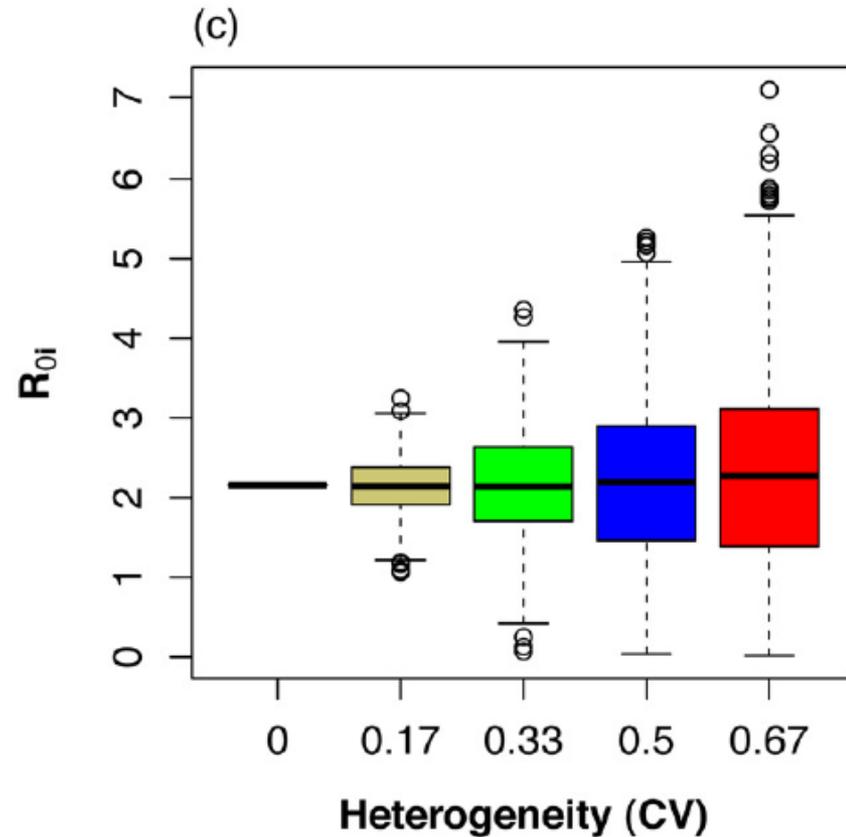
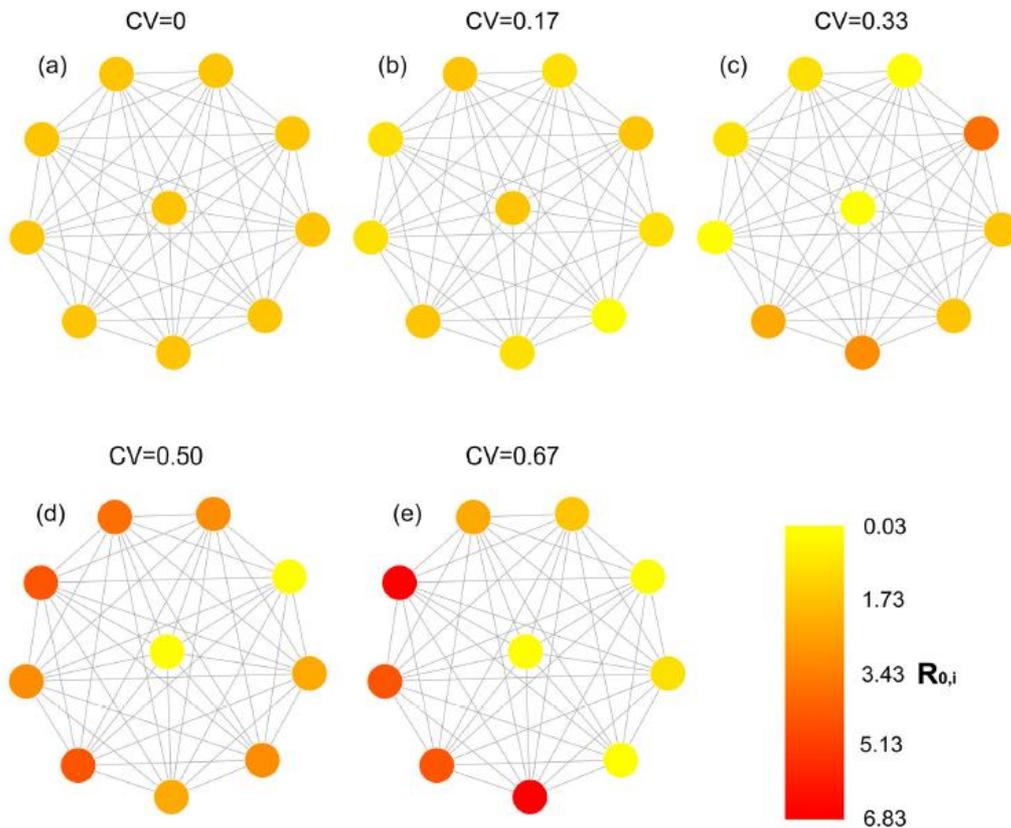


- Regra 20/80 pode prevalecer → 20% dos indivíduos contribuem com 80% da transmissão



Focalizar intervenções em áreas de alto risco pode ser uma estratégia eficiente para reduzir as taxas de transmissão

# EVIDÊNCIAS

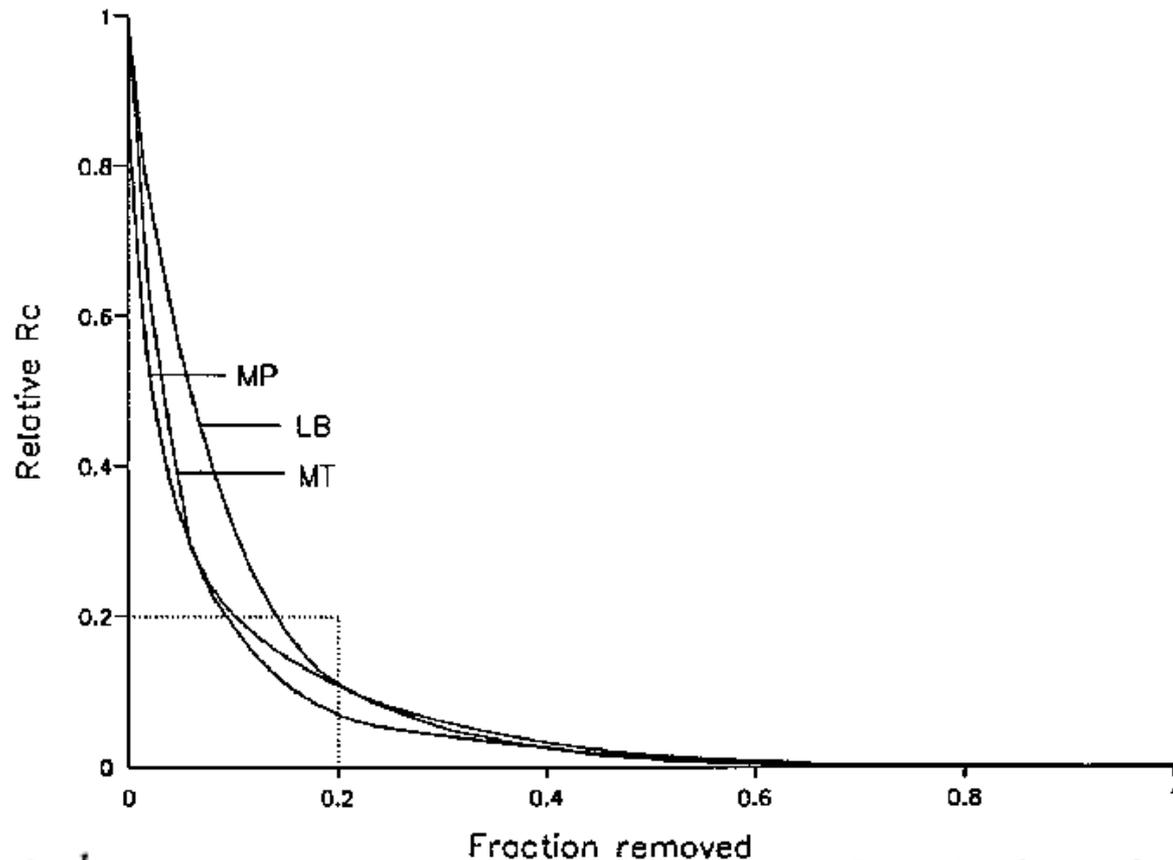


Acevedo MA, Prosper O, Lopiano K, Ruktanonchai N, Caughlin TT, et al. (2015) Spatial Heterogeneity, Host Movement and Mosquito-Borne Disease Transmission. PLoS ONE 10(6): e0127552. doi:10.1371/journal.pone.0127552

# A REGRA 20/80 E A LV NO BRASIL

- **ILHA DE MARAJÓ**

- **17% dos cães foram responsáveis por >80% das infecções de flebotomíneos (Courtenay et al, 2002)**



# COMO ENCONTRAR ESTAS ÁREAS DE MAIOR RISCO?

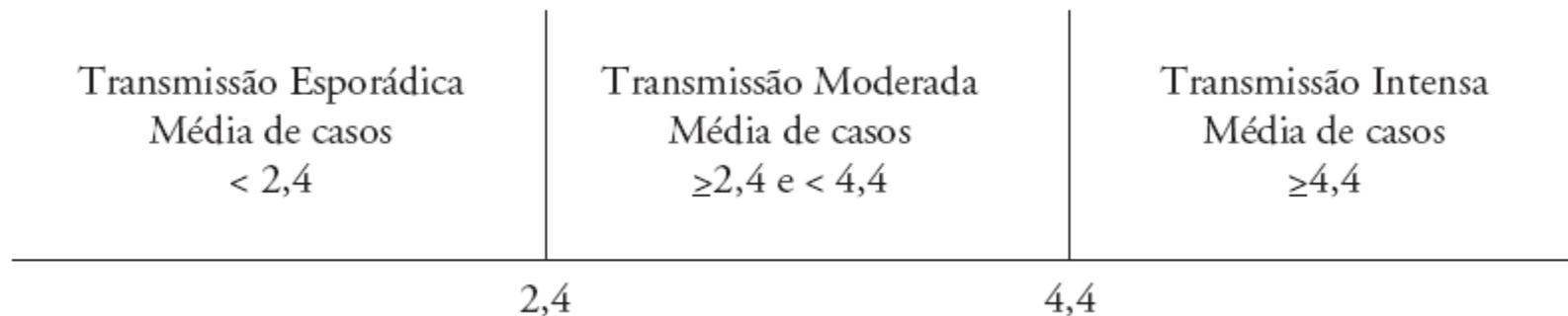
- Abordagens:
  - Critérios ad-hoc para definir quais são os níveis de incidência que são considerados de “alta prioridade”
  - Geoprocessoamento e análise espacial para definir áreas de alto risco
  - Identificar variáveis socioeconômicas e ambientais que sejam capazes de prever áreas de maior risco

# CRITÉRIOS AD-HOC (SVS/MS)

## Critérios para classificação de áreas para a vigilância e controle da LV

- **Áreas de transmissão:** entende-se como área de transmissão o setor, o conjunto de setores ou o município onde esteja ocorrendo a transmissão de LV. Onde o setor é a estratificação realizada quando implementado o Programa de Controle de *Aedes aegypti* – PEAA.
- **Área sem casos ou silenciosa:** municípios sem registro de casos autóctones de leishmaniose visceral humana ou canina.
- **Área com casos:** municípios com registro de pelo menos um caso autóctone de leishmaniose visceral humana ou canina.

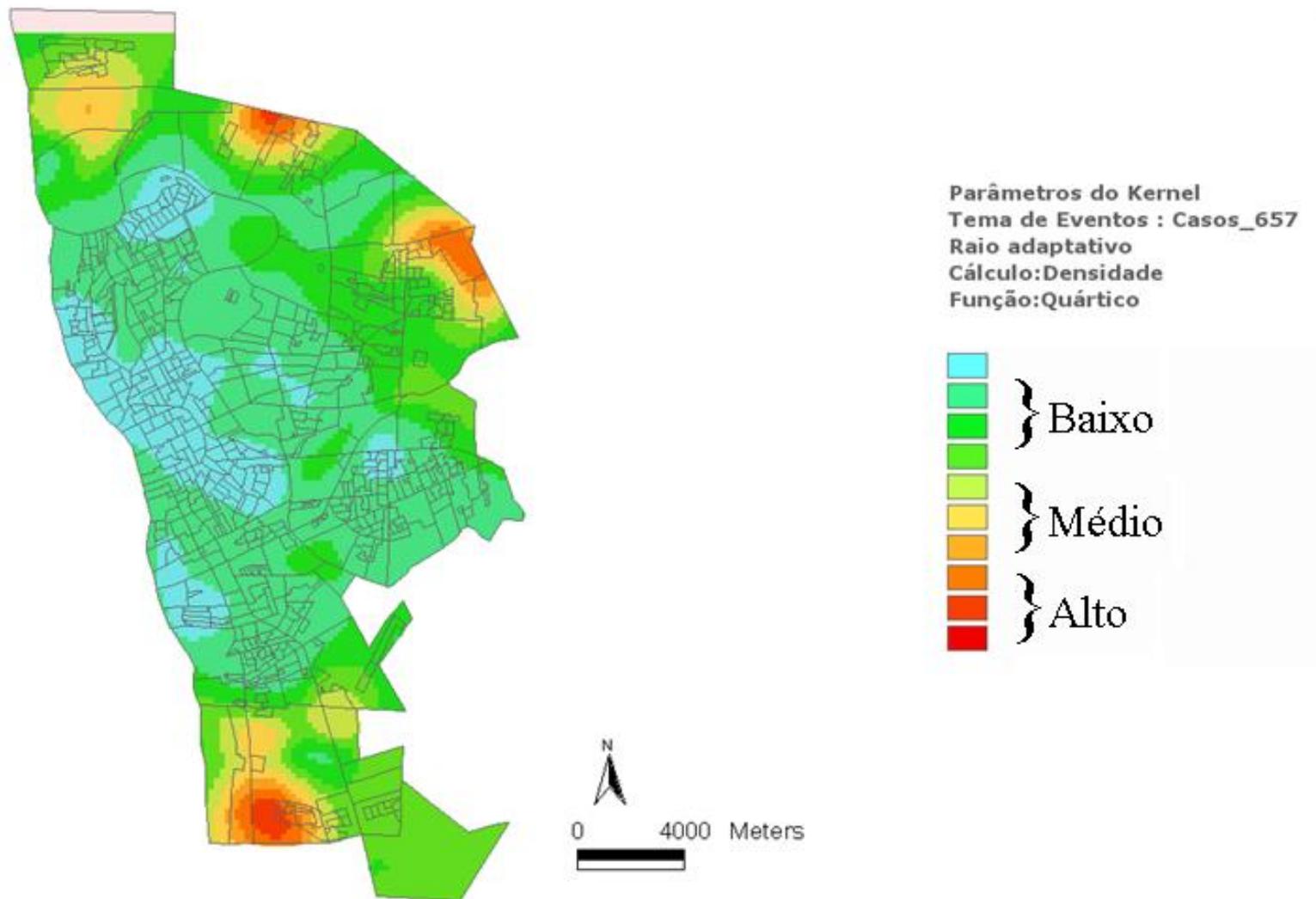
Esquema básico para classificação de áreas com transmissão de leishmaniose visceral



Média de casos de LV – últimos 3 anos

# GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE ESPACIAL

Razão de Kernel da Leishmaniose Visceral em Setores Censitários Urbanos de Teresina, PI.



# Identification of Risk Areas for Visceral Leishmaniasis in Teresina, Piauí State, Brazil

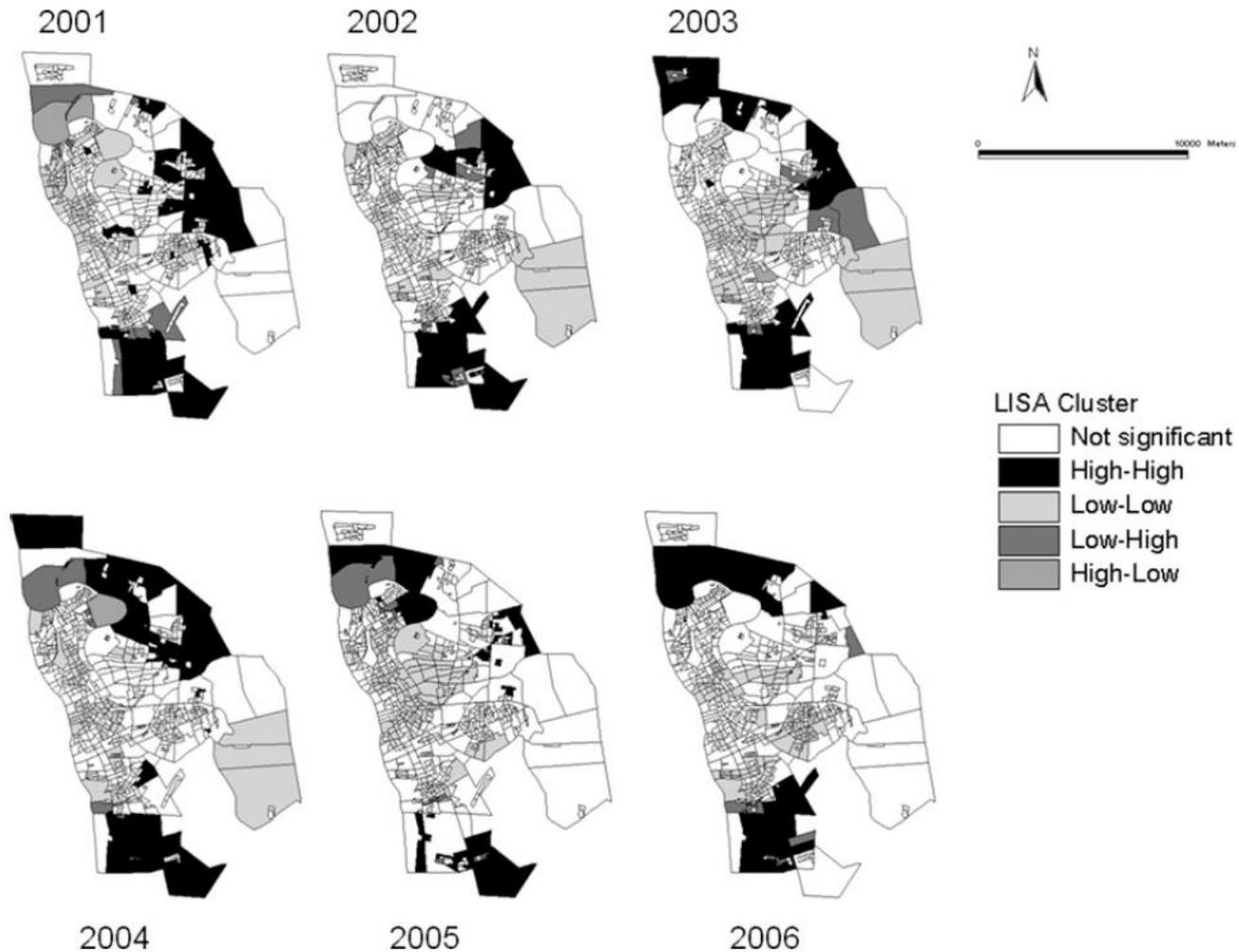


FIGURE 6. Maps of the local indicator of spatial autocorrelation (LISA cluster maps) of the annual local empirical Bayesian rate for visceral leishmaniasis according to census tracts, Teresina, Piauí State, Brazil, 2001–2006.

# CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO COM BASE EM VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS E AMBIENTAIS

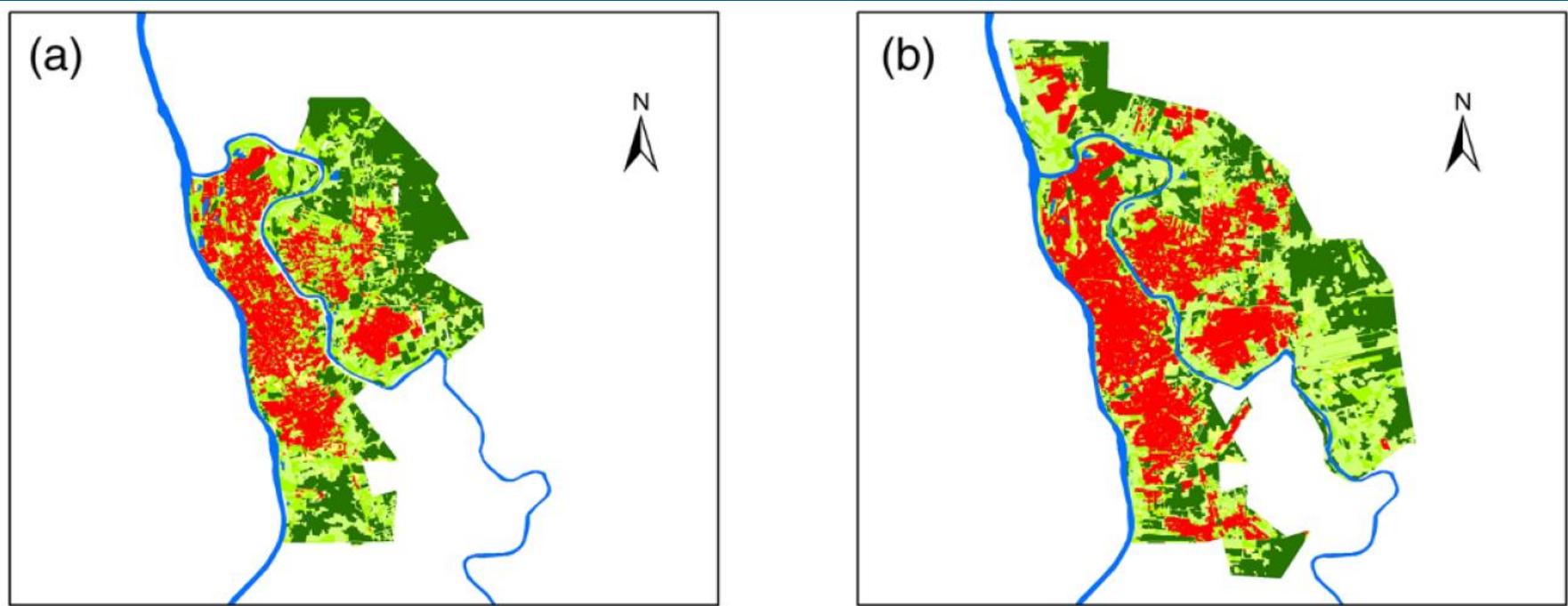
Almeida and Werneck *International Journal of Health Geographics* 2014, **13**:13  
<http://www.ij-healthgeographics.com/content/13/1/13>



INTERNATIONAL JOURNAL  
OF HEALTH GEOGRAPHICS

## Prediction of high-risk areas for visceral leishmaniasis using socioeconomic indicators and remote sensing data

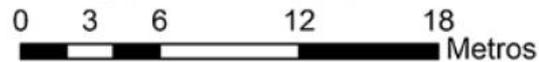
Andréa S Almeida<sup>1\*</sup> and Guilherme L Werneck<sup>1,2</sup>



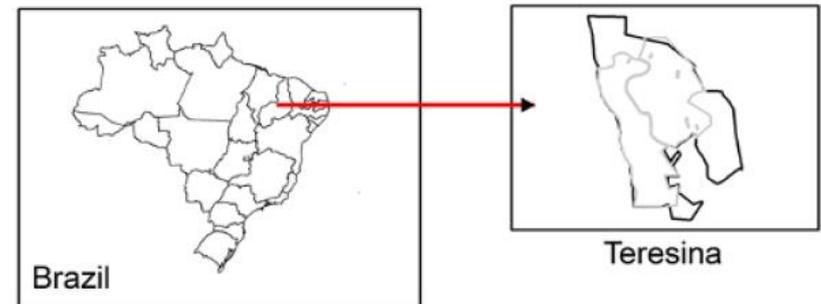
PROJECTION UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR

Datum horizontal: South American 1969

SCALE: 1:266.371

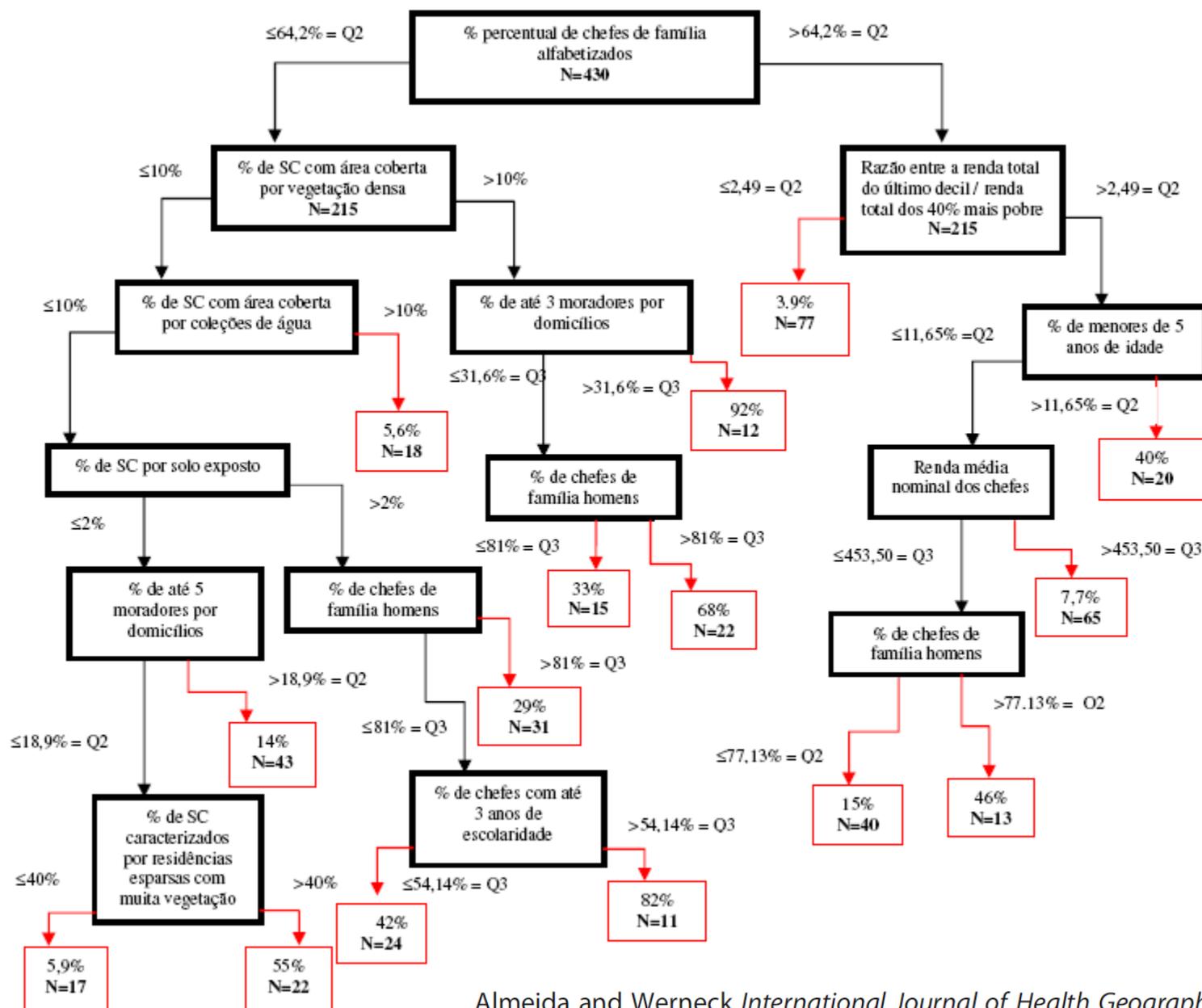


### Classification of land coverage



**Figure 2** Classification of land coverage results in Teresina, derived from the image processing of the satellite Landsat 5 TM of 1990 (a) and 2003 (b). Piauí, Brazil

# UM MODELO DE ESTRATIFICAÇÃO



# RESULTADOS – VALIDAÇÃO

**Table 3 Predictive performance of the Classification and Regression Tree (CART) model on the learning sample (1993–1996) and validation sample (2001–2006) and their confidence intervals**

<b>Analysis</b>	<b>ROC curve area</b>	<b>Sensibility</b>	<b>Specificity</b>	<b>Global accuracy</b>
	<b>% (95% CI)</b>	<b>% (95% CI)</b>	<b>% (95% CI)</b>	<b>% (95% CI)</b>
<b>CART (learning sample)</b>	83 (79–88)	79 (71–87)	74 (69–78)	75 (71–79)
<b>CART (validation)</b>	66 (61–70)	52 (45–60)	66 (61–70)	62 (58–66)

# VANTAGENS E DIFICULDADES

	<b>Crítérios ad-hoc</b>	<b>Análise espacial</b>	<b>Variáveis sócio-ambientais</b>
<b>Racionalização das ações de controle</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Usa diretamente o conceito de risco</b>	<b>±</b>	<b>+</b>	<b>±</b>
<b>Uso intra municipal</b>	<b>±</b>	<b>+</b>	<b>+</b>
<b>Prescinde de dados passados de incidência</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
<b>Uso para municípios silenciosos</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>+</b>
<b>Simplicidade</b>	<b>+</b>	<b>±</b>	<b>-</b>

# CONCLUSÕES

- Aparentemente as efetividades das medidas de controle atualmente em vigor, se de fato existirem, são baixas e insuficientes para interromper a transmissão
- É possível que estejam contribuindo em locais específicos para manter a situação em níveis estáveis
- Mas são custo-efetivas, aceitáveis social e eticamente da forma como são implementadas?

# CONCLUSÕES

- Há muitos problemas teóricos, técnicos e operacionais para um efetivo controle da LV em nível populacional
- Há necessidade de novas abordagens analíticas para subsidiar o sistema de vigilância e controle da LV
- Não há, provavelmente, meios de reduzir a transmissão se não forem utilizados novos e diversos procedimentos, preferencialmente focalizados em áreas/grupos de alto risco

# CONCLUSÕES

ESSENCIALMENTE, TODOS OS MODELOS SÃO  
ERRADOS, MAS ALGUNS SÃO ÚTEIS

George Box

# AGRADECIMENTOS

- SVS/MS – CGDEP, CGLAB, PCLV-GT Leishmanioses
- IDTNP/PI, UFPI, UNB, UFERSA, FIOCRUZ
- Programas de controle da LV em Montes Claros/MG, Araguaína/TO, Eusébio/CE, Maracanaú/CE, Fortaleza/CE, Canindé/CE, Teresina/PI, Mossoró/RN, Três Lagoas/MS, Gurupi/TO, Rondonópolis/MT, Caxias (MA)
- FUJB/UFRJ
- CEPESC/UERJ
- CNPq, FAPERJ, CAPES, OPAS, MS

**OBRIGADO!**