

Fatores ambientais associados à ocorrência de leishmaniose visceral canina em uma área de recente introdução da doença no Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Environmental factors associated with canine visceral leishmaniasis in an area with recent introduction of the disease in the State of Rio de Janeiro, Brazil

Factores ambientales asociados a la ocurrencia de leishmaniosis visceral canina en un área de reciente introducción de la enfermedad en el estado de Río de Janeiro, Brasil

Tuanne Rotti Abrantes ¹
Guilherme Loureiro Werneck ²
Andréa Sobral de Almeida ³
Fabiano Borges Figueiredo ⁴

doi: 10.1590/0102-311X00021117

Resumo

Foi avaliada a associação entre características ambientais obtidas por sensoriamento remoto e a prevalência da leishmaniose visceral canina (LVC) no bairro do Jacaré, área de recente introdução da doença, no Município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Trata-se de um estudo seccional para avaliação da prevalência de LVC, definida por meio da positividade no teste imunocromatográfico rápido em dupla plataforma (dual path platform – DPP), confirmada com o ensaio imunoenzimático (EIE). Foram incluídos 97 cães com prevalência de LVC de 21,6%. Houve maior frequência de LVC em cães com a convivência com outro cão, gambá, mico e ouriço-terrestre, assim como com a história de remoção de outros cães com LVC do domicílio. Na análise multivariada, ajustada por sexo e idade do cão, cães residentes em áreas com maior cobertura de vegetação esparsa apresentaram prevalência da infecção por *Leishmania infantum* cinco vezes maior do que aqueles que residiam em áreas menos vegetadas (OR = 5,72; IC95%: 1,47-22,20). Por outro lado, áreas mais urbanizadas caracterizadas como comerciais ou residenciais carentes, identificadas pelo sensoriamento remoto como aquelas com alta densidade de estruturas cinza, estiveram associadas à menor ocorrência da LVC (OR = 0,09; IC95%: 0,01-0,92). A maior prevalência de infecção em cães convivendo com outros animais silvestres e em áreas com maior cobertura vegetal, associada com menor prevalência em áreas urbanizadas, indica um padrão rural de transmissão da LVC nessa área.

Leishmaniose Visceral; Cães; Sensores Remotos

Correspondência

T. R. Abrantes
Programa de Pós-graduação em Pesquisa Clínica em Doenças Infecciosas, Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas, Fundação Oswaldo Cruz.
Av. Brasil 4365, Rio de Janeiro, RJ 21040-900, Brasil.
tuanne_rotti@yahoo.com.br

¹ Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

² Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

⁴ Instituto Carlos Chagas, Fundação Oswaldo Cruz, Curitiba, Brasil.



Introdução

A leishmaniose visceral (LV) é uma zoonose de importância em saúde pública e ocupa o nono lugar em relação à carga de doenças infecciosas mundialmente ^{1,2}. A doença é endêmica em 65 países, com uma incidência estimada em 400 mil novos casos e 50 mil mortes por ano ³.

No Brasil, a doença é causada por *Leishmania infantum*, o principal vetor é o flebotomíneo *Lutzomyia longipalpis* e o cão (*Canis familiaris*) é o principal reservatório no ambiente doméstico e peri-doméstico ⁴. Nos cães, o parasitismo é abundante nas vísceras e na derme, porém os cães infectados podem permanecer sem sinais clínicos por um longo período de tempo, servindo como fonte de infecção para o vetor ¹.

Nas áreas endêmicas, o Ministério da Saúde preconiza para o controle do reservatório canino a realização de inquérito sorológico e eutanásia em cães sororretores ⁵.

Anteriormente conhecida como uma doença de características rurais, a LV vem se tornando endêmica e epidêmica em grandes cidades brasileiras desde a década de 1980 ⁶. O processo desordenado de ocupação urbana associado à migração, assentamentos urbanos não planejados e saneamento precário leva às condições precárias de vida e destruição ambiental, promovendo condições favoráveis para a reprodução do flebotomíneo ^{7,8}.

A avaliação de doenças endêmicas na perspectiva de vários elementos envolvidos no ciclo de transmissão, tais como os determinantes ambientais e sociais da doença, tem sido o enfoque de alguns estudos empregando técnicas de geoprocessamento ^{8,9,10,11,12}. Ferramentas de geoprocessamento, em especial o sensoriamento remoto, pode ser uma alternativa para identificação de fatores ambientais que se associem com a ocorrência da LV. A identificação desses fatores pode contribuir para a determinação da alocação de recursos e implementação de medidas de controle ^{1,11,12}. Entretanto, alguns estudos têm salientando que o uso potencial de imagens obtidas por sensoriamento remoto para estudo de endemias em áreas urbanas e periurbanas implica grandes desafios conceituais e técnicos ^{12,13,14}.

No Estado do Rio de Janeiro, novas áreas têm sido identificadas com ocorrência de leishmaniose visceral canina (LVC) em diversos municípios ^{15,16,17}. Contudo, pouco se conhece acerca dos fatores ambientais envolvidos no aparecimento da LVC nessas áreas. Este artigo tem como objetivo avaliar a associação entre características ambientais obtidas por sensoriamento remoto e a ocorrência da LVC em área de recente introdução da doença no bairro do Jacaré, Município de Niterói.

Materiais e métodos

Desenho e local do estudo

Foi realizada a investigação do foco para LVC pelo caso índice identificado em 2009, no bairro do Jacaré (Figura 1). Seguindo a recomendação do Ministério da Saúde para avaliação da infecção canina por *L. infantum*, foi delimitada a área para investigação do foco, realizando um estudo seccional entre 110 cães residentes ao redor do caso índice, entre dezembro de 2011 e março de 2012 ⁵.

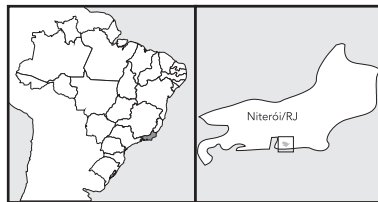
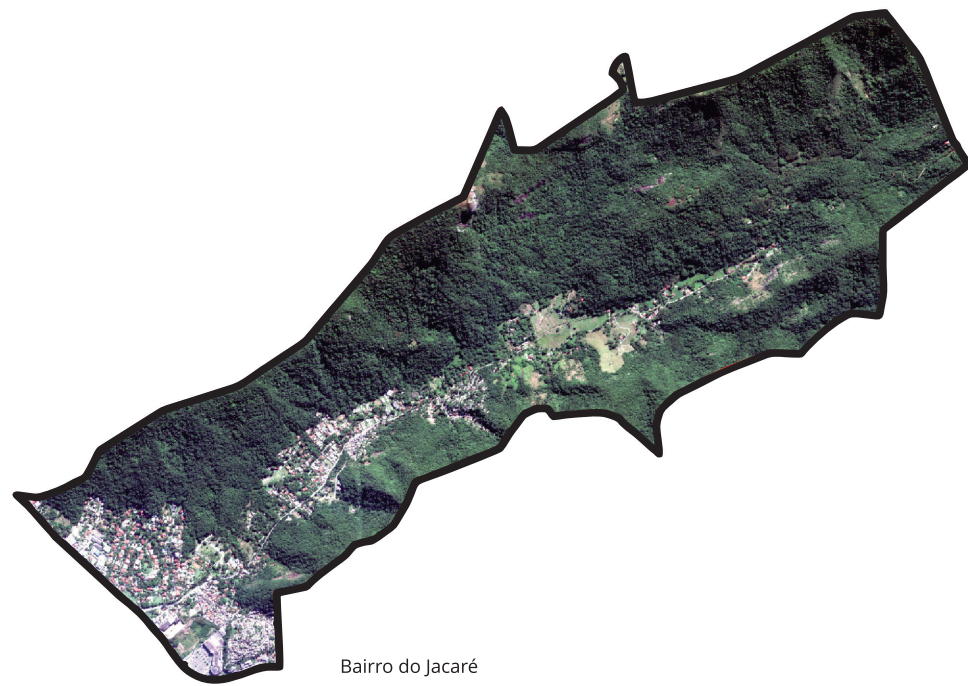
O bairro do Jacaré tem como limites os bairros de Piratininga, Cafubá, Cantagalo, Vila Progresso, Muriqui, Rio do Ouro, Serra Grande e Santo Antônio ¹⁸. Está localizado no Município de Niterói, com coordenadas 22°53'00" de latitude Sul e 43°06'13" de longitude Oeste, a 5 metros de altitude, e sua vegetação constituída de Mata Atlântica ¹⁹. A partir da década de 1960, a área passou a ser ocupada por posseiros oriundos de diversos locais. Está localizado na Reserva Ecológica Darcy Ribeiro, possuindo características rurais e presença de alguns sitiantes, além de um recente aumento de aglomerados subnormais. A ocupação espacial se desenvolveu em torno da principal via do bairro, onde predomina a população de baixa renda ²⁰. Segundo o *Censo Demográfico* de 2010, o Jacaré possui uma área de 9,45km² e uma população de 3.563 habitantes ¹⁹.

Coleta de dados

Foram realizadas visitas domiciliares pela equipe de campo, em todas as residências, com base no caso índice, até atingir a amostra de 110 cães.

Figura 1

Imagem de satélite WorldView 2 do bairro do Jacaré, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.



Após o esclarecimento dos objetivos do estudo e assinatura do termo de consentimento, foi preenchido o questionário com informações dos cães, como sexo, faixa etária e convivência com outros animais, e dos domicílios (se estava localizado em área rural ou urbana), assim como a ocorrência anterior de caso humano ou canino de LV na residência.

Em seguida, os cães foram contidos mecanicamente e amordaçados para a coleta de sangue para realização do teste imunocromatográfico rápido em dupla plataforma (*dual path platform* – DPP) e ensaio imunoenzimático (EIE), ambos produzidos pelo Instituto de Tecnologia em Imunobiológicos (Bio-Manguinhos) na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). O DPP foi realizado em campo com sangue total. O sangue foi acondicionado em tubos sem anticoagulante e transportado sob refrigeração até o setor de Imunodiagnóstico do Laboratório de Pesquisa e Serviço em Saúde Pública da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP/Fiocruz), onde foi obtido o soro para a realização do EIE com o *kit* EIE, de acordo com as recomendações do fabricante.

Os cães sorretores ao DPP foram sedados para obtenção de amostras de pele íntegra da região escapular e aspirado de medula óssea, seguindo protocolo de Abrantes et al.¹⁵. As amostras de pele foram acondicionadas em solução salina tamponada com fosfato (PBS), acrescido de antibióticos (penicilina e estreptomicina) e antifúngico (fluorocitosina), e as amostras de medula óssea foram armazenadas direto no meio de cultura bifásico Novy, MacNeal, Nicole (NNN), ambas transportadas sob refrigeração, sendo enviadas e processadas no Laboratório de Pesquisa Clínica e Vigilância em Leishmanioses (LapClinVigiLeish), no Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas (INI/Fiocruz) para a realização da cultura parasitológica, de acordo com Silva et al.²¹. A caracterização dos isolados por meio de isoenzimas foi realizada de acordo com o protocolo descrito por Cupolillo et al.²².

O diagnóstico de infecção por *L. infantum* foi estabelecido pelo isolamento do parasito em cultura ou pela concordância positiva do DPP e EIE.

Geoprocessamento

A geocodificação dos endereços das residências dos cães foi feita por intermédio do sistema de posicionamento global (GPS). Os dados do receptor de sinal GPS foram configurados para fornecer as posições com coordenadas planas na projeção do Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) e *Datum* World Geodetic System (WGS) 84. Mapas de pontos foram elaborados utilizando o software livre TerraView 4.2.2, disponível no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE; <http://www.dpi.inpe.br/terraview>).

Para a realização do sensoriamento remoto no bairro do Jacaré, foi utilizada uma imagem do satélite sensor WorldView 2 do ano de 2010, sensor com alta resolução espacial. Foi utilizada a malha de vias do bairro do Jacaré, para melhor definição do contexto urbano, adquirida na página da Internet do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Ao redor dos casos foi aplicado um *buffer* de 100 metros divididos em quadrículas de células de 25x25 (625 metros quadrados de área). A classificação da imagem, realizada apenas nas células com cães, intencionou extrair as seguintes características referentes à cobertura do solo: piscina (água), cobertura cinza escura (caracterizando áreas comerciais e também áreas com telha de amianto cinza, indicando áreas urbanizadas ocupadas por população vulnerável à pobreza), telhado de cerâmica (vermelho), telhado metálico e vegetação (densa ou esparsa). As classes de vegetação foram discriminadas por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI) que permitiu minimizar a confusão espectral decorrente de efeitos de sombreamento¹³.

Para a obtenção das características de cobertura do solo, foi realizada a classificação orientada a objetos, envolvendo cinco etapas: caracterização das classes, segmentação da imagem, elaboração da rede semântica, classificação e avaliação dos resultados¹².

O procedimento da classificação da imagem foi realizado no aplicativo eCognition Developer 64 8.0 (<http://www.ecognition.com/>), que inclui dois passos: segmentação multiresolução e classificação por algoritmos com lógica *fuzzy* e *booleana*.

Após uma interpretação visual de cada imagem para a definição das classes temáticas, a imagem do satélite foi segmentada pelo algoritmo multiresolução, em que se criaram objetos em diferentes escalas, de acordo com critérios de forma, cor e homogeneidade¹¹.

Análise estatística

Por meio de tabulações, foram descritas as seguintes características: prevalência da infecção por *L. infantum*, sexo, idade, proximidade do domicílio com região de mata, grau de confinamento do cão (dentro de casa, acesso ao quintal ou vida livre), convivência com outros animais, especificamente cães, gatos, gambás, micos e ouriço-terrestre e histórico de LVC no domicílio.

Nas análises bivariadas, utilizou-se o teste exato de Fisher para avaliar diferenças na ocorrência da infecção por *L. infantum* de acordo com as características dos cães e dos domicílios.

As variáveis ambientais foram categorizadas com uso do ponto de corte com melhor poder de predição identificado por meio de árvores de classificação da seguinte forma: NDVI mínimo ($\leq -0,85 / > -0,85$); NDVI médio ($\leq 0,63 / > 0,63$); NDVI máximo ($\leq 0,96 / > 0,96$); vegetação densa ($\leq 67,0 / > 67,5$); telhado de cerâmica (%) ($\leq 3,0 / > 3,0$); telhado metálico (%) ($\leq 1,75 / > 1,75$); cobertura cinza (%) ($\leq 5,0 / > 5,0$); vegetação esparsa (%) ($\leq 42,5 / > 42,5$).

Associações entre variáveis ambientais com a ocorrência de infecção canina foram expressas por razões de chances (*odds ratios* – OR) e seus respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%), obtidos por regressão logística simples e ajustada por sexo e idade do cão.

Aspectos éticos

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/Fiocruz), sob a licença LW-47-12.

Resultados

Foram investigados 49 domicílios nos quais havia relato de terem existido seis cães com LVC e ausência de casos humanos de LV antes do inquérito. Nos 110 cães avaliados no inquérito canino, 97 foram incluídos nas análises, devido à ausência de 13 pontos georreferenciados.

Quanto às características dos 97 cães, 54,1% eram machos, 61,1% tinham entre um e sete anos, 91,3% viviam em região de mata, 60% tinham acesso restrito ao quintal e 90,2% conviviam com outros animais, sendo 82,6% dessa convivência com outros cães.

Foi encontrada prevalência de infecção por *L. infantum* de 21,6%. A frequência de positividade do DPP, do EIE e da cultura parasitológica foi de 26,3%, 30,9% e 16,6%, respectivamente. Dos 21 cães considerados positivos, quatro apresentaram isolamento de *L. infantum* em cultura.

Características do ambiente de criação dos cães foram obtidas com os proprietários de 92 cães. Houve maior frequência de LVC em cães com a convivência com outro cão, gambá, mico e ouriço-terrestre, assim como com a história de remoção de outros cães com LVC do domicílio (Tabela 1).

A Figura 2 mostra o predomínio de vegetação densa e esparsa dentro das unidades de análise (quadrículas).

O percentual de cada classe nas quadrículas foi de 0,01% (piscina), 3,5% (cobertura cinza), 1,1% (telhado de cerâmica), 0,9% (telhado metálico), 69,7% (vegetação densa) e 24,5% (vegetação esparsa).

Cães residentes em áreas com maior cobertura de vegetação esparsa apresentaram prevalência da infecção por *L. infantum* cinco vezes maior do que aqueles que residiam em áreas menos vegetadas (OR = 5,72; IC95%: 1,47-22,20). Por outro lado, áreas mais urbanizadas, caracterizadas como comerciais ou residenciais carentes, identificadas pelo sensoriamento remoto como aquelas com alta densidade de estruturas cinza estiveram associadas à menor ocorrência da LVC (OR = 0,09; IC95%: 0,01-0,92) (Tabela 2).

Discussão

A prevalência de LVC encontrada neste estudo (21,65%) foi semelhante às encontradas no Estado Rio de Janeiro tanto em áreas de recente introdução (25,2% em Itaipuaçu, Maricá; 18,1% Ilha de Marambaia, Rio de Janeiro), como em áreas consideradas endêmicas (25% Barra de Guaratiba, Rio de

Tabela 1

Prevalência de leishmaniose visceral canina (LVC) segundo características do ambiente de criação dos cães. Bairro do Jacaré, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, 2011-2012.

Características do ambiente de criação dos cães	n	%	Valor de p
Localização do domicílio			
Rural	8	25,0	1,000
Mata	84	22,6	
Mobilidade do cão			
Dentro de casa	7	14,2	
Acesso ao quintal	54	22,2	0,734
Acesso à rua	29	27,5	
Convive com outros animais			
Não	9	0,0	0,112
Sim	83	25,3	
Convive com cães			
Não	16	0,0	0,018
Sim	76	27,3	
Convive com gatos			
Não	70	27,1	0,090
Sim	22	9,0	
Convive com gambás			
Não	90	21,1	0,050
Sim	2	100,0	
Convive com micos			
Não	90	21,1	0,050
Sim	2	100,0	
Convive com ouriços			
Não	90	21,1	0,050
Sim	2	100,0	
Cão retirado com LVC			
Não	86	18,6	0,002
Sim	6	83,3	

Janeiro) ^{15,23,24}, embora haja diferença nas metodologias empregadas. Prevalências podem variar em decorrência do teste diagnóstico utilizado e da forma como cães foram recrutados para o estudo ²⁵, mas a similaridade dos resultados em diferentes estudos indica alta endemicidade da LVC em diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro.

A expansão geográfica da LVC vem sendo registrada em vários estados brasileiros, tendo sido atribuída a vários fatores, como dificuldades em eliminar os reservatórios, diversidade epidemiológica das regiões afetadas, altos custos financeiros para sustentação das ações de controle, alta capacidade de adaptação do vetor ao peridomicílio e medidas insuficientes para o seu controle ²⁶.

Em diversas regiões no Estado do Rio de Janeiro, novos casos de LVC vêm sendo relatados ^{17,27,28,29,30}, o que indica uma possível mudança no comportamento da doença, permitindo o surgimento de surtos em áreas urbanas, como já ocorreu em outras cidades brasileiras ³¹. Transformações ambientais associadas aos movimentos migratórios e ao processo de urbanização são possíveis explicações para a urbanização da LV, uma doença originalmente restrita às áreas rurais e que passou a ocorrer de forma endêmica e epidêmica em grandes cidades brasileiras ^{5,32}.

A avaliação entomológica descrita por Oliveira et al. ¹⁶, realizada na mesma área e período deste estudo, não encontrou o principal vetor de transmissão na LVC, o *Lu. longipalpis*. Mesmo considerando as dificuldades inerentes à detecção de vetores das leishmanioses, tal achado sugere que outras espécies encontradas nessa área, como *Lu. migonei*, possam estar envolvidas na transmissão da LVC ^{16,33}.

Figura 2

Distribuição espacial dos casos de leishmaniose visceral canina (LVC) com aplicação de *buffers* no bairro do Jacaré, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, entre 2011 e 2012.

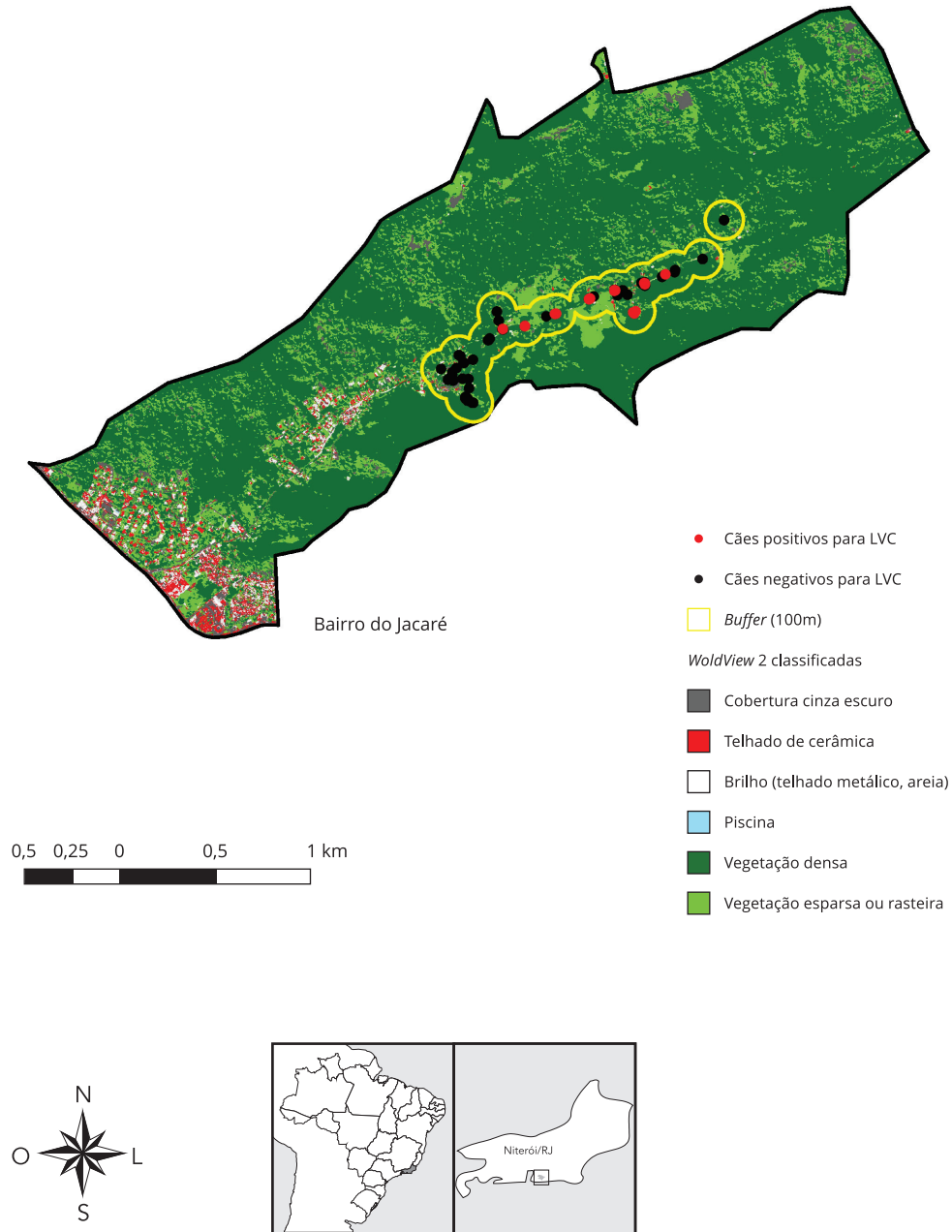


Tabela 2

Razões de chances (*odds ratios* – OR) e intervalos de 95% de confiança (IC95%) para leishmaniose visceral canina associada às características ambientais. Bairro Jacaré, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

Variáveis ambientais	OR	IC95%	Valor de p	OR *	IC95% *	Valor de p *
NDVI mínimo						
≤ -0,85	1,00	0,50-9,08	0,300	1,00	0,40-8,89	0,421
> -0,85	2,14			1,88		
NDVI médio						
≤ 0,63	1,00	0,12-1,64	0,224	1,00	0,12-2,11	0,352
> 0,63	0,44			0,50		
NDVI máximo						
≤ 0,96	1,00	0,18-2,31	0,517	1,00	0,88-5,98	0,807
> 0,96	0,66			0,84		
Vegetação densa (%)						
≤ 67,5	1,00	0,09-1,77	0,235	1,00	0,13-2,90	0,544
> 67,5	0,41			0,61		
Telhado de cerâmica (%)						
≤ 3,0	1,00	0,04-2,28	0,249	1,00	0,02-2,15	0,194
> 3,0	0,30			0,22		
Telhado de metal (%)						
≤ 1,75	1,00	1,58-108,90	0,017	1,00	0,91-78,9	0,060
> 1,75	13,10			8,48		
Cobertura cinza (%)						
≤ 5,00	1,00	0,01-1,06	0,058	1,00	0,01-0,92	0,042
> 5,00	0,13			0,09		
Vegetação esparsa (%)						
≤ 42,5	1,00	1,77-28,40	0,006	1,00	1,47-22,2	0,012
> 42,5	7,11			5,72		

NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*).

* Ajustado por sexo e idade do cão.

Não houve associação entre ocorrência de infecção por *L. infantum* com sexo, idade e grau de confinamento do cão, corroborando os resultados encontrados em outros estudos^{24,34,35,36,37}. A proximidade do domicílio com região de mata também não apresentou associação com ocorrência da infecção por *L. infantum*. Entretanto, um estudo realizado em Cuiabá, Mato Grosso, identificou como os principais fatores de risco para infecção canina a permanência em ambiente peridomiciliar e a proximidade das residências com a mata e vegetação densa³⁶. Talvez o fato possa estar associado à maior exposição ao vetor, aumentando a chance de infecção canina na área. A não identificação do *Lu. longipalpis*, neste estudo pode estar relacionada à diferença desses resultados.

A associação entre a ocorrência da infecção por *L. infantum* com o histórico de LVC no domicílio foi considerado um fator para o aumento de ocorrência da infecção, corroborando com os resultados encontrados em Teresina, Piauí³⁸. Isso sugere que a retirada e eutanásia dos cães infectados como estratégia de controle é ineficaz para a interrupção da transmissão da leishmaniose em cães, em razão da alta taxa de substituição de cães eliminados por outros cães suscetíveis³⁹.

A presença de animais domésticos e silvestres foi associada com maior prevalência de infecção. Tal fato sugere que a presença desses animais pode favorecer a manutenção do ciclo de transmissão da infecção canina, pela atração de flebotomíneos, como foi descrito em outros estudos^{24,38,40}.

Apesar da existência de núcleos de população de baixa renda e aglomerados subnormais na área estudada, foi observado que a distribuição espacial da ocorrência de infecção por *L. infantum* ocorreu

apenas na região rural do bairro, ao longo da rua principal, em casas com melhores estruturas e menos aglomeradas. Esses resultados encontrados vão de encontro com aqueles que verificaram a proximidade da moradia dos cães com áreas favelizadas como fator de risco para a infecção por *Leishmania* ⁹. Porém, não se pode minimizar a preocupação com a expansão da doença em todo o bairro, já que o ambiente possui condições favoráveis ao desenvolvimento vetorial, sua adaptação e manutenção do ciclo de transmissão da doença. Fatores como temperatura, umidade relativa do ar e precipitação podem influenciar na densidade populacional de flebotomíneos. As mudanças ambientais por causa da ocupação humana desordenada e da invasão em áreas florestais permitem que os vetores se aproximem cada vez mais do peridomicílio e domicílio e ciclos das leishmanioses ocorram nesse ambiente modificado ^{41,42}.

Verificaram-se prevalências de infecção por *L. infantum* mais altas em áreas com maior cobertura por vegetação esparsa. Por outro lado, não houve associação estatisticamente significativa da cobertura por vegetação densa com a ocorrência de infecção por *L. infantum*. O fato de não ter sido encontrada associação com a presença ou proximidade com vegetação densa, o que vários estudos com LV humana e canina salientaram ^{11,43,44}, pode decorrer do fato de esse tipo de cobertura do solo estar presente de forma muito abundante, cobrindo no mínimo 40% da área das quadrículas. Portanto, todas as quadrículas estavam sob influência das condições favoráveis à existência do vetor oferecidas pela presença e abundância de vegetação densa. Já para vegetação esparsa, sua frequência foi menor (24,5%), com quadrículas com pequena área coberta por essa classe (10%), e outras áreas com cobertura bem maior (55%), variedade essa que favorece a identificação de associações, quando elas de fato existem.

Por mais que existam muitas incertezas sobre os fatores relacionados aos padrões de ocorrência e disseminação da LV, a utilização de ferramentas como o SIG e o sensoriamento remoto se mostrou útil para identificar características ambientais que podem ser usadas para definir áreas de maior risco para a LVC e, por conseguinte, gerar subsídios para a implementação de estratégias de vigilância e controle da LV humana. A maior prevalência de infecção em cães convivendo com outros animais silvestres e em áreas com maior cobertura vegetal, associada com menor prevalência em áreas urbanizadas, indica um padrão rural de transmissão da LVC nessa área.

Colaboradores

T. R. Abrantes foi responsável pela concepção do estudo, avaliação clínica, coleta de amostra dos cães, interpretação dos resultados e redação do artigo. G. L. Werneck foi responsável pela análise estatística, interpretação dos resultados e revisão do artigo. A. S. Almeida foi responsável pelo processamento de imagens de satélite, interpretação dos resultados e revisão do artigo. F. B. Figueiredo foi responsável pela concepção do estudo e revisão do artigo.

Agradecimentos

Este estudo foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) – Jovem Cientista do Nosso Estado e Bolsa de doutorado nota 10 da aluna T. R. Abrantes. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; processo: 475658/2013-2; Chamada: Universal 14/2013) e pela Bolsa de Produtividade concedida ao pesquisador F. B. Figueiredo.

Referências

- World Health Organization. Control of the leishmaniasis. Report of a Meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniasis. Geneva: World Health Organization; 2010. (WHO Technical Report Series, 949).
- Alvar J, Vélez ID, Bern C, Herrero M, Desjeux P, Cano J, et al. Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. PLoS One 2012; 7:e35671.
- World Health Organization. Global Health Observatory data. Leishmaniasis: situation and trends. Geneva: World Health Organization; 2013.
- França-Silva JC, Barata RA, Costa RT, Monteiro EM, Machado-Coelho GL, Vieira EP, et al. Importance of *Lutzomyia longipalpis* in the dynamics of transmission of canine visceral leishmaniasis in the endemic area of Porteirinha Municipality, Minas Gerais, Brazil. Vet Parasitol 2005; 131:213-20.
- Departamento de Vigilância Epidemiológica, Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral. Brasília: Ministério da Saúde; 2006. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
- Werneck GL. Forum: geographic spread and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. Cad Saúde Pública 2008; 24:2937-40.
- Rangel EF, Vilela ML. *Lutzomyia longipalpis* (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) and urbanization of visceral leishmaniasis in Brazil. Cad Saúde Pública 2008; 24:2948-52.
- Cerbino Neto J, Werneck GL, Costa CHN. Factors associated with the incidence of urban visceral leishmaniasis: an ecological study in Teresina, Piauí State, Brazil. Cad Saúde Pública 2009; 25:1543-51.
- Werneck GL, Maguire JH. Spatial modeling using mixed models: an ecologic study of visceral leishmaniasis in Teresina, Piauí State, Brazil. Cad Saúde Pública 2002; 18: 633-7.
- Almeida AS, Medronho RA, Werneck GL. Identification of risk areas for visceral leishmaniasis in Teresina, Piauí State, Brazil. Am J Trop Med Hyg 2011; 84:681-7.
- Almeida AS, Werneck GL, Resendes APC. Classificação orientada a objeto de imagens de sensoriamento remoto em estudos epidemiológicos sobre leishmaniose visceral em área urbana. Cad Saúde Pública 2014; 30:1639-53.
- Almeida AS, Werneck GL. Prediction of high-risk areas for visceral leishmaniasis using socioeconomic indicators and remote sensing data. Int J Health Geogr 2014; 13:13.
- Correia VRM, Carvalho MS, Sabroza PC, Vasconcelos CH. Remote sensing as a tool to survey endemic diseases in Brazil. Cad Saúde Pública 2004; 20:891-904.
- Correia VRM, Monteiro AMV, Carvalho MS, Werneck GL. Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas. Cad Saúde Pública 2007; 23:1015-28.
- Abrantes TR, Madeira MF, Silva DA, Perié CSFS, Mendes Júnior AAV, Menezes RC, et al. Identification of canine visceral leishmaniasis in a previously unaffected area by conventional diagnostic techniques and cell-block fixation. Rev Inst Med Trop São Paulo 2016; 58:3.
- Oliveira AC, Figueiredo FB, Silva VL, Santos FN, Souza MB, Madeira MF, et al. Canine visceral leishmaniasis case investigation in the Jacare region of Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. Rev Inst Med Trop São Paulo 2015; 57:325-32.
- Silva DA, Madeira MF, Figueiredo FB. Geographical expansion of canine visceral leishmaniasis in Rio de Janeiro State, Brazil. Rev Inst Med Trop São Paulo 2015; 57:435-8.
- Secretaria Municipal de Urbanismo e Mobilidade, Prefeitura Municipal de Niterói. Regiões e departamento, 2014. http://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/SMU_MapaBairros_2014.pdf (acessado em 19/Jan/2016).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), 2010. <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010rpu.asp?o=6&i=P> (acessado em 19/Jan/2016).
- Secretaria Municipal de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia de Niterói. Niterói: bairros, 2013. <http://culturanniteroi.com.br/blog/?id=344> (acessado em 04/Jan/2016).
- Silva DA, Madeira MF, Teixeira AC, Souza CM, Figueiredo FB. Laboratory tests performed on *Leishmania* seroreactive dogs euthanized by the leishmaniasis control program. Vet Parasitol 2011; 179:257-61.
- Cupolillo E, Grimaldi GJr, Momen H. A general classification of New World *Leishmania* using numerical zymotaxonomy. Am J Trop Med Hyg 1994; 50:296-311.
- Carmo LAL, Souza MB, Silva VL, Santos FN, Almeida AB, Barbosa Filho CJL, et al. Serological survey of cases of canine visceral leishmaniasis and evaluation of phlebotomine fauna on Marambaia Island, municipality of Mangaratiba, Rio de Janeiro state, Brazil. Rev Bras Ciênc Vet 2014; 21:247-51.

24. Cabrera MAA, Paula AA, Camacho LAB, Marzochi MCA, Xavier SC, Silva AVM, et al. Canine visceral leishmaniasis in Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brazil: assessment of risk factors. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 2003; 45:79-83.
25. Julião FS, Souza BMPS, Freitas DS, Oliveira LS, Laranjeira DF, Dias-Lima AG, et al. Investigação de áreas de risco como metodologia complementar ao controle da leishmaniose visceral canina. *Pesq Vet Bras* 2007; 27: 319-24.
26. Oliveira CD, Morais MH, Machado-Coelho GL. Visceral leishmaniasis in large Brazilian cities: challenges for control. *Cad Saúde Pública* 2008; 24:2953-8.
27. Paula CC, Figueiredo FB, Menezes RC, Mouta-Confort E, Bogio A, Madeira MF. Leishmaniose visceral canina em Maricá, Estado do Rio de Janeiro: relato do primeiro caso autóctone. *Rev Soc Bras Med Trop* 2009; 42:77-8.
28. Campos MP, Silva DA, Madeira MF, Velho Júnior AAM, Figueiredo FB. First autochthonous case of canine visceral leishmaniasis in Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet* 2013; 22:424-6.
29. Mello CX, Figueiredo FB, Mendes Júnior AAV, Furtado MC, Miranda LFC, Madeira MF. Outbreak of canine visceral leishmaniasis in Barra Mansa, State of Rio de Janeiro. *Rev Soc Bras Med Trop* 2014; 47:788-90.
30. Sanguis LHC, Lima SRA, Mello CX, Cardoso DT, Mello JN, Espirito Santo MCC, et al. Expansion of visceral leishmaniasis in the State of Rio de Janeiro, Brazil: report of the first autochthonous case in the municipality of Volta Redonda and the difficulty of diagnosis. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 2014; 56:271-4.
31. Figueiredo FB, Lima Júnior FEF, Tomio JE, Indá FMC, Corrêa GLB, Madeira MF. Leishmaniose visceral canina: dois casos autóctones no município de Florianópolis, estado de Santa Catarina. *Acta Sci Vet (Impr.)* 2012; 40:1026.
32. Werneck GL, Costa CHN, Walker AM, David JR, Wand M, Maguire JH. The urban spread of visceral leishmaniasis: clues from spatial analysis. *Epidemiology* 2002; 13:364-7.
33. Souza MB, Marzochi MCA, Carvalho RW, Ribeiro PC, Pontes CS, Caetano JM, et al. Ausência da *Lutzomyia longipalpis* em algumas áreas de ocorrência de leishmaniose visceral no Município do Rio de Janeiro. *Cad Saúde Pública* 2003; 19:1881-5.
34. Moreira Jr ED, Souza VMM, Sreenivasan M, Lopes NL, Barreto RB, Carvalho LP. Peridomestic risk factors for canine leishmaniasis in urban dwellings: new findings from a prospective study in Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 2003; 69:393-7.
35. Gontijo CMF, Melo MN. Leishmaniose visceral no Brasil: quadro atual, desafios e perspectivas. *Rev Bras Epidemiol* 2008; 8:338-49.
36. Almeida ABPF, Faria RP, Pimentel MF, Dahroug MA, Turbino NC, Sousa VR. Inquérito soropidemiológico de leishmaniose canina em áreas endêmicas de Cuiabá, Estado de Mato Grosso. *Rev Soc Bras Med Trop* 2009; 42:156-9.
37. Oliveira LC, Araujo RR, Alves CR, Mouta-Confort E, Lopez JA, Mendonça-Lima FW. Seroprevalence and risk factors for canine visceral leishmaniasis in the endemic area of Dias D'Avila, State of Bahia, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2010; 43:400-4.
38. Silva JP, Werneck GL, Macedo EC, Carvalho H, Pires e Cruz MS. Fatores associados à infecção por *Leishmania chagasi* em cães domiciliados de Teresina, Estado do Piauí, Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2012; 45:480-4.
39. Romero GA, Boelaert M. Control of visceral leishmaniasis in Latin America – a systematic review. *PLoS Negl Trop Dis* 2010; 4:e584.
40. Lainson R, Rangel EF. *Lutzomyia longipalpis* and the eco-epidemiology of American visceral leishmaniasis, with particular reference to Brazil – a review. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2005; 100:811-27.
41. Lainson R, Shaw JJ. New World leishmaniasis: the neotropical *Leishmania* species. In: Collier L, Balows A, Sussman M, editors. *Microbiology and microbial infections*. 9th Ed. London: Topley & Wilson's; 1998. p. 241-66.
42. Madeira MF, Uchoa CMA, Leal CA, Silva RMM, Duarte R, Magalhães CM, et al. *Leishmania (Viannia) braziliensis* em cães naturalmente infectados. *Rev Soc Bras Med Trop* 2003; 36:551-5.
43. Belo VS, Werneck GL, Barbosa DS, Simões TC, Nascimento BW, da Silva ES, et al. Factors associated with visceral leishmaniasis in the Americas: a systematic review and meta-analysis. *PLoS Negl Trop Dis* 2013; 25:7:e2182.
44. Belo VS, Struchiner CJ, Werneck GL, Barbosa DS, de Oliveira RB, Teixeira Neto RG, et al. A systematic review and meta-analysis of the factors associated with *Leishmania infantum* infection in dogs in Brazil. *Vet Parasitol* 2013; 195:1-13.

Abstract

The study assessed the association between environmental characteristics obtained by remote sensing and prevalence of canine visceral leishmaniasis (CVL) in the neighborhood of Jacaré, an area with recent introduction of the disease in the municipality (county) of Niterói, Rio de Janeiro State, Brazil. This was a cross-sectional study to assess CVL prevalence, defined as a positive result in the dual path platform (DPP) rapid immunochromatographic assay, confirmed by immunoenzymatic assay (IEA). The study included 97 dogs, with 21.6% CVL prevalence. CVL prevalence was higher in dogs with contact with another dog, opossum, marmoset, or hedgehog, as well as history of culling of other dogs with CVL from the household. In the multivariate analysis, adjusted for the dog's sex and age, dogs in areas with sparse vegetation showed fivefold higher prevalence of *Leishmania infantum* infection compared to dogs in areas with less vegetation (OR = 5.72; 95%CI: 1.47-22.20). Meanwhile, less urbanized areas, characterized as commercial or low-income residential areas, identified by remote sensing as those with high density of gray structures, were associated with lower CVL prevalence (OR = 0.09; 95%CI: 0.01-0.92). The higher prevalence of infection in dogs living alongside wild animals and in areas with more vegetation and lower prevalence in more urbanized areas suggest a rural transmission pattern for CVL in this area.

Visceral Leishmaniasis; Dogs; Remote Sensors

Resumen

Se evaluó la asociación entre las características ambientales obtenidas por teledetección y la prevalencia de la leishmaniosis visceral canina (LVC) en el barrio de Jacaré, área de reciente introducción de la enfermedad, en el municipio de Niterói, Estado de Río de Janeiro, Brasil. Se trata de un estudio seccional para la evaluación de la prevalencia de LVC, definida mediante la positividad en el test inmunocromatográfico rápido en una plataforma de doble vía (dual path platform – DPP), confirmada con un ensayo inmunoenzimático (EIE). Se incluyeron a 97 perros con una prevalencia de LVC de un 21,6%. Hubo una mayor frecuencia de LVC en perros que conviven con otros perros, zarigüeyas, monos y erizos terrestres, así como con el historial de retirada de otros perros con LVC del domicilio. En el análisis multivariado, ajustado por sexo y edad del perro, los perros residentes en áreas con una mayor cobertura de vegetación muy dispersa presentaron una prevalencia de infección por *Leishmania infantum* cinco veces mayor que aquellos que residían en áreas con menos vegetación (OR = 5,72; IC95%: 1,47-22,20). Por otro lado, las áreas más urbanizadas, caracterizadas como comerciales o residenciales con pocos recursos, identificadas mediante teledetección como aquellas con una alta densidad de estructuras en gris, estuvieron asociadas a una menor ocurrencia de la LVC (OR = 0,09; IC95%: 0,01-0,92). La mayor prevalencia de infección en perros, conviviendo con otros animales silvestres y en áreas con una mayor superficie vegetal, se asocia con una menor prevalencia en áreas urbanizadas, lo que indica un padrón rural de transmisión de la LVC en ese área.

Leishmaniasis Visceral; Perros; Sensores Remotos

Recebido em 09/Fev/2017

Versão final reapresentada em 23/Mai/2017

Aprovado em 13/Jun/2017