Jardim Botânico de Brasília

ISSN 1983-6996
Versão impressa

ISSN 2359-165X
Versão *on line*

Neringeriana

11(2): 13-32. 2017

LEVANTAMENTO DE AGENTES ZOONÓTICOS ENCONTRADOS EM PEQUENOS MARSUPIAIS DA AMÉRICA DO SUL

Cíntia Povill [1], Ana Lazar[2] & Cibele R. Bonvicino [3,4]

RESUMO – Zoonoses são doenças que são transmitidas de animais vertebrados para o homem e também do homem para os animais, principalmente quando seu ciclo ecológico é alterado, seja por intervenção natural ou pela intervenção humana. Incluem doenças emergentes e reemergentes distribuídas mundialmente e de preocupação para a saúde pública, pois causam vários prejuízos e mortes na população humana. Estudos revelam que as zoonoses estão ligadas a várias espécies de mamíferos, incluindo os marsupiais, que atuam como hospedeiros de algumas destas doenças zoonóticas. Apesar da maioria dos estudos se concentrarem em marsupiais didelfídeos de porte maior, identificamos várias espécies de pequenos marsupiais dos gêneros *Monodelphis*, *Marmosa* (*Marmosa*), *Marmosa* (*Micoureus*), *Gracilinanus* e *Thylamys* como hospedeiras de agentes zoonóticos causadores de doenças, como toxoplasmose, leishmaniose, tripanossomíase, verminoses, coccidiose, arboviroses, microsporidiose, peste negra e fasciolíase, na América do Sul, e no Brasil. Algumas destas informações sobre marsupiais como hospedeiros não podem ser recuperadas em função da falta de espécimes testemunhos, aliado às mudanças taxonômicas ocorridas dentro do grupo.

Palavras-chaves: *Leishmania; Marmosa; Micoureus; Monodelphis; Rickettsia; Thylamys, Toxoplasma; Trypanosoma.*

ABSTRACT (Survey of zoonotic agents found in small marsupials (Didelphimorphia) of South America) - Zoonoses are diseases shared between animals and humans, especially when their ecological cycle is changed, either by intervention or by natural human intervention. Zoonoses include emerging and reemerging diseases distributed worldwide and concern to public health because they cause damage and several deaths in the human population. Studies reveal that zoonoses are linked to several species of mammals, including marsupials, which act as hosts of these infectious zoonotic agents, like toxoplasmosis, Leishmaniosis, Trypanosomiasis, verminosis, coccidiosis, arboviruses, microsporidiosis, black plague and fascioliasis. Species of small didelphids marsupials of genus *Monodelphis*, *Marmosa* (*Marmosa*) *Marmosa* (*Micoureus*), *Gracilinanus* and *Thylamys* are listed in several papers studying zoonoses, however few studies have associated marsupial's species to zoonotic diseases. Some information about marsupials acting as zoonotic hosts cannot be recovered due to the lack of voucher specimens, together with the taxonomic changes occurring within the group.

Key words: *Leishmania; Marmosa; Micoureus; Monodelphis; Rickettsia; Thylamys, Toxoplasma; Trypanosoma.*

[1] Pós-graduação em Genética, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

[2] Divisão de Mamíferos, Museu Nacional, Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

[3] Programa de Genética, Instituto Nacional de Câncer, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

[4] Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Reservatórios Silvestres, IOC, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: cibele.bonvicino@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas ocorreram crescentes processos de mudança no meio ambiente, decorrentes da expansão da agrícola e pecuária, entre outras atividades econômicas, para atender à crescente demanda do mundo globalizado (Coker *et al*., 2011). Mudanças climáticas e ambientais naturais, como por exemplo os eventos "el niño" e "la niña", ou mudanças produzidas pela ação humana, exercem grande influenciam no surgimento de doenças parasitárias zoonóticas, pois alteram o equilíbrio ecológico favorecendo a transmissão (Lallo *et al*., 2009; Barcellos *et al*., 2009; Go *et al*., 2014; Zappelini *et al*., 2016). Zoonoses são doenças que acometem animais vertebrados e o homem (Colville & Berryhill, 2007), com ocorrência global, e com vetores e agentes patológicos diversificados, incluindo bactérias, vírus, fungos, protozoários e helmintos (Han *et al*., 2016; Cruz, 2012; Jones *et al*., 2008; Guillaumot, 2005). Os sintomas e efeitos causados pelas doenças zoonóticas nos hospedeiros, incluindo os seres humanos, é diverso, variando de indivíduos infectados assintomáticos até a mortalidade dos mesmos (Shakespeare, 2002; Hill & Dubey, 2002).

Muitas espécies de mamíferos e aves são hospedeiros acidentais, ou seja, carregam os agentes patogênicos por eventualidades ou ao acaso, não sendo reservatórios ou hospedeiros definitivos desses agentes (Colville & Berryhill, 2007). Algumas espécies podem ser consideradas hospedeiros definitivos, que podem ou não ter a doença causada pelo agente infeccioso, e outras são considerados reservatórios (Colville & Berryhill, 2007). Existem vários mamíferos reservatórios potenciais de agentes infecciosos perigosos à saúde humana (e.g., Santos-Rondon *et al*., 2012; Oliveira *et al*., 2010; Campbell *et al*., 2003; Carvalho *et al*., 2001; Horta *et al*., 2007). As zoonoses de protozoários, por exemplo, possuem ciclos envolvendo vetor e hospedeiro, onde, muitas vezes, o ciclo se completa no hospedeiro, o que ressalta a importâncias de estudos realizados com os hospedeiros.

Marsupiais podem ser reservatórios de uma gama de doenças (e. g., Arias *et al*., 1981; Rodrigues *et al*., 1982; Deane *et al*., 1984; Ramirez *et al*., 2002; Brandão-Filho *et al*., 2003; Almeida *et al*., 1987; Alexander *et al*., 1998; Siqueira *et al*., 2013; D'Andrea *et al*., 2002), sendo que a maioria dos estudos envolvendo marsupiais didelfídeos e zoonoses se concentram nas espécies dos gêneros de maior tamanho, *Didelphis*, *Philander* e *Metachirus*. Os pequenos marsupiais didelfídeos também estão descritos como hospedeiros para diferentes zoonoses de preocupação para a saúde pública, como Leishmaniose (Dantas-Torres & Brandão-Filho, 2006; Gontijo & Melo, 2004) e doença de Chagas (Schmunis, 1997; Dias, 2007; de Oliveira & da Silva, 2007; Tabela 1). Os marsupiais estão organizados em sete ordens, sendo a ordem Didelphimorphia representada pela família Didelphidae (Gardner 2008). As espécies da família Didelphidae estão distribuídas nas Américas e compreendem o grupo mais diversificado, estando representadas em todos os biomas da região neotropical (Emmons & Feer, 1997; Gardner, 2008; Rossi *et al*., 2010).

Os pequenos didelfídeos tem passado por diversos rearranjos taxonômicos, incluindo criação de gêneros e espécies novas, mudanças de categoria taxonômica, o que leva a algumas inconsistências no nome aplicado na identificação de espécies em trabalhos prévios, devido a essas

mudanças taxonômicas ocorridas. Aqui fazemos um levantamento dos trabalhos envolvendo a fauna desses pequenos marsupiais como hospedeiros de agentes zoonóticos em localidades da América do Sul, atualizando a nomenclatura taxonômica quando necessário, mapeando a ocorrência dos agentes zoonóticos dentro da área de distribuição de cada didelfídeo hospedeiro, e fazendo uma breve descrição sobre essas zoonoses. Além de atualizar o conhecimento sobre a distribuição geográfica de cada hospedeiro, de modo a auxiliar no entendimento dos ciclos dos agentes infecciosos, com informações sobre a localidade de ocorrência, contribuindo para posteriores estudos de plano de controle dessas zoonoses.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico em diferentes bases de dados científicos disponíveis online, utilizando tanto ferramentas de busca de artigos científicos como google scholar (http://scholar.google.com.br), PubMed e Web of Science (http://webofknowledge.com) e bases científicas mais especializadas, disponíveis na biblioteca virtual em Saúde da Fiocruz. Para a procura dos artigos foram utilizadas diversas combinações de palavras como *Marmosa*, *Micoureus*, *Thylamys*, *Monodelphis*, *Gracilinanus* combinadas com zoonoses, *Leishmania*, Leishmaniose, *Tripanosoma*, Tripanossomíase, *Toxoplasma gondii*, Toxoplasmose, Peste negra, *Yersinia pestis*, Arboviroses, vetores, Riquetisiose, *Rickettsia*, oxiúros, microsporidiose, *Eimeria*, Coccidiose, Nematoide, marsupiais, mamíferos reservatórios, em português e inglês. Para cada zoonose detectada nos artigos foram anotados o agente etiológico, o hospedeiro e a localidade, com o detalhamento mais específico possível. A confirmação da nomenclatura correta para as doenças causada pelos agentes zoonóticos foram confirmadas no 'Centers for Disease Control and Prevention (www.cdc.gov) e também no 'World Health Organization' (www.who.int).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 32 estudos com uma ou mais espécies de marsupiais didelfídeos positivas para algum agente patogênico causador de zoonose. Os resultados mostram que os pequenos marsupiais podem ser importantes hospedeiros ou reservatórios silvestres de diversos agentes patogênicos, responsáveis por uma gama de doenças zoonóticas, importantes para a saúde púbica (Tabela 1). Além dos marsupiais atuarem com hospedeiros ou reservatórios de zoonoses, (*e.g*., Jansen *et al*., 2018; Dantas-Torres *et al*., 2013; Santos-Rondon *et al*., 2012; Dupouy-Camet, 2000), também podem portar ectoparasitas (*e.g*., pulgas e carrapatos) infectados por agentes zoonóticos (Oliveira *et al*., 2010). As figuras 1, 2 e 3 mostram a área de distribuição reconhecida para cada uma das espécies de didelfídeo listadas na Tabela 1, e os pontos no mapa indicam a localidade onde foram capturados espécimes positivos para o agente etiológico indicado na tabela. A tabela mostra também a doença causada pelo agente etiológico e os autores dos trabalhos. As localidades de coleta de cada hospedeiro foram inseridas na tabela da forma mais precisa possível, de acordo com as informações disponibilizadas pelos autores.

Tabela 1. Levantamento de espécies de marsupiais que participam do ciclo de zoonoses. Os números indicam o local onde foi detectado a zoonose, indicadas por ponto nos mapas das figuras 1 a 3.

Espécies	Doença	Agente infeccioso	Localidade	Coordenadas	Ref.
Marmosa (*Micoureus*) *demerarae* (1)	Toxoplasmose	*Toxoplasma gondii*	Brasil: PE, Recife e arredores		1
M. (*Micoureus*) *demerarae* (2)	Leishmaniose	*Leishmania (Viannia) braziliensis*	Colômbia, Andes[a]		2
M. (Micoureus) demerarae	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: Floresta Amazônica[a]		3
M. (*Micoureus*) *demerarae* (3)	Verminose	*Trassostrongylus scheibelorum sp.n.*	Guiana Francesa: Cacao	- 4.5489 -52.4918	4
M. (*Micoureus*) *demerarae* (3)	Verminose	*Viannaia hamata*	Guiana Francesa: Cacao	- 4.5489 -52.4918	4
M. (*Micoureus*) *demerarae* (3)	Verminose	*Viannaia minispicula*	Guiana Francesa: Cacao	- 4.5489 -52.4918	4
Marmosa. (*Micoureus*) *paraguayana* (4)	Leishmaniose	*Leishmania infantun*	Brasil: SP, Pontal de Paranapanema	-23.3863 -48.7220	5
M. (*Micoureus*) *constantiae* (5)	Coccidiose	*Eimeria micouri*	Bolívia, Cochabamba	-17.4139 -66.1653	6
M. (*Micoureus*) *constantiae* (6)	Coccidiose	*Eimeria micouri*	Bolívia, Santa Cruz	-17.7873 -63.1955	6
M. (*Micoureus*) *constantiae* (7)	Coccidiose	*Eimeria micouri*	Bolívia, Tarija	-21.5213 -64.7280	6
Marmosa murina (8)	Toxoplasmose	*Toxoplasma gondii*	Brasil: PE, Recife	-8.0522 -34.9286	1
Marmosa murina	Arbovirose	*Vírus C-Itaqui*	Brasil[a]		7
Marmosa murina	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: Floresta Amazônica[a]		3
Marmosa sp.– citada como *M. cinerea*	Leishmaniose	*Leishmania amazonensis*	Brasil[a]		8
M. (*Micoureus*) *constantiae* – citada como *M. cinerea* (9)	Tripanossomíase	*Tripanosoma cruzi*	Paraguai, Boquerón	-21.7449 -60.9540	9
M. (*Micoureus*) *constantiae* – citada como *M. cinerea* (10)	Tripanossomíase	*Tripanosoma cruzi*	Paraguai, Alto Paraguay	-20.0852 -59.4720	9
M. (Micoureus) paraguayana (11)	Verminose	*Gracilioxyuris agilis*	Brasil: SP, Mogi Guaçu		10
Marmosa sp. citada como *M. cinerea*	Arbovirose	*Vírus C-Apeu, Murututucu, Oriboca, vírus Guama*	Brasil[a]		7
Marmosa sp. citada como *M. cinerea*	Leishmaniose	*Leishmania amazonensis*	Brasil: escudo das Guianas		11
Marmosa ronbison, citada como *Marmosa mitis* (12)	Leishmaniose	*Leishmania*	Guiana Francesa: Trinidad		12
Marmosa sp.	Microsporidiose	*Dado não disponível*	Brasil: SP **		13
Marmosa sp.	Leishmaniose	*Leishmania (Viannia) spp.*	Brasil: PE, São Vicente Ferrer	-7.5911 -35.4864	14
Marmosa sp.	Leishmaniose	*Leishmania (Viannia) spp.*	Brasil: PE, Amaraji	-8.3754 -35.4538	14
Marmosa sp.	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: Floresta Amazônica[a]		15
M. (*Micoureus*) *paraguayana* (11)	Verminose	*Gracilioxyuris agilis*	Brasil: SP, Mogi Guaçu	-22.1750 -47.0972	10
Monodelphis domestica (13)	Toxoplasmose	*Toxoplasma gondii*	Brasil: PE, Recife	-8.0522 -34.9286	1
Monodelphis domestica (14)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Paraguai, Boquerón	-21.7449 -60.9540	9
Monodelphis domestica (15)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Paraguai, Alto Paraguay	-20.0852 -59.4720	9
Monodelphis domestica	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: Floresta Amazônica[a]		3
Monodelphis domestica (16)	Leishmaniose	*Leishmania (Viannia) spp*	Brasil: PE, São Vicente Ferrer	-7.5911 -35.4864	14
Monodelphis domestica (17)	Peste Negra	*Yersinia pestis*	Brasil: PE, Chapada do Araripe	-7.3875 -40.2161	16
Monodelphis domestica (18)	Coccidiose	*Eimeria cochabambensis*	Bolivia, Chuquisaca	-20.0249 -64.1478	6
Monodelphis domestica (19)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: Pantanal****		17

Monodelphis domestica (20)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: CE, Redenção	-4.2250 -38.7294	18
Monodelphis domestica (21)	Peste Negra	*Yersinia pestis*	Brasil: PE, Caruaru	-8.1432 -36.0458	19
Monodelphis domestica (22)	Peste Negra	*Yersinia pestis*	Brasil: PE, Santa Cruz da Baixa Verde	-7.8201-38.1516	19
Monodelphis domestica (23)	Peste Negra	*Yersinia pestis*	Brasil: CE, São Benedito	-4.0449 -40.8651	19
Monodelphis emiliae (24)	Verminose	*Monodelphoxyuris dollmeiri*	Peru, Cusco, Rio Camisea, San Martín	-13.5319 -71.9674	20
Monodelphis cf. *touan*, citada como *M. emiliae* (25)	Tripanossomíase	*Trypanosoma (Megatryparum) saloboense.*	Brasil: PA, Salobo-Serra dos Carajás	-5.7963 -50.5152	21
Marmosops fuscatus, citada como *Marmosa fuscata* (26)	Leishmaniose	*Leishmania*	Trinidad e Tobago: SãoTrinidad	10.3757 -61.2335	13
Marmosops incanus (27)	Microsporidiose	*Encephalitozoon sp.*	Brasil: SP ***		22
Marmosops incanus (28)	Leishmaniose	*Leishmania guyanensis*	Brasil: MG, São João das Missões	-14.8825 -44.0831	23
Marmosops noctivagus, citada como *M. dorothea,* um sinônimo júnior (29)	Coccidiose	*Eimeria cochabambensis/*	Bolívia, Cochabamba	-17.4139 -66.1653	6
Marmosops noctivagus, citada como *M. dorothea,* um sinônimo júnior (30)	Coccidiose	*Eimeria cochabambensis/ Eimeria marmosopos*	Bolívia, Santa Cruz	-17.8145 -63.1560	6
Marmosops parvidens (31)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: PA, Cachoeira do Arari	-0.8563 -48.9605	18
Marmosops parvidens	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: Floresta Amazônica[1]		3
Thylamys elegans (32)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Chile, Coquimbo	-29.9590 -71.3389	24
Thylamys elegans	Oocistos associados à Sarcocystidae	*Intraerythrocytic parasites*	Chile[a]		25
Thylamys macrurus (33)	Tripanossomíase	*Tripanosoma cruzi*	Brasil: Pantanal****		17
Thylamys venustus (34)	Coccidiose	*Eimeria cochabambensis*	Bolívia, Chuquisaca	-20.0249 -64.1478	6
Thylamys venustus (35)	Coccidiose	*Eimeria cochabambensis*	Bolívia, Santa Cruz	-17.8145 -63.1560	6
Thylamys venustus (36)	Coccidiose	*Eimeria cochabambensis*	Bolívia, Tarija	-21.5213 -64.7280	6
Thylamys venustus, citada como Thylamys venustus cinderella (37)	Verminose	*Neohilgertia venusti gen. n.*	Argentina: Tucuman, Burruyacu	-26.4994 -64.7419	26
Thylamys venustus, citada como Thylamys elegans (38)	Verminose	*Didelphxyuris thylamisis n. gen.*	Bolívia: Departamento de Santa Cruz, 5km NE Quiñe	-16.7476 -62.0750	20
Thylamys pallidior (39)	Verminose	*Mathevotaenia sanmartini n. sp.*	Argentina: Jujuy, Susques	-24.0135 -66.5146	27
Thylamys pallidior (40)	Verminose	*Mathevotaenia sanmartini n. sp.*	Bolívia: Cochabamba, Curubamba	-17.6752 -65.6011	27
Thylamys venustus	Verminose	*Didelphxyuris thylamisis*	Bolívia e /ou Argentina[a]		27
Thylamys venustus	Verminose	*Hoineffia simplicispicula*	Bolívia e /ou Argentina[a]		27
Thylamys venustus	Verminose	*Oligacathorhynchus sp.*	Bolívia e /ou Argentina[a]		27
Thylamys pallidior	Verminose	*Pterygodermatites kozeki*	Bolívia e /ou Argentina[a]		27
Gracilinanus sp.	Tripanossomíase	*Trypanossoma cruzi*	Brasil: Floresta Amazônica[a]		3
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Spirura guianensis*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		28
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Pterygodermatites (Paucipectines) jägerkiöldi*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		28
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Physaloptera sp.*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		28, 29
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Paraspidodera uncinata*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		28
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Didelphoxyuris sp.*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		28
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Didelphoxyuris thylamisis*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		28

Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Pudica sp.*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		28
Gracilinanus agilis (42)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Paraguai, Boquerón	-21.7449 -60.9540	9
Gracilinanus agilis (43)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Paraguai, Alto Paraguay	-20.0852 -59.4720	9
Gracilinanus agilis (44)	Tripanossomíase	*Trypanosoma cruzi*	Brasil: Pantanal***		17
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Gracilioxyuris agilis*	Brasil: MS, Aquidauana e/ou Nhecolândia		32
Gracilinanus agilis (45)	Verminose	*Syphacia*	Brasil: MG, Uberlândia, Faz. Experimental do Glória	-18.9235 -48.2736	30
Gracilinanus agilis (45)	Verminose	*Trichuris*	Brasil: MG, Uberlândia, Faz. Experimental do Glória	-18.9235 -48.2736	30
Gracilinanus agilis (45)	Fasciolíase	*Fasciola*	Brasil: MG, Uberlândia, Faz. Experimental do Glória	-18.9235 -48.2736	30
Gracilinanus agilis (41)*	Verminose	*Spirura guianensis*	Brasil: MS, Aquidauana, Nhecolândia		31
Gracilinanus agilis (45)	Coccidiose	Dado não disponível	Brasil: MG, Uberlândia, Faz. Experimental do Glória	-18.9235 -48.2736	30
Gracilinanus agilis (46)	Leishmaniose	*Leishmania (Viannia) braziliensis*	Brasil: MG, São João das Missões	-14.8808 -44.0829	23
Gracilinanus microtarsus (47)	Verminose	*Pterygodermatites (Paucipectines) jägerkiöldi*	Brasil: RJ, Teresópolis, Serra dos Órgãos	-22.4484 -42.9834	28

*Não foi possível estabelecer em qual das duas localidades o hospedeiro foi coletado. ** Barragem do rio Paraitinga e nas interligações do rio Tietê e do rio Biritiba-Mirim. ***Barragens localizadas nos municípios de Mogi das Cruzes, Salesópolis e Biritiba-Mirim. **** Fazenda Rio Negro 19º34’54’’S – 56º14’62’’W e Fazenda Alegria 19º08’28’’S – 56º49’23’’W.

[a] Localidade não disponível. Referências (Ref.)**:** 1**-** Siqueira, 2013, 2 - Alexander, 1998, 3 - Jansen *et al*., 2018, 4 - Scheibel *et al*., 2014, 5 - Quintal, 2011, 6 - Heckscher, 1999, 7 - Monath, 1988, 8 - Arias *et al*.; 1981, 9 -Yeo, 2005, 10 - Santos-Rondon *et al*., 2012, 11 - Rotureau, 2006,12 – Tikasingh, 1969, 13 - Pereira, 2009, 14 - Lima, 2013, 15 - Brandão-Filho, 2003, 16 - Almeida, 1987, 17 - Herrera, 2007, 18 - Roque *et al.*, 2008, 19 - Bonvicino *et al*., 2015, 20 - Guerrero & Hugot, 2003, 21 - Lainson *et al.*, 2008, 22 - Lallo, 2009, 23 - Quaresma, 2011, 24 - Botto-Mahan, 2010, 25 - Merino, 2010, 26 - Navone *et al*., 1990, 27 - Ruiz *et al*., 2008, 28 - Torres, 2007, 29 - Torres *et al*. 2009, 30 - Mota, 2013, 31 - Torres *et al*., 2015, 32 - Feijó, 2008.

Doenças causadas por protozoários

Toxoplasmose

Toxoplasmose, uma infecção comum em seres humanos, é causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii* (Hill & Dubey, 2018; Hill & Dubey, 2002; Tenter *et al*., 2000). Nos Estados Unidos e no Reino Unido estima-se que 16-40% da população esteja infectada, enquanto na Europa Central e América do Sul e Europa continental, as estimativas de infecção variam de 50 a 80% (Hill & Dubey, 2018; Hill & Dubey, 2002). Os humanos são infectados pela ingestão de cistos em carne malcozida ou crua, ou pela ingestão de alimentos e água contaminados com oocistos presentes principalmente nas fezes de gatos infectados (Hill & Dubey, 2018; Hill & Dubey, 2002; Tenter *et al*., 2000). Infecção por *T. gondii* é comum em animais utilizados para a alimentação como ovelhas, porcos e coelhos (Hill & Dubey, 2018; Hill & Dubey, 2002; Tenter *et al*., 2000). Entre os didelfídeos encontrados infectados estão *Marmosa* (*Micoureus*) *demerarae*, *Marmosa murina* e *Monodelphis domestica* (Siqueira *et al*., 2013; Figura 1), espécies amplamente distribuídas pela América do Sul, principalmente no Brasil onde ocorrem na Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. Essa ampla área de distribuição, tanto em áreas florestadas como em áreas secas e abertas, faz desses didelfídeos potencialmente importantes para a disseminação do agente zoonótico *Toxoplasma gondii*.

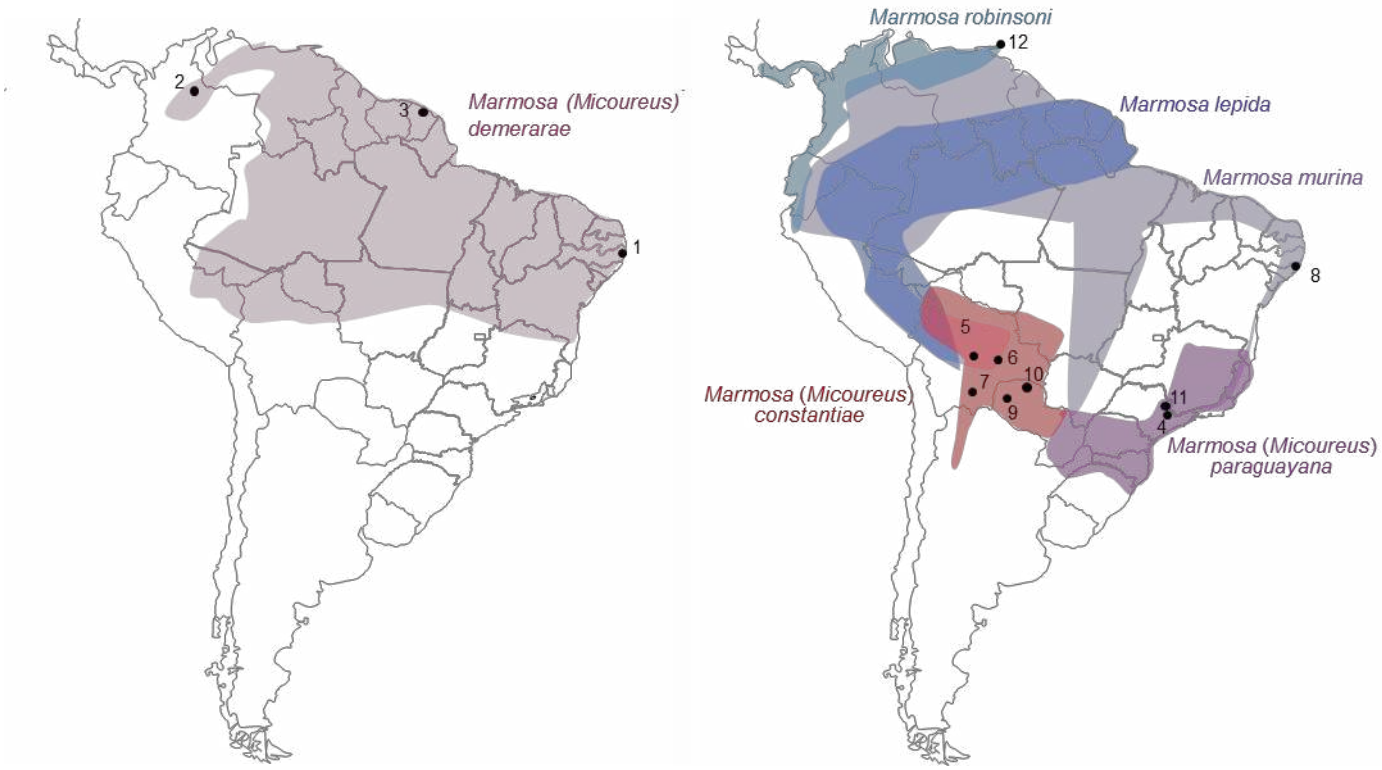

Figura 1. Mapas com a distribuição de *Marmosa murina*, *M.* (*Micoureus*) *constantiae*, *Marmosa lepida*, *M.* (*Micoureus*) *paraguayana* e *Marmosa robinsoni.* Os círculos e números indicam as localidades onde os espécimes foram encontrados positivos para os agentes zoonóticos causadores da toxoplasmose, arbovirose, leishmaniose, verminose, coccidiose e tripanossomíases referenciados na Tabela 1.

Tripanossomíase americana

Uma das mais importantes infecções parasitárias da América Latina é a tripanossomíase americana, no Brasil conhecida como doença de Chagas, sendo causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi*, que tem os mamíferos como reservatórios naturais (Miles *et al*., 2003; Pereira *et al*., 2008). A transmissão ocorre pelo contato com as fezes dos vetores triatomíneos contaminados (Yeo *et al*., 2005). No Brasil, espécies do gênero *Didelphis* foram encontradas infectados por *Trypanosoma cruzi* (Deane *et al.,* 1984), *Trypanosoma rangeli* (Ramirez *et al*., 2002), entre outras tripanossomíases. Entre os pequenos marsupiais didelfídeos infectados por *T. cruzi* estão *Thylamys elegans*, *Gracilinanus agilis*, *Monodelphis domestica*, *Monodelphis brevicaudata* e *Monodelphis cf. touan* (Figuras 2 e 3; Botto-Mahan *et al*., 2010; Yeo *et al*., 2005; Laison *et al*., 2008). De fato, foram encontrados espécimes identificados como *Monodelphis emiliae* positivos para *T. cruzi* (Tabela 1), no entanto hoje a distribuição de *M. emiliae* é considerada bem menos abrangente, e os indivíduos de *Monodelphis* que ocorrem nessa área hoje são considerados da espécie *M. touan* (Pavan *et al*., 2012). Então os espécimes coletados positivos para *T. cruzi* eram da espécie *M. touan,* não havendo informações sobre *M. emilae* atuar como hospedeiro de *T. cruzi*.

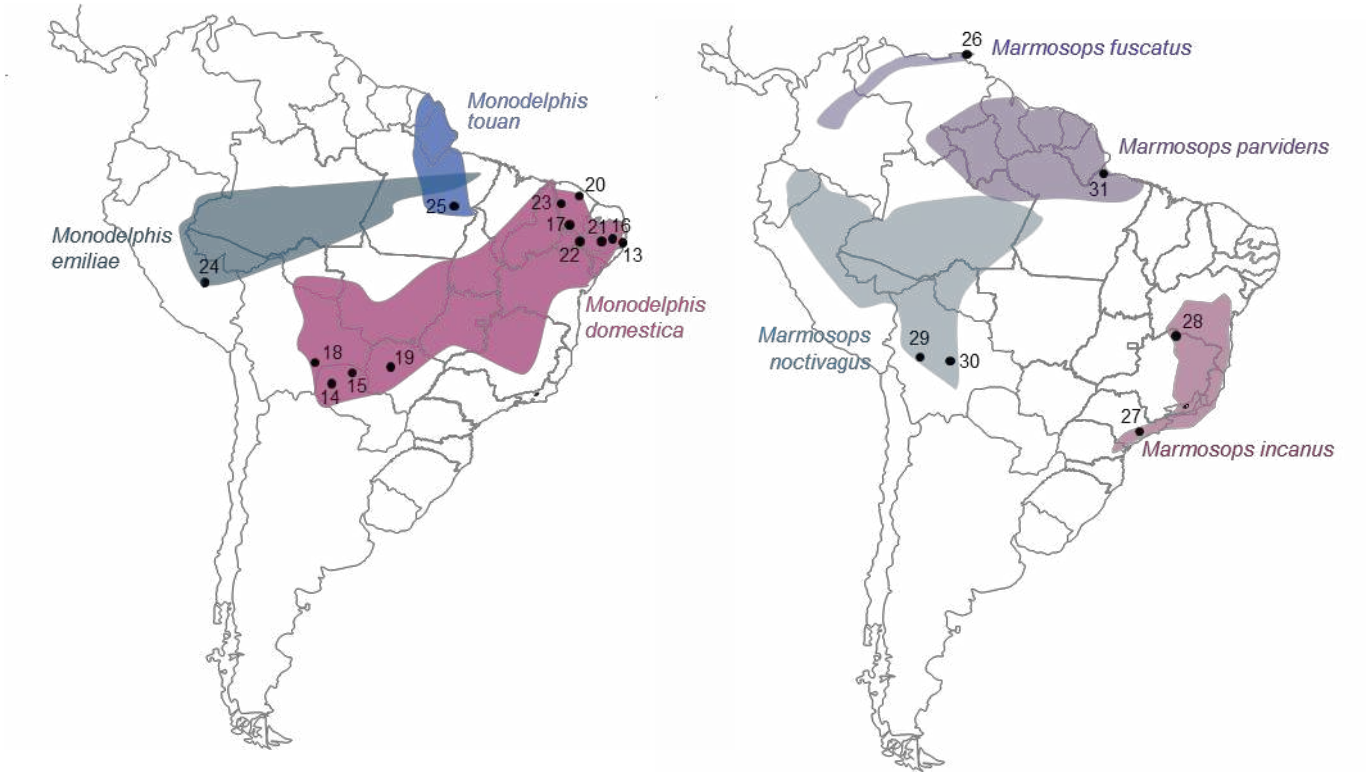

Figura 2. Mapas da distribuição de *Marmosa* (*Micoureus*) *demerarae, Marmosops incanus, Marmosops parvidens, Marmosops noctivagus, Monodelphis domestica*, *Monodelphis emiliae* e *Monodelphis touan*. Círculos negros indicam localidades onde os espécimes foram encontrados positivos para os agentes causadores da Toxoplasmose, Leishmaniose, Tripanossomíase, peste negra, microsporidiose e coccidiose listados na Tabela 1.

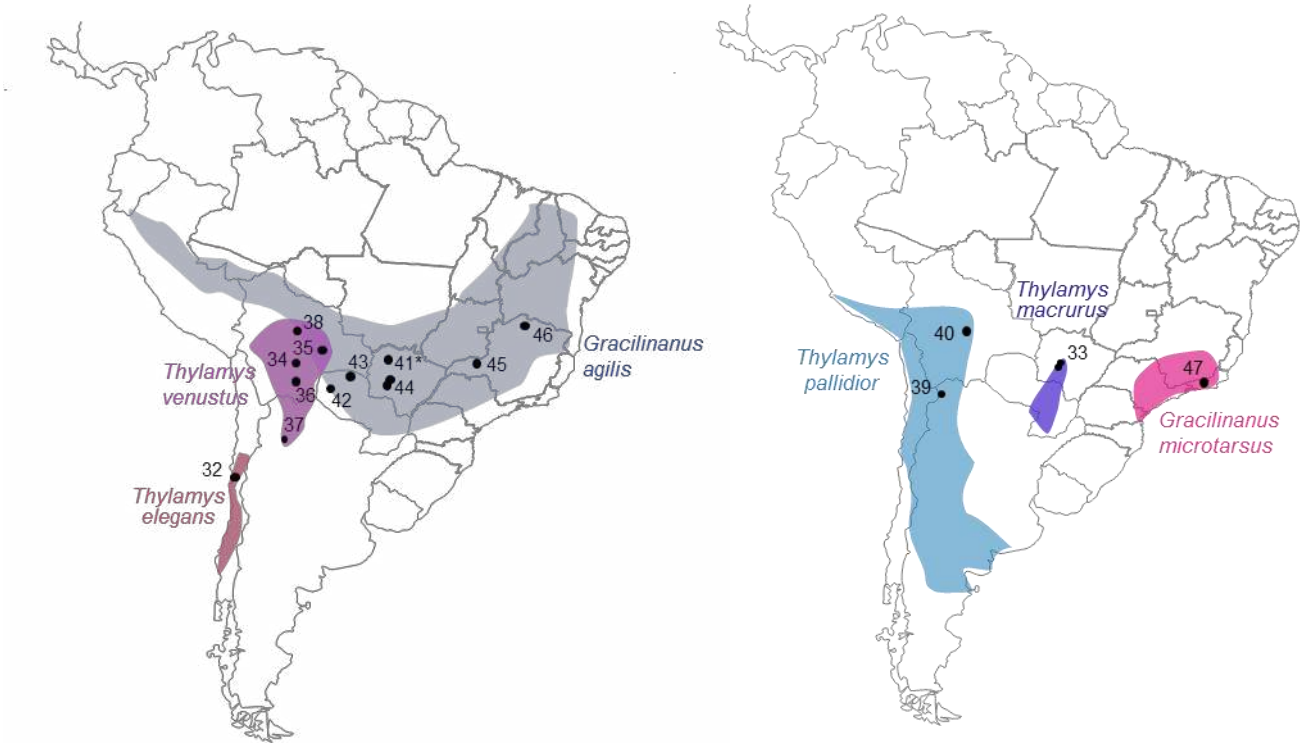

Figura 3. Mapas de distribuição de *Thylamys elegans*, *Thylamys macrurus, Thylamys venustus, Gracilinanus agilis.* Círculos negros indicam localidades onde os espécimes foram encontrados positivos para os agentes causadores da tripanossomíase, coccidiose, leishmaniose, oxiúros e oocistos de Sarcocystidae listados na tabela 1.

Leishmaniose

Leishmaniose é uma zoonose parasitária contagiosa que tem por vetor os insetos flebotomíneos responsáveis pela transmissão do protozoário. Os vetores (*Lutzomyia spp.*) são encontrados em ambientes urbanos e silvestres e podem transmitir o agente etiológico para animais domésticos e silvestres e para o homem pela picada, a principal forma de transmissão do parasita (Camargo & Langoni, 2006). No Brasil, espécies do gênero *Didelphis* foram encontrados infectados por diversas espécies de *Leishmania* (Arias *et al.,* 1981; Arias & Naiff, 1981; Cabrera *et al.,* 2003; Schallig *et al.*, 2007; Roque & Jansen, 2014). Estes animais habitam o ambiente silvestre e possuem hábitos sinantrópicos e são apontados como bons reservatórios para o ciclo urbano e silvestre (Arias *et al*., 1981; Arias & Naiff, 1981; Cabrera *et al*., 2003). Existem dois tipos de infecção, a leishmaniose visceral americana, doença crônica importante, pode ser fatal se não tratada, depende da presença de hospedeiros e reservatórios para se manter (Camargo & Langoni, 2006), e a leishmaniose cutânea americana, uma das mais importantes e comuns doenças infecto-parasitárias das Américas, com surtos epidêmicos ocorrendo devido ao desmatamento ou exploração desordenada das florestas (Camargo & Langoni, 2006). A literatura cita alguns marsupiais que participam do ciclo dessas leishmanioses como *Marmosa murina*, *Marmosa robinsoni*, *Marmosa*

(*Micoureus*) *demerarae*, *M.* (*Micoureus*) *paraguayana*, *Marmosa sp*., *Monodelphis domestica* e *Marmosops incanus* (Figuras 1, 2; Rotureau, 2006; Lainson & Shaw, 1973; Alexander *et al*., 1998; Lima *et al*., 2013).

Doenças causadas por Bactérias

Peste Bubônica

A peste bubônica, ou peste negra, é transmitida pela picada de pulgas infectadas pela bactéria *Yersinia pestis*, e está distribuída por todos os continentes (May, 1952; World Health Organization-www.who.int/emc). A manutenção da peste na natureza dependente da transmissão cíclica entre pulgas e mamíferos (Boire *et al*. 2013). É uma doença zoonótica que está concentrada entre roedores, mas também pode ocorrer em pequenos marsupiais (Almeida *et al*., 1987). Apesar do declínio na incidência, morbidade e mortalidade em populações humanas, a atividade residual da bactéria persiste entre os hospedeiros e não se pode descartar a possibilidade de recorrência dessa zoonose (Bonvicino *et al*., 2015; Boire *et al*. 2013). Dos marsupiais levantados, apenas indivíduos de *Monodelphis domestica* foram identificados como positivos para o agente causador da peste (Figura 2; Almeida *et al*., 1987). Apesar de mais associada a roedores (Boire *et al*., 2013), a detecção de *Y. pestis* em espécimes de *M. domestica*, espécie amplamente distribuída, mostra a importância de se estudar o papel dos marsupiais como hospedeiros.

Riquetsioses

Riquetsioses são doenças causadas por bactérias da família Rickettsiaceae. Entre os agentes etiológicos causadores deste agravo destacam-se as espécies do gênero *Rickettsia*; bactérias gram-negativas intracelulares obrigatórias de importância para todo o mundo, e que possuem artrópodes como piolhos, carrapatos e pulgas como vetores e reservatórios (Labruna *et al*., 2004; Perry & Fetherston, 1997). No Brasil, a Rickettsiose mais prevalente é a febre maculosa brasileira causada pela *Rickettsia ricketisii* (Labruna, 2009), e transmitida ao homem principalmente por carrapatos (Labruna *et al*., 2004). Animais de estimação e silvestres, incluindo mamíferos como cavalos, capivaras, coelhos, espécies do gênero *Didelphis,* entre outros mamíferos têm sido apontados como hospedeiros dos vetores carreadores do patógeno e como fontes potenciais de infecção (Milagres *et al*., 2010; Labruna, 2009; Labruna *et al*., 2004; Perry & Fetherston, 1997). Marsupiais que participam do ciclo das Riquetsias incluem *Monodelphis domestica* (Figura 2). A amplitude de ocorrência dessa espécie no cinturão de áreas abertas e secas, enquanto a maioria das espécies ocorrem em áreas florestadas, destaca sua importância nos estudos de potenciais hospedeiros de zoonoses.

Doenças causadas por Vírus

Arboviroses

Arboviroses são doenças transmitidas por vetores artrópodes hematófagos, e causadas por

vírus de RNA das famílias Togaviridae, Flaviviridae, Bunyaviridae, Reoviridae e Rhabdoviridae (Lopes, *et al*. 2014; Figueiredo, 2007; Guillaumot, 2005). Arbovírus ocorrem na natureza em ciclos envolvendo vetores artrópodes (mosquitos ou carrapatos), que quando infectados transmitem o vírus através da alimentação sanguínea, principalmente para aves e mamíferos (Fauci & Morens, 2016; Figueiredo, 2007). O ciclo dos arbovírus se completa quando um vetor artrópode se infecta ao se alimentar do sangue de indivíduos contaminados (Figueiredo, 2007). O Brasil por ser um país tropical de grande extensão, possui florestas e outros ecossistemas naturais com condições ideais para a ocorrência de arboviroses, e as mudanças ecológicas produzidas pelo homem podem aumentar a prevalência de vetores no ambiente e criar novos reservatórios (Figueiredo, 2007). A literatura cita alguns marsupiais como participando do ciclo dos arbovírus, como *Marmosa cinerea* e *M. murina* (Monath, 1988). No entanto, o conceito de *Marmosa cinerea* foi mudando ao longo do tempo, e este nome não é mais utilizado, sendo o nome *Marmosa* (*Micoureus*) *paraguayana* reconhecido para populações paraguaias e brasileiras antes atribuídas a esta espécie. Logo, as espécies até agora positivas para arbovírus são *Marmosa murina* e *Marmosa* (*Micoureus*) *paraguayana*.

Doenças causadas por outros grupos

Os vermes nematoides, como os oxiúros, fazem parte de um grupo de parasitas intestinais que causam doenças chamadas de enteroparasitoses, perigosos à saúde pública global. No Brasil ocorrem em áreas urbanas e rurais e estão associadas a condições ambientais e situações de precariedade de saneamento básico, especialmente entre populações pobres. Em geral, essas doenças não apresentam sintomas e são negligenciados pela saúde pública, contribuindo para o agravamento de quadros clínicos. (World Health Organization, Centers for Disease Control and Prevention) Essas doenças não são associadas com mortes, mas por vezes, causam manifestações debilitantes, com diarreia, desnutrição e desenvolvimento físico e intelectual prejudicada, especialmente de grupos etários mais jovens. Muitas espécies de marsupiais participam do ciclo dos nematoides, principalmente aqueles de maiores tamanhos, como os do gênero *Didelphis*. Estudos recentes têm mostrado os pequenos didelfídeos como hospedeiros de diferentes espécies de nematoides, como *Gracilinanus agilis, G. microtarsus*, *Thylamys venustus*, *T. elegans*, *T. pallidior*, *Monodelphis emiliae, Marmosa (Micoureus) demerarae* e *M. (Micoureus) paraguayana* (Figuras 1, 2, 3; Torres *et al*., 2015; Santos-Rondon *et al*., 2012; Torres *et al*., 2009; Torres, 2007).

Microsporidiose, causada pelos microsporídios, parasitas intracelulares obrigatórios que infectam hospedeiros invertebrados e vertebrados, incluindo o homem, é transmitida via oral pela ingestão de água e alimentos contaminados, ou pela a inalação dos esporos que são as formas infectantes (Franzen & Muller, 1999). A microsporidiose causa no homem infecções intestinais e sistêmicas, mas a

patogenia depende da resposta do sistema imune do hospedeiro (Franzen & Muller, 1999). A microsporidiose já foi descrita em pequenos mamíferos silvestres, indicando o papel deste grupo como hospedeiro de microsporídios (Sulaiman *et al*., 2003). Por ser considerada uma doença emergente, aspectos do patógeno e da infecção ainda são desconhecidos (Lallo *et al*., 2002). Marsupiais que participam do ciclo da microsporidiose incluem *Marmosa sp.* e *Marmosops incanus* (Figura 2) (Pereira *et al*., 2009; Lallo *et al*., 2009)

Coccidiose pode ser causada pela *Eimeria,* um gênero de parasita protista que possui ciclo de vida com um único hospedeiro, tendo grande importância para o setor econômico, preocupando as indústrias de produção animal de gado e frango de corte (Martins *et al*. 2012;). Esses parasitas fazem parte do filo Apicomplexa do qual fazem parte vários protozoários de importância médica e veterinária como os gêneros *Toxoplasma*, *Plasmodium* e *Cryptosporidium* (Roos, 2005). Podem ser encontrados em hospedeiros invertebrados e vertebrados, como aves e mamíferos. E em muitos casos esses parasitas causam a morte de seus hospedeiros (Novaes *et al*., 2011; Power *et al*., 2009). Em aves, causa a coccidiose aviária que acomete galinhas domésticas e frangos de corte e trata-se de uma doença de distribuição mundial (Williams, 1998). Marsupiais que participam do ciclo da coccidiose incluem *Marmosa* (*Micoureus*) *constantiae*, *Monodelphis domestica*, *Marmosops noctivagus* e *Thylamys venustus* (Figuras 1, 2, 3; Heckscher, 1999).

A ampla distribuição dos marsupiais pela América do Sul, sua adaptação aos mais variados ambientes, e sua importância como hospedeiros, e mesmo reservatório de agentes etiológicos que afetam a saúde humana causando danos e prejuízos, mostram a importância de seu estudo para o entendimento de zoonoses. O quadro mostrado aqui reforça a importância dos estudos taxonômicos associados aos estudos de zoonoses para refinar a associação entre os hospedeiros e o agente etiológico das zoonoses. Com o resultado obtido neste trabalho percebe-se a importância em se preservar os espécimes estudados, principalmente as amostras identificadas apenas em nível genérico, já que os avanços taxonômicos em relação aos marsupiais mudaram a taxonomia do grupo, espécies foram consideradas sinônimos júnior e outras foram divididas em mais de uma espécie. Com isso alguns registros não puderam ser atualizados até o nível de espécie e informações importantes para o entendimento do ciclo das diferentes zoonoses foram perdidas.

AGRADECIMENTOS

Cíntia Povill possui bolsa de doutorado da CAPES, Ana Lazar bolsa PNPD da CAPES e Cibele R. Bonvicino possui bolsa do CNPq e teve financiamento do CNPq e FAPERJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, B.; LOZANO, C.; BARKER, D.C.; MCCANN, S.H.E. & ADLER, G.H. 1998. Detection of *Leishmania* (*Viannia*) *braziliensis*

complex in wild mammals from Colombian coffee plantations by PCR and DNA hybridization. **Acta Tropica** 69:41–50.

ALMEIDA, A.M.P.; BRASIL, D.P.; CARVALHO, F.G. & ALMEIDA, C.R. 1987. Pesquisa de *Yersinia pestis* em roedores e outros pequenos mamíferos nos focos pestosos do nordeste do Brasil no período 1966 a 1982. **Revista de Saúde Pública** 21(3):265-267.

ARIAS, J.R. & NAIFF, R.D. 1981. The principal reservoir host of cutaneous leishmaniasis in the urban areas of Manaus, central Amazon of Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 76(3):279-286.

ARIAS, J.R.; NAIFF, R.D.; MILES, M.A. & SOUZA, A.A. 1981. The opossum Didelphis marsupialis (Marsupialia: Didelphidae), as a reservoir host of *Leishmania braziliensis guyanensis* in the Amazon Basin of Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** 75(4):537-535.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A.M.V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H.C.; CARVALHO, M.S.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços da Saúde** 18)3):285-304,

BOIRE, N.A.; RIEDEL, V.A.; PARRISH, N.M.; RIEDEL, S. 2013. Lessons learned from historic plague epidemics: The relevance of an ancient disease in modern times. Journal of Ancient Diseases and Preventive Remedies 2(2):114.

BONVICINO, C.R.; OLIVEIRA, J.A.; CORDEIRO-ESTRELA, P.; D'ANDREA, P.S.; ALMEIDA, A.M. 2015. A taxonomic update of small mammals plague reservoirs in South America. **Vector-borne and Zoonotic Diseases 15(10):571-579.**

BOTTO-MAHAN, C.; CAMPOS, R.; ACUÑA-RETAMAR, M.; CORONADO, X.; CATTAN, P.E. & SOLARI, A. 2010. Temporal Variation of *Trypanosoma cruzi* Infection in Native Mammals in Chile. **Vector-borne and Zoonotic Diseases** 10(3).

BRANDÃO-FILHO, S.P.; BRITO, M.E.; CARVALHO, F.G.; ISHIKAWA, E.A.; CUPOLILLO, E.; FLOETER-WINTER, L. & SHAW, J.J. 2003. Wild and synanthropic hosts of *Leishmania* (Viannia) *braziliensis* in the endemic cutaneous leishmaniasis locality of Amaraji, Pernambuco State, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** 97(3):291-296.

CABRERA, M.A.A.; PAULA, A.A.; CAMACHO, L.A.B.; MARZOCHI, M.C.A.; XAVIER, S.C.; SILVA, A.V.M. & JANSEN, A.M. 2003. Canine visceral leishmaniasis in Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brazil: Assessment of risk factors. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo** 45:79-83.

CÁCERES, N.C. 2006. O papel dos marsupiais na dispersão de sementes. In: Cáceres, N.C. & Monteiro-Filho, E.L.A. (Org.). **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução**. Campo Grande, MS, Editora UFMS, p. 255-270.

CAMARGO, L.B. & LANGONI, H. 2006. Impact of leishmaniasis on public health. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases** 12(4):527-548.

CAMPBELL, M.L.; GARDNER, S.L. & NAVONE, G.T. 2003. A new species of mathevotaenia (Cestoda: Anoplocephalidae) and other tapeworms from marsupials in Argentina. **Journal of Parasitology** 89(6):1181-1185.

CARVALHO, R.W.; SERRA-FREIRE, N.M.; LINARDI, P.M.; ALMEIDA, A.B. & COSTA, J.N. 2001. Small rodents' fleas from the bubonic plague focus located in the Serra dos Órgãos Mountain Range, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 96(5):603-609.

COKER, R.; RUSHTON J.; MOUNIER-JACK, S.; KARIMURIBO E.; LUTUMBA, P.; KAMBARAGE, D.; PFEIFFER, D.U.; STÄRK K. & RWEYEMAMU, M. 2011. Towards a conceptual framework to support one-health research for policy on emerging zoonoses. The Lancet Infectious Disease (4):326-31.

CRUZ, L.K.S. 2012. **Ocorrência e transformações socioambientais de zoonoses na área de influência da usina hidrelétrica Cana Brava-GO**. Dissertação de mestrado-Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Mestrado em ciências ambientais e saúde.

D'ANDREA, P.S.; FERNANDES, F.A.; CERQUEIRA, R. & REY, L. 2002. Experimental evidence and ecological perspectives for the adaptation of *Schistosoma mansoni* (Digenea: Schistosomatidae) to a wild host, the water-rat, *Nectomys squamipes* Brants, 1827 (Rodentia: Sigmodontinae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 97(1):11-14.

DANTAS-TORRES, F & BRANDÃO-FILHO, S.P. 2006. Expansão geográfica de leishmaniose visceral no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Medicina Tropical** 39(4):352-356.

de OLIVEIRA, A.W.S. & da SILVA, I.G. 2007. Distribuição e indicadores entomológicos de triatomíneos sinantrópicos capturados no estado de Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 40(2):204-208.

DEANE, M.P.; LENZI, H.L. & JANSEN, A.M. 1984. *Trypanosoma cruzi*. Vertebrate and invertebrate cycles in the same mammal host: the opossum *Didelphis marsupialis*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 79:513-515.

DIAS, J.C.P. 2007. Globalização, iniquidade e doença de Chagas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23 Sup 1:s13-s22.

EMMONS, L.H.; FEER, F. 1997. **Neotropical Rainforest Mammals: a field guide**. Chicago, The University of Chicago Press; p. 290.

FAUCI, A.S. & MORENS, D.M. 2016. Zika virus in the Americas -_Yet another arbovirus threat. **The New England Journal of Medicine** 347(7):601-604.

FEIJÓ, I.A.; TORRES, E.J.L.; MALDONADO, A. & LANFREDI, R.M. 2008. A New Oxyurid Genus and Species from *Gracilinanus agilis* (Marsupialia: Didelphidae) in Brazil. **Journal of Parasitology** 94(4):847-851.

FIGUEIREDO, L.T.M. 2007. Arboviroses emergentes no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 40(2):224-229.

GARDNER, A.L. 1993. Order Didelphimorphia. In: Wilson, D.E. & Reeder, D.M. (Eds). **Mammal species of the World: A taxonomic and geographic reference**. Washington, Smithsonian Institution Press, p.15-23.

GARDNER, S.L. & HUGOT, J.P. A new pinworm, *Didelphoxyuris thylamisis* n. gen., N. sp. (Nematoda: Oxyuridae) from Thylamys elegans (Waterhouse, 1839) (Marsupialia: Didelphidae) in Bolivia. R**esearch and Reviews in Parasitology** 55(3):139-147.

GUERRERO, R. & HUGOT, J.P. 2003, *Monodelphoxyuris dollmeiri* n. g., n. sp. (Nematoda: Oxyurida) from *Monodelphis emiliae* in Peru. **Systematic Parasitology** 55:73-79.

GO, Y.Y; BALASURIYA, U.B.R. & LEE, C.K. 2014. Zoonotic encephalitides caused by arboviruses: Transmission and epidemiology of alphaviruses and flaviviruses. **Clinical and Experimental Vaccine Research** 3:58-77.

GONJITO, C.M.F. & MELO, M.N. 2004. Leishmaniose visceral no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia** 7(3):338-349.

GUILLAUMOT, L. 2005. Arboviruses and their vectors in the Pacific – status report. **Pacific Health Surveillance and Response** 12(2):45-52.

HAN, B.A.; KRAMER, A.M.; DRAKE, J.M. Global patterns of zoonotic disease in mammals. **Trends in Parasitology** 32(7):565-577.

HECKSCHER, S.K.; WICKESBERG, B.A. & DUSZYNSKI, D.W. 1999. Three new species of Eimeria from Bolivian marsupials. **international Journal for Parasitology** 29(2):275-284.

HERRERA, H.M.; RADEMAKER, V.; ABREU, U.G.P.; D'ANDREA, P.S. & JANSEN, A.M. 2007. Variables that modulate the spatial distribution of *Trypanosoma cruzi* and *Trypanosoma evansi* in the Brazilian Pantanal. **Acta Tropica** 102:55–62.

HILL, D & DUBEY, J.P. 2002. *Toxoplasma gondii*: transmission, diagnosis and prevention. Clinical Microbiology and Infection (8):634–640.

HILL, D. &DUBEY, J.P. 2018. *Toxoplasma gondii* Em: Y.R. ORTEGA, C.R. STERLING (eds.), **Foodborne Parasites, Food Microbiology and Food Safety**. © Springer International Publishing. Chapter 6. p.119-136.

HORTA, M.C.; LABRUNA, M.B.; PINTER, A.; LINARDI, P.M.; SCHUMAKER, T.T. 2007. Rickettsia infection in five areas of the state of São Paulo, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 102(7):793-801.

JANSEN, A.M.; XAVIER, S.C.C.; ROQUE, A.L.R. 2018. *Trypanosoma cruzi* transmission in the wild and its most important reservoir hosts in Brazil. **Parasites & Vectors** 11:502.

JONES, K.E.; PATEL, N.G.; LEVY, M.A.; STOREYGARD, A.; BALK, D.; GITTLEMAN, J.L.; DASZAK, P. Global trends in emerging infectious diseases. **Nature** 451:990-999.

LABRUNA, M.B.; WHITWORTH, T.; HORTA, M.C.; BOUYER, D.H.; MCBRIDE, J.W.; PINTER, A, P.; POPOV, V.; GENNARI, S.M.; WALKER, D.H. 2004. *Rickettsia* species infecting *Amblyomma cooperi* ticks from an area in the state of Sao Paulo, Brazil, where Brazilian spotted fever is endemic. **Journal of Clinical Microbiology** 42(1):90-98.

LABRUNA, M.B. 2009. Ecology of *Rickettsia* in South America. Rickettsiology and Rickettsial Diseases-Fifth International Conference: Annals of the New York Academy of Sciences 1166: 156-166.

LAINSON, R. & SHAW, J. 1973. *Leishmania* and leishmaniasis of the New World, with particular reference to Brazil. **PAHO Bulletin** 7: 1-18.

LAINSON, R; D.A. SILVA, F.M.M. & FRANCO, C.M. 2008. Parasite of *Monodelphis emiliae* (Marsupialia: Didelphidae) from Amazonian Brazil. **Parasite-Journal de la Societe Francaise de Parasitologi**e 15(2):99-103.

LALLO M.A.; PEREIRA, A.; ARAÚJO, R.; FAVORITO, S.E.; BERTOLLA, P. & BONDAN, E.F. 2009. Ocorrência de Giardia, Cryptosporidium e microsporídios em animais silvestres em área de desmatamento no Estado de São Paulo, Brasil. **Ciência Rural, Santa Maria** 39(5):1465-1470.

LALLO, M.A.; SANTOS, M.J. & BONDAN, E.F. 2002. Infecção experimental pelo *Encephalitozoon cuniculi* em camundongos imunossuprimidos com dexametasona. **Revista de Saúde Pública** 36(5):621-626.

LIMA, B.S.; DANTAS-TORRES, F.; CARVALHO, M.R.; MARINHO-JUNIOR, J.F.; ALMEIDA, E.L.; BRITO, M.E.F.; GOMES, F. & BRANDAO-FILHO, S.P. 2013. Small

mammals as hosts of *Leishmania* spp. in a highly endemic area for zoonotic leishmaniasis in north-eastern Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** 107:592–597.

LOPES, N. NOZAWA, C.; LINHARES, R.E.C. 2014. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. Revista Pan-Amazonica de Saúde 5(3):55-64.

MARTINS, G.F.; BOGADO, A.L.G.; JUNIOR, J.S.G.; GARCIA, J.L. 2012. Uso de vacinas no controle da coccidiose aviária. Semina: Ciencias agrárias, Londrina 33(3):1165-1176.

MAY, J.M. Map of the world distribution of plague. **Geographical review** 42(4):628-630.

MELLO, D.A. 1977. *Trypanosoma* (*Megatryparum*) *samueli* n.sp., a Trypanosomatidae isolated from *Monodelphis domesticus* (Wagner, 1842) (Marsupialia). **Annales de Parasitologie Humaine et Compare** 52(4):391-395.

MERINO, S; MARTINEZ, J; VÁSQUEZ, R.A. & SLAPETA, J. 2010. Monophyly of marsupial intraerythrocytic apicomplexan parasites from South America and Australia. **Parasitology** 137:37-43

MILAGRES, B.S.; PADILHA, A.F.; BARCELOS, R.M.; GOMES, G.G.; MONTANDON, C.E.; PENA, D.C.H.; BASTOS, F.A.N.; SILVEIRA, I.; PACHECO, R.; LABRUNA, M.B.; BOUYER, D.H.; FREITAS, R.N.; WALKER, D.H.; MAFRA, C.L. & GALVAO, M.A.M. 2010. *Rickettsia* em animais sinantrópicos e domésticos e seus hospedeiros de duas áreas de baixa endemicidade para a Febre Maculosa Brasileira na Região Leste de Minas Gerais, Brasil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene** 83(6):1305–1307.

MOTA, T.D. 2013. **Interação parasita-hospedeiro em pequenos mamíferos da Fazenda experimental do Glória: padrões interespecíficos e impactos da interação sobre os indivíduos parasitados.** Dissertação – Universidade Federal de Uberlândia – Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

MONATH, T.P. 1988. The Arboviruses: Epidemiology and Ecology. **Library of Congress Cataloging-in-Publication Data** 3:1-18.

NOVAES, J., MANHA, A.P.S., FONTOLAN, L.S.B. & MADEIRA, A.M.B.N. 2011. General aspects of the biology, genome, transcriptome and proteome of *Eimeria spp*. of domestic fowl. **Revista de Biologia** 6:7-11.

OLIVEIRA, H.H.; ALMEIDA, A.B.; CARVALHO, R.W.; GOMES, V.; SERRA-FREIRE, N.M.; QUINELATO, I. & CARVALHO, A.G. 2010. Siphonaptera of small rodents and marsupials in the Pedra Branca State Park, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista**

Brasileira de Parasitologia Veterinária, Jaboticabal 19(1):49-54.

PAVAN, E.; ROSSI, R.V. & SCHNEIDER, H. 2012. Species diversity in the *Monodelphis brevicaudata* complex (Didelphimorphia: Didelphidae) inferred from molecular and morphological data, with the description of a new species. **Zoological Journal of the Linnean Society** 165:190–223.

PEREIRA, A.; ARAÚJO, R.S.; FAVORITO, S.E. & LALLO, M.A. 2009. Ocorrência de microsporídios em pequenos mamíferos silvestres no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 61(6):1474-1477.

PEREIRA, C.A.; CARRILLO, C.; MIRANDA, M.R.; BOUVIER, L.A. & CANEPA, G.E. 2008. *Trypanosoma cruzi*: transporte de metabolitos esenciales obtenidos del hospedador. **Medicina (Buenos Aires)** 68:398-404.

PERRY, R. & FETHERSTON, J. 1997. *Yersinia pestis*-Etiologic Agent of Plague. **Clinical Microbiology Reviews** 10(1):35-66.

POWER, M.L.; RICHTER, C.; HUFSCHMID, J. & GILLINGS, M.R. 2009. *Eimeria trichosuri*: Phylogenetic position of a marsupial coccidium, based on 18S rDNA sequences. **Experimental Parasitology** 122:165–168.

QUARESMA, P.F.; RÊGO, F.D.; BOTELHO, H.A.; SILVA, S.R.; JÚNIOR, A.J.M.; NETO, R.G.T.; MADEIRA, F.M.; CARVALHO, M.B.; PAGLIA, A.P.; MELO, M.N. & GONTIJO, C.M.F.F. 2011. Wild, synanthropic and domestic hosts of *Leishmania* in an endemic area of cutaneous leishmaniasis in Minas Gerais State, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** 105:579- 585

QUINTAL, A.P.N.; RIBEIRO, E.S.; RODRIGUES, F.P.; ROCHA, F.S.; FLOETER-WINTER, L.M. & NUNES, C.M. 2011. *Leishmania* spp. in *Didelphis albiventris* and *Micoureus paraguayanus* (Didelphimorphia: Didelphidae) of Brazil. **Veterinary Parasitology** 176: 112–119.

RAMIREZ, L.E.; LAGES-SILVA, E.; ALVARENGA-FRANCO, F.; MATOS, A.; VARGAS, N.; FERNANDES, O. & ZINGALES, B. 2002. High prevalence of *Trypanosoma rangeli* and *Trypanosoma cruzi* in opossums and triatomids in a formely-endemic area of Chagas disease in Southeast Brazil. **Acta Tropica** 84:189-198.

RODRIGUES, V.L.; ROCHA E SILVA, E.O.; CAMARGO, J.C. & FERRAZ FILHO, A.N. 1982. A new species of *Trypanosoma* (*Megatrypanum*) found as a parasite of *Marmosa cinerea* (Marsupialia: Didelphidae), in the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** 42(4):741.

ROOS, D.S. 2005. Genetics. Themes and variations in apicomplexan parasite biology. **Science** 309:72-73.

ROQUE, A.L.R. & JANSEN, A.M. Wild and synanthropic reservoirs of Leishmania species in the Americas. **International Journal of Parasitology: Parasite and Wildlife** 3: 251-262.

ROQUE, A.L.R.; XAVIER, S.C.C. & ROCHA, M.G. 2008. *Trypanosoma cruzi* Transmission Cycle Among Wild and Domestic Mammals in Three Areas of Orally Transmitted Chagas Disease Outbreaks. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene** 79(5):742-749.

ROSSI, R.V.; BIANCONI, G.V.; CARMIGNOTTO, A.P. & MIRANDA, C.L. 2010. Ordem Didelphimorphia. In: REIS, N.R.; JÚLIO, C.E.A.; PERACCHI, A.D.; ROSSANEIS, B.K.; FREGONEZI, M.N. **Mamíferos do Brasil: guia de identificação**. Editora TB, p. 19-74.

ROTUREAU, B. 2006. Ecology of the *Leishmania* species in the Guianan ecoregion complex. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene** 74: 81–96.

RUIZ, F.A.J; BRAUN, J.K.; CAMPBELL, M.; GARDNER S.L. 2008. Endoparasites of Fat-Tailed Mouse Opossums (*Thylamys*: Didelphidae) from Northwestern Argentina and Southern Bolivia, with the Description of a New Species of Tapeworm. **Journal of Parasitology** 94(5):1098-1102.

SANTOS-RONDON, M.V.; PIRES, M.M.; DOS REIS, S.F. & UETA, M.T. 2002. *Marmosa paraguayana* (Marsupialia: Didelphidae) as a new host for *Gracilioxyuris agilisis* (Nematoda: Oxyuridae) in Brazil. **Journal of Parasitology** 98(1):170-174.

SCHALLIG, H.D.F.H.; SILVA, E.S.; VAN DER MEIDE, W.F. & GONTIJO, C.M.F. 2007. *Didelphis marsupialis* (common opossum): a potential reservoir host for zoonotic leishmaniasis in the metropolitan region of Belo Horizonte (Minas Gerais, Brazil). **Vector-Borne and Zoonotic Diseases** 7(3):387-393.

SHAKESPEARE, M. 2002. **Zoonoses**. 1ª edição. Pharmaceutical Press.

SCHEIBEL, R.P.; CATZEFLIS, F.; JIMÉNEZ, F.A. 2014. The relationship of marsupial-dwelling Viannaiidae and description of *Travassostrongylus scheibelorum* sp. n. (Trichostrongylina: Heligmosomoidea) from mouse opossums (Didelphidae) from French Guiana. **Folia Parasitologica** 61(3):242-254.

SCHMUNIS, G.A. 1997, Tripanossomíase americana: Seu impacto nas américas e perspectivas de eliminação. In: DIAS, J.C.P. & COURA J.R. (org.) Clínica e terapêutica da doença de Chagas: uma abordagem prática para o clínico geral. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1997. 486 p.

SIQUEIRA, D.B.; ALÉSSIO, F.M.; MAUFFREY, J.F.; MARVULO, M.F.; RIBEIRO, V.O.; OLIVEIRA, R.L.; PENA, H.F.; GENNARI, S.M.; MOTA, R.A.; FAUSTINO,

M.A.; ALVES, L.C.; DUBEY, J.P. & SILVA, J.C. 2013. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in Wild Marsupials and Rodents from the Atlantic Forest of Pernambuco State, Northeastern Region, Brazil. **Journal of Parasitology** 99(6):1140-3. doi: 10.1645/GE-2855.1.

SULAIMAN, I.M.; FAYER, R.; LAL, A.A.; TROUT, J.M., SCHAEFER, F.W. 3RD & XIAO, L. 2003. Molecular characterization of microsporidia indicates that wild mammals harbor host-adapted *Enterocytozoon* spp as well as human-pathogenic *Enterocytozoon bieneusi.* **Applied and Environmental Microbiology** 69:4495-4501.

TENTER, A.M.; HECKEROTH, A.R.; WEISS L.M. 2000. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. **International Journal of Parasitology** 30:1217-1258.

TIKASINGH, E.S. 1969. Leishmaniasis in Trinidade. A preliminar report. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene** 63(3): 411.

TORRES, E.J.L. 2007. **Nematoides parasitos de *Gracilinanus agilis* Burmeister, 1854 (Marsupialia: Didelphidae) marsupial do Pantanal Sul-Matogrossense e *Gracilinanus microtarsus* Wagner, 1842 (Marsupialia: Didelphidae) marsupial da Mata Atlântica**. Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho - Programa de Biologia Celular e Parasitologia.

TORRES, E.J.L.; MALDONADO JR, A.; ANJOS, D.H.S.; SOUZA, W.; MIRANDA, K. 2015. Redescription of *Spirura guianensis* (Nematods: Spiruridae) from a rare South American gracile opossum. **Acta Tropica** 150:87-93,

TORRES, E.J.L.; MALDONADO JR, A, LANFREDI, R.M. 2009. Spirurids from Gracilinanus agilis (Marsupilais: Didelphidae) in Brazilian Pantanal wetlands with a new species of Physolaptera (Nematoda: Spirurda). **Veterinary Parasitology** 163:87-92.

VOSS, R.S. & JANSA, S.A. 2009.Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of New World metatherian mammals. **American Museum of Natural History** 322:1–177.

WILLIAMS, R.B. 1998. Epidemiological aspects of the use of live anticoccidial vaccines for chickens. **International Journal for Parasitology** 28(7):1089- 1098.

YEO, M.; ACOSTA, N.; LLEWELLYN, M.; SÁNCHEZ, H.; ADAMSONA, S.; MILESA, G.A.J.; LÓPEZ, E.; GONZÁLEZ, N.; PATTERSON, J.S.; GAUNT, M.W.; ARIAS, A.R. & MILES, M.A. 2005. Origins of Chagas disease: *Didelphis* species are natural hosts of *Trypanosoma cruzi* I and armadillos host of *Trypanosoma cruzi* II, including hybrids. **International Journal for Parasitology** 35: 225–233.