

## A importância de *Ornithodoros erraticus* em Saúde Pública

### Importance of *Ornithodoros erraticus* in Public Health

Mariana Palma<sup>1,2</sup>, Isabel L. de Carvalho<sup>\*1,3</sup>, Maria S. Núncio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infecciosas Doutor Francisco Cambournac, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Águas de Moura, Portugal.

<sup>2</sup>Instituto de Tecnologia Química e Biológica António Xavier, Universidade Nova de Lisboa, Oeiras, Portugal.

<sup>3</sup>Unidade de Resposta a Emergências e Biopreparação, Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, Lisboa, Portugal.

**Resumo:** *Ornithodoros erraticus* é uma carraça de corpo mole, vector de agentes infecciosos que podem transmitir ao homem, a febre recorrente hispano-africana e a suína, a peste suína africana. A febre recorrente hispano-africana é uma infecção bacteriana, provocada pela bactéria *Borrelia hispanica*, transmitida ao homem através da picada de *O. erraticus* infectados. A doença foi reportada em Portugal até 1961, considerando-se sub-diagnosticada desde então. Recentemente foi desenvolvido um projeto de vigilância epidemiológica para avaliar a ocorrência atual do vector e do agente etiológico da infecção na região sul de Portugal (Alentejo e Algarve). Os resultados obtidos confirmam a presença de *B. hispanica*, ainda que, em baixa prevalência de infecção (2,2 %). No âmbito deste estudo foram ainda identificados os principais hospedeiros de *O. erraticus*, humanos e suínos e a presença de uma nova estirpe bacteriana - *Rickettsia lusitaniae* sp. nov., sobre a qual não existe informação da sua possível patogenicidade.

**Summary:** *Ornithodoros erraticus* is a soft tick, vector of diseases to human (tick-borne relapsing fever) and pig (african swine fever). Tick-borne relapsing fever is a bacterial infection caused by *Borrelia hispanica*, transmitted through the bite of infected *O. erraticus*. This disease was reported in Portugal until 1961, and could be underdiagnosed after that. A surveillance project was developed recently to evaluate the actual state of the vector and the etiologic agent of the disease, in the southern region of Portugal. Results showed that the occurrence of *O. erraticus* is lower when compared with previous studies, and *B. hispanica* remains present albeit in lower percentage (2,2 %). It was identified the major hosts for *O. erraticus*, as pigs and humans. It was also identified the presence of a new bacterial strain - *Rickettsia lusitaniae* sp. nov., with unknown pathogenicity information.

*Ornithodoros erraticus* (Lucas, 1849) é um artrópode da Classe Arachnida (Acari: Argasidae) (Nava *et al.*, 2009). Estas carraças distinguem-se das de corpo duro pelo seu aspeto coriáceo, por não possuírem escudo dorsal e pela armadura bucal ter posição subterminal (Encinas Grandes *et al.*, 1999; Dworkin *et al.*, 2002). Estes argasídeos são hematófagos, fazendo refeições rápidas, de 10 a 60 minutos, geralmente à noite enquanto os hospedeiros estão em repouso (Encinas Grandes *et al.*, 1999; Boinas, 1994). O ciclo de vida de *O. erraticus* inclui as fases de ovo, larva, estados ninfais (de 1 a 3, 4

ou 5) e adulto (El Shoura, 1987; Encinas Grandes *et al.*, 1993). As carraças do género *Ornithodoros* distribuem-se por todo o mundo, com exceção da Oceânia. A espécie *O. erraticus* está descrita na Península Ibérica, Sul da Europa, Próximo Oriente e Norte de África (Estrada-Peña e Jongejan, 1999). *O. erraticus* é um importante vector de agentes infecciosos para o Homem e para os animais, sendo responsável pela transmissão da febre recorrente hispano-africana no Homem, cujo agente etiológico é *Borrelia hispanica* (David de Moraes *et al.*, 2007) e pela transmissão do Vírus da Peste Suína Africana (VPSA) nos suínos (Sánchez Botija, 1982; Boinas *et al.*, 2011). Em Portugal estão geralmente associados aos abrigos tradicionais e rústicos para suínos, construídos de pedra e taipa, e com o chão em terra ou pavimento rudimentar com fendas – as “malhadas antigas”, onde vivem nas fendas ou enterrados no solo (Boinas, 1994; Figueiredo, 2010; Palma *et al.*, 2012). A sua presença foi reportada anteriormente por Boinas (1994), em 13 concelhos do Alto e Baixo Alentejo e Algarve, onde são vulgarmente designados como “cocos”, “sanxelhos” ou “chicharos”.

Entre 2009 e 2011 foi desenvolvido, pelo Centro de Vetores e Doenças Infecciosas Doutor Francisco Cambournac – Instituto Nacional de Saúde Dr Ricardo Jorge, um projeto de vigilância deste vector no sul de Portugal, para o estudo da ocorrência e distribuição do parasita e sua importância epidemiológica.

Estes estudos de vigilância, realizados entre 2009 e 2011 nas regiões anteriormente reportadas, revelam a presença do parasita em 19% (n = 63) das explorações estudadas (CEC, 1993). As explorações nas quais foi identificada a ocorrência de *O. erraticus* estão localizadas nos concelhos de Almodôvar, Castro Verde e Ourique. A sua presença esteve sempre associada a malhadas antigas de explorações em regime extensivo (Figueiredo, 2010; Palma *et al.*, 2012). Comparativamente com estudos anteriores, verifica-se uma diminuição do número de locais infestados (Boinas, 1994; Figueiredo, 2010; Palma *et al.*, 2012). No entanto, a sua ocorrência é ainda expressiva a nível regional, com um impacto significativo na produção,

\*Correspondência: isabel.carvalho@insa.min-saude.pt  
Tel: 265938290/5; Fax 265912155

uma vez que os suínos serão um dos hospedeiros mais acessíveis (Boinas, 1994; Encinas Grandes *et al.*, 1993; Figueiredo, 2010; Palma *et al.*, 2012). Esta diminuição poderá ser uma consequência do abandono de algumas explorações e da modernização de outras, após os surtos de peste suína em Portugal ocorridos até 1993 (CEC, 1993). De facto, não foram identificados *O. erraticus* em explorações em “camping” ou com instalações mais modernas e sem condições de albergar o parasita, como paredes em pedra e chão de terra ou com fendas (Palma *et al.*, 2012). Verificou-se também que a presença deste parasita é independente da presença de porcos nas instalações, tendo sido capturadas carraças em explorações sem suínos há pelo menos um ano. A sobrevivência do argasídeo nestas instalações deve-se aparentemente às condições físicas destas mesmas instalações e à sua elevada capacidade de resistência ao jejum (Figueiredo, 2010; Palma *et al.*, 2012). Efetivamente, *O. erraticus* possui grande resistência ao jejum, tendo sido referidos períodos de cinco a sete anos de sobrevivência sem se alimentar, o que lhe confere períodos de resiliência elevados mesmo em malhadas desativadas (Encinas Grandes *et al.*, 1993; Oleaga Pérez *et al.*, 1990; McCoy *et al.*, 2009). Recentemente foi publicado um estudo no qual se exploraram, através de modelação de redes bayesianas, as possíveis associações entre dados ambientais, a conduta na produção de suínos e a probabilidade de ocorrer infestação das instalações por *O. erraticus* (Wilson *et al.*, 2013). O estudo englobou dados de vários trabalhos de vigilância em explorações suinícolas no sul de Portugal para avaliação da distribuição de *O. erraticus* e a sua importância como vetor de doenças infecciosas durante um período de mais de vinte anos. Os resultados deste trabalho revelaram que a presença do parasita é muito mais elevada nas malhadas antigas, condicionada pelas condições físicas da própria construção (fendas no chão e nas paredes de taipa ou pedra). Não foi estabelecida através deste modelo nenhuma relação entre a presença da carraça e qualquer condição meteorológica, provavelmente devido ao efeito de microclima criado pelas características intrínsecas da construção (paredes grossas) (Wilson *et al.*, 2013).

As bactérias do género *Borrelia* distinguem-se das restantes bactérias da família Spirochaeteaceae por serem maiores, possuírem menor número de flagelos e menor número de espirais. Estas espiroquetas, de formato helicoidal e móveis, são Gram negativas e microaerófilas (Soares *et al.*, 2000). *B. hispanica* está presente na Península Ibérica, sempre associada a *O. erraticus* (Estrada-Peña e Jongejan, 1999). A febre recorrente hispano-africana tem ocorrência geográfica semelhante à da bactéria e está intrinsecamente relacionada à distribuição geográfica do seu vetor, o mesmo acontecendo com as restantes borrelíias deste grupo e respetivos vetores (Rebaudet e Parola, 2006). Os pequenos roedores são os principais reservatórios da bactéria e os mais mencionados na literatura (David de Morais *et al.*, 2007; Soares *et al.*, 2000; Rebaudet

e Parola, 2006; Acha e Szyfres, 1977; Diatta *et al.*, 2012). Estudos recentes realizados em Portugal permitiram identificar a presença de *B. hispanica* em 2,2% dos *O. erraticus* analisados (n = 226) numa exploração de suínos no concelho de Ourique, estando esta espécie de borrelíia filogeneticamente relacionada com outras isoladas em Espanha e Marrocos (Palma *et al.*, 2012).

A febre recorrente hispano-africana caracteriza-se por episódios de febre alta e repentina, alternados por períodos afébrils. À inoculação da bactéria pela picada do argasídeo segue-se um período de incubação de 3 a 18 dias após o qual surge o primeiro pico febril. Os episódios de febre duram cerca de três dias e são alternados por períodos afébrils e assintomáticos, que duram em média uma semana (David de Morais *et al.*, 2007). Durante os picos febris podem surgir outros sintomas inespecíficos sendo os mais comuns cefaleias, mialgias, artralgias, dores abdominais e mal-estar geral (David de Morais *et al.*, 2007; Roscoe e Epperly, 2005). A doença e os possíveis surtos ocorrem após permanência em locais infestados por *O. erraticus* e consequente pela picada destes parasitas (Estrada-Peña e Jongejan, 1999). Em Portugal, foi recentemente identificado o vetor e o agente etiológico da doença, na região do baixo Alentejo e sempre associados a explorações de suínos em regime extensivo (Figueiredo, 2010; Palma *et al.*, 2012). Esta associação faz com que os grupos de risco para a doença sejam essencialmente as pessoas que contactam diretamente com estes agentes, como os trabalhadores das suiniculturas e os médicos veterinários. Em malhadas abandonadas ou em ruínas, é possível que outros visitantes ocasionais sejam picados pelo argasídeo, devido à sua elevada resistência ao jejum (Figueiredo, 2010). Durante os trabalhos realizados por Palma *et al.* (2012) foram identificados trabalhadores de suiniculturas com relatos de picadas antigas (> 1 ano) de *O. erraticus* (dados não publicados) (Fig. 1). No local da picada forma-se uma mancha acastanhada que permanece vários anos após a ocorrência. O risco de contágio não está por isso excluído em instalações antigas e abandonadas (Figueiredo, 2010), devido à elevada resistência do argasídeo ao jejum e poderá estar ainda presente nestes locais (Encinas Grandes *et al.*, 1993; Oleaga Pérez *et al.*, 1990; McCoy *et al.*, 2009).

Tal como acontece com outras borrelíoses, o diagnóstico da febre recorrente pode ser feito diretamente por microscopia de campo escuro (David de Morais *et al.*, 2007; Rebaudet e Parola, 2006), por microscopia ótica (David de Morais *et al.*, 2007; Rebaudet e Parola, 2006; Dworkin *et al.*, 2008); ou por diagnóstico molecular (*Polimerase Chain Reaction* - PCR) (David de Morais *et al.*, 2007; Palma *et al.*, 2012; Ras *et al.*, 1996; Cutler *et al.*, 2010). Os genes alvo mais utilizados para o diagnóstico molecular são o *intergenic spacer gene* (IGS) (espaço intergénico entre os fragmentos 16S e 23S) (David de Morais *et al.*, 2007; Palma *et al.*, 2012; Diatta *et al.*, 2012; Cutler *et al.*, 2010), o gene 16S rRNA (David de Morais *et al.*, 2007; Palma *et al.*, 2012; Ras *et al.*, 1996) e o gene *fla* (Diatta *et al.*, 2012).



**Figura 1 - Marcas de picadas de *O. erraticus* nos membros inferiores, após um ano da ocorrência.**

O isolamento da bactéria pode ser realizado utilizando uma amostra de sangue total, recolhido durante o período febril e antes da utilização de antibióticos, inoculado em meio *Barbour-Stoenner-Kelly* (BSK-II). As culturas são controladas por observação de uma gota de meio em microscopia de campo escuro, três dias após a inoculação (David de Moraes *et al.*, 2007). O diagnóstico por testes serológicos não são efetivos para a maioria das febres-recorrentes conhecidas, devido à indisponibilidade de antígenos específicos (Rebaudet e Parola, 2006), às alterações antigénicas bacterianas que ocorrem entre os episódios de recorrência, e à reatividade cruzada com *B. burgdorferi* s.l. (Dworkin *et al.*, 1998). Os poucos testes serológicos existentes não oferecem resultados consistentes (David de Moraes *et al.*, 2007; Rebaudet e Parola, 2006) sendo por isso necessário melhorar a sua especificidade (Dworkin *et al.*, 2008), uma vez que poderão ser particularmente úteis nos casos em que não é possível realizar PCR (Rebaudet e Parola, 2006). O diagnóstico laboratorial deve ser feito durante o primeiro surto febril uma vez que as bactérias se encontram em maior número na corrente sanguínea, diminuindo depois nos episódios febris subsequentes. Durante os períodos afebris as bactérias diminuem consideravelmente pelo que é mais difícil a sua deteção (David de Moraes *et al.*, 2007).

As borrelíias que causam febre recorrente são sensíveis a antibióticos e não foram descritos casos de resistência a antimicrobianos (Dworkin *et al.*, 2008). O tratamento com antibióticos do grupo das Tetraciclina (tetraciclina e doxiciclina) tem provado ser muito eficaz (David de Moraes *et al.*, 2007; Croche Santander *et al.*, 2013). Nos casos em que existem complicações neurológicas, a penicilina (David de Moraes *et al.*, 2007; Croche Santander *et al.*, 2013) e o ceftriaxone são os fármacos de eleição devido à sua boa capacida-

de de penetração da barreira hemato-encefálica (David de Moraes *et al.*, 2007). Nas crianças e nas grávidas utilizam-se em alternativa a eritromicina e a ampicilina respetivamente (David de Moraes *et al.*, 2007). O tratamento pode desencadear a reação de Jarisch-Herxheimer (David de Moraes *et al.*, 2007; Dworkin *et al.*, 2008; Croche Santander *et al.*, 2013) pelo que os doentes devem ficar sob observação nas primeiras 12 horas após a toma da primeira dose de antibiótico. Esta reação tende a ser menos violenta em crianças do que nos adultos (Dworkin *et al.*, 2008).

Devido ao modo de transmissão do agente, o melhor modo de prevenção da infeção é evitar o contacto com o vetor (Figueiredo, 2010). Sempre que possível deve evitar-se permanecer nos locais infestados por *Ornithodoros*. No entanto, sempre que se visite explorações localizadas numa zona endémica, deve-se usar roupa e calçado que impeçam o contacto dos parasitas com a pele e inspecionar o corpo após a permanência nestes locais (Dworkin *et al.*, 2002). A prevenção passa também pelo controlo do vetor uma vez que, eliminando ou reduzindo a sua abundância reduz-se também o risco de picada. Os métodos mais eficazes serão os que eliminam as suas condições ideais de sobrevivência, como a existência de chão de terra e fendas nas paredes das malhadas. Paralelamente é também aconselhável controlar os possíveis reservatórios da doença, nomeadamente pequenos roedores que podem estar nas instalações ou nas suas imediações (Dworkin *et al.*, 2008).

Em Portugal, a doença foi confirmada pela primeira vez em 1942, tendo sido posteriormente identificados vários casos clínicos até 1961. Pensa-se que tenham ocorrido outros casos posteriores mas que tenham sido confundidos com outras síndromas febris inespecíficas (David de Moraes *et al.*, 2007). Noutros países como Espanha e Marrocos, onde vetores do género *Ornithodoros* também estão presentes, existem descrições de casos recentes da doença (Diatta *et al.*, 2012; Croche Santander *et al.*, 2013; Sarih *et al.*, 2009; Toledo *et al.*, 2010) o que sugere que a mesma poderá continuar presente em Portugal, ainda que com taxas de prevalência muito baixas.

Um estudo recente permitiu a identificação de seis grupos de vertebrados como possíveis hospedeiros desta carraça. Os grupos identificados com maior expressividade foram os suínos e os humanos, seguidos de bovinos, ovinos, roedores e das aves (Palma *et al.*, 2013). Esta diversidade de hospedeiros vem alargar o leque de presumíveis reservatórios de *B. hispanica*, deixando em aberto a real prevalência nos mesmos. A manutenção de *Borrelia* em meio silvático pode também estar dependente de transmissão transovárica, que ocorre em alguns argasídeos, apesar da possível perda de infecciosidade (Barbour e Hayes, 1986).

Paralelamente foi estudada a infeção de *O. erraticus* por *Rickettsia* spp., nas amostras de estudo de Palma *et al.* (2012), tendo sido possível identificar uma nova estirpe de *Rickettsia*, pertencente ao grupo das

febres maculosas (Milhano *et al.*, 2014). A bactéria - *Rickettsia lusitaniae* sp. nov. foi identificada por PCR e isolada posteriormente em linhas celulares de mosquito C6/36. Não existe informação sobre a patogenicidade desta espécie e serão por isso necessários estudos futuros, especialmente devido à sua proximidade genética com *Rickettsia felis*, de reconhecida patogenicidade para o Homem (Milhano *et al.*, 2014).

Os estudos de vigilância de *O. erraticus* realizados na região sul de Portugal permitiram identificar a presença do parasita nesta região. Estes dados assinalam a necessidade dos veterinários, sobretudo os que exercem funções na região do Alentejo, estarem alerta para a presença destes artrópodes. A presença em grande número destes parasitas nas malhadas pode comprometer não só a saúde e o crescimento dos suínos como também reduzir a produção (Encinas Grandes *et al.*, 1999) e aceitação dos seus produtos derivados no mercado devido a alterações no aspeto das peças afetadas (Figueiredo, 2010). Este fator torna-se especialmente importante em regiões como o Alentejo, onde se produz mais de 43% do total dos suínos consumidos em Portugal (384 mil toneladas) (INE, 2013).

Estes dados confirmam que *B. hispanica* continua em circulação no nosso país, ainda que em baixa prevalência (2,2 %). Do ponto de vista da saúde humana é importante referir a necessidade dos médicos, sobretudo os que exercem funções nesta região, considerarem a hipótese da febre recorrente transmitida por carraça como diagnóstico de alguns casos de síndrome febril indeterminada. A recente identificação de *R. lusitaniae* nestes mesmos vetores, apesar de não existir informação acerca da sua patogenicidade, vem reforçar a importância que poderão ter em saúde pública.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Doutor Fernando Boinas pela contribuição no trabalho de campo e a todos os participantes e colaboradores do projeto (PTDC/SAL-ESA/65401/2006) financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

## Bibliografia

Acha PN e Szyfres B (1977). Zoonosis Y enfermedades transmisibles comunes al Hombre y a los animales. Organización Panamericana de la Salud (Washington DC).

Barbour AG e Hayes SF (1986). Biology of *Borrelia* Species. *Microbiol Rev*, 50, 381-400.

Boinas F (1994). The role of *Ornithodoros erraticus* in the epidemiology of African Swine Fever in Portugal. Tese de Doutoramento. Department of Agriculture and Horticulture, University of Reading (Reading).

Boinas FS, Wilson AJ, Hutchings GH, Martins C e Dixon LJ (2011). The persistence of African swine fever virus in field-infected *Ornithodoros erraticus* during the ASF endemic period in Portugal. *PLoS ONE*, 6(5), e20383.

CEC (1993). Commission Decision of 19 November 1993 concerning certain protection measures relating to African swine fever in Portugal (93/602/EC). *Official Journal of the European Communities L285*: 38- 40.

Croche Santander B, Sánchez Carrion A, Campos E, Toro C, Marcos L, Vargas JC e Tort T (2013). Tick-borne relapsing fever in a rural area of southern Spain. *An Pediatr (Barc)*, 2013 Dec 12.

Cutler SJ, Bonilla EM e Singh RJ (2010). Population structure of East African relapsing fever *Borrelia* spp. *Emerg Infect Dis*, 16, 1076-1080.

David de Morais J, Lopes de Carvalho I e Nuncio MS (2007). Febre recorrente hispano-africana em Portugal: Escorço histórico e epidémico-clínico. *Med Interna*, 14, 170-178.

Diatta G, Souidi Y, Granjon L, Arnathau C, Durand P, Chauvancy G, Mané Y, Sarih M, Belghyti D, Renaud F e Trape JF (2012). Epidemiology of tick-borne borreliosis in Morocco. *PLoS Negl Trop Dis*, 6(9), e1810.

Dworkin MS, Anderson DE Jr, Schwan TG, Shoemaker PC, Banerjee SN, Kassen BO e Burgdorfer W (1998). Tick-borne relapsing fever in the northwestern United States and southwestern Canada. *Clin Infect Dis*, 26(1), 122-131.

Dworkin MS, Schwan T, Anderson D e Borchardt S (2008). Tick-borne relapsing fever. *Infect Dis Clin North Am*, 22, 449-468.

Dworkin MS, Shoemaker PC, Fritz CL, Dowell ME e Anderson JR DE (2002). The Epidemiology of tick-borne relapsing fever in the United States. *Am J Trop Med Hyg*, 66(6), 753-758.

El Shoura SM (1987). Effects of temperature and relative humidity on the life cycle of *Ornithodoros* (Pavlovskyella) *erraticus* (Ixodoidea: Argasidae). *Journal of Parasitology*, 73(6), 1102-1108.

Encinas Grandes A, Oleaga Pérez A, Pérez Sanchez e Astigarraga A (1993). Datos sobre el reservatorio y vector de la peste porcina Africana, *Ornithodoros erraticus*. *Anaporc*, 121, 38-47.

Encinas Grandes A, Pérez Sanchez R e Oleaga Pérez A (1999). Ornitodosis e Ixodidosis. In: *Parasitología Veterinaria*. Editores: M Cordero del Campillo e FA Rojo Vázquez. MacGraw-Hill/Interamericana de España (Madrid), 518-524.

Estrada-Peña A e Jongejan F (1999). Ticks feeding on humans: a review of records on human-biting Ixodoidea with special reference to pathogen transmission. *Exp Appl Acarol*, 23, 685-715.

Figueiredo M (2010). Avaliação epidemiológica da distribuição da espécie *Ornithodoros erraticus* no Alentejo. Tese de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa (Lisboa).

INE – Instituto Nacional de Estatística (2013). Estatísticas Agrícolas 2012. Instituto Nacional de Estatística.

McCoy BN, Raffel SJ, Lopez JE e Schwan TG (2009). Bloodmeal size and spirochete acquisition of *Ornithodoros hermi* (Acari: Argasidae) during feeding. *J Med Entomol*, 47, 1164-1172.

Milhano N, Palma M, Marcili A, Nuncio MS, Lopes de Carvalho I e de Sousa R (2014). *Rickettsia lusitaniae* sp. nov. isolated from the soft tick *Ornithodoros erraticus* (Acarina: Argasidae). *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*, 37(3), 189-193.

- Nava S, Guglielmono AA e Mangold AJ (2009). An overview of systematics and evolution of ticks. *Frontiers in Bioscience*, 14, 2857-2877.
- Oleaga Pérez A, Pérez Sánchez R e Encinas Grandes A (1990). Distribution and biology of *Ornithodoros erraticus* in parts of Spain affected by African swine fever. *The Veterinary Record*, 126, 32-37.
- Palma M, Lopes de Carvalho I, Figueiredo M, Amaro F, Boínas F, Cutler SJ e Nuncio MS (2012). *Borrelia hispanica* in *Ornithodoros erraticus*, Portugal. *Clin Microbiol Infect*. 18(7), 696-701.
- Palma M, Lopes de Carvalho I, Osório H, Zé-Zé L, Cutler SJ e Nuncio MS (2013). Portuguese hosts for *Ornithodoros erraticus* ticks. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 13(10), 775-777.
- Ras NM, Lascola B, Postic D, Cutler SJ, Rodhain F, Baranton G e Raoult D (1996). Phylogenesis of relapsing fever *Borrelia* spp. *Int J Syst Bacteriol*, 46, 859-865.
- Rebaudet S e Parola P (2006). Epidemiology of relapsing fever borreliosis in Europe. *FEMS Immunol Med Microbiol*, 48, 11-15.
- Roscoe C e Epperly T (2005). Tick-borne relapsing fever. *Am Fam Physician*, 72(10), 2039-2044.
- Sánchez Botija C (1982). African swine fever. New developments. *Rev Sci Tech Off Int Epiz*, 1(4), 1065-1094.
- Sarih M, Garnier M, Boudebouch N, Bouattour A, Rihani A, Hassar M, Gern L, Postic D e Cornet M (2009). *Borrelia hispanica* Relapsing fever, Morocco. *Emerg Infect Dis*, 15(10), 1626-1629.
- Soares CO, Ishikawa MM, Fonseca AH e Yoshinari NH (2000). Borrelioses, agentes e vectores. *Pesq Vet Bras*, 20, 1-19.
- Toledo A, Anda P, Escudero R, Larsson C, Bergstrom S e Benach JL (2010). Phylogenetic analysis of a virulent relapsing fever *Borrelia* species isolated from patients with relapsing fever. *J Clin Microbiol*, 48(7), 2484-2489.
- Wilson AJ, Ribeiro R, Boínas F (2013). Use of a Bayesian network model to identify factors associated with the presence of the tick *Ornithodoros erraticus* on pig farms in southern Portugal. *Prev Vet Med*, 110(1), 45-53.