

Contagem diferencial e morfometria de células sanguíneas nos lagartos *Ameivula ocellifera* (Squamata: Teiidae) e *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) do semiárido brasileiro, com análise dos efeitos por hemoparasitos

Igor Gabriel Souza Lima¹, Gabriela Felix-Nascimento^{1,2}, Amanda Maria Picelli³, Leonardo Barros Ribeiro¹

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, Colegiado de Ciências Biológicas. Rodovia BR 407, Km 12, Lote 543, Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, s/n, C1, CEP 56300-000. Petrolina, Pernambuco, Brasil.

²Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900. Recife, Pernambuco, Brasil.

³Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Programa de Pós-graduação em Zoologia. Avenida General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 – Coroadó I, CEP 69067-005. Manaus, Amazonas, Brasil.

Recibido: 17 Junio 2020

Revisado: 26 Agosto 2020

Aceptado: 10 Diciembre 2020

Editor Asociado: C. Borteiro

doi: 10.31017/CdH.2021.(2020-066)

ABSTRACT

Differential counting and blood cell morphometry in the lizards *Ameivula ocellifera* (Squamata: Teiidae) and *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) from the Brazilian semi-arid region, with analysis of the effects by hemoparasites. The lizards *Ameivula ocellifera* and *Tropidurus hispidus* are sympatric species in the Brazilian semi-arid region. Despite being considered interesting models for ecological studies, little is known about basic aspects of their biology, such as hematological parameters. Thus, the objective of this work was to perform the differential count of leukocytes and describe the morphometry of erythrocytes and leukocytes in these two species of lizards, with emphasis on hemoparasitism by intracellular protozoa. For this, 30 specimens (15 *A. ocellifera* and 15 *T. hispidus*) were used for analysis. After making the slides, a differential count of 100 leukocytes per slide was performed. In addition, 20 erythrocytes and 15 leukocytes were photographed per slide for morphometric analysis. The measurements were measured for the parameters area, perimeter, maximum and minimum axes, with the ellipse formulas used for area and perimeter. Interspecific and intraspecific differences (parasitized and non-parasitized lizards) were tested for erythrocyte morphometric parameters, erythrocyte nucleus and leukocytes. The differential count showed that heterophils were the predominant cell type for both species of lizards, while basophils were the least abundant for *A. ocellifera* and eosinophils for *T. hispidus*. As for leukocyte measurements, only the monocyte differed significantly between species, greater in *A. ocellifera*, and intraspecifically only for the minimum axis parameter, greater in parasitized *T. hispidus*. Erythrocytes differed between species in terms of cell and nucleus size, being higher in *T. hispidus*. Among the hemoparasites, found only in *T. hispidus*, *Plasmodium* sp. caused more discrete changes in the erythrocyte, while *Hepatozoon* sp. caused marked macrocytosis and hypochromia in these cells. In general, there does not seem to be a relationship between the differential leukocyte count and hemoparasitism.

Key Words: Caatinga; Erythrocytes; *Hepatozoon*; Leukocytes; *Plasmodium*.

RESUMO

Os lagartos *Ameivula ocellifera* e *Tropidurus hispidus* são espécies simpátricas na região do semiárido brasileiro. Apesar de serem consideradas modelos interessantes para estudos ecológicos, pouco se conhece sobre aspectos básicos de sua biologia, tais como parâmetros hematológicos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar a contagem diferencial de leucócitos e descrever a morfometria dos eritrócitos e leucócitos nessas duas espécies de lagartos, com ênfase no hemoparasitismo por protozoários intracelulares. Para tanto, 30 espécimes (15 *A. ocellifera* e 15 *T. hispidus*) foram utilizados para análise. Após confecção das lâminas, foi realizada a contagem diferencial de 100 leucócitos por lâmina. Além disso, 20 eritrócitos e 15 leucócitos totais foram

fotografados por lâmina para as análises morfométricas. As medidas foram aferidas para os parâmetros área, perímetro, eixos máximo e mínimo, com as fórmulas da elipse utilizadas para área e perímetro. As diferenças interespecíficas e intraespecíficas (lagartos parasitados e não parasitados) foram testadas para os parâmetros morfométricos dos eritrócitos, núcleo dos eritrócitos e leucócitos. A contagem diferencial mostrou que heterófilo foi o tipo celular predominante para ambas as espécies de lagartos, enquanto basófilo foi o menos abundante para *A. ocellifera* e eosinófilo para *T. hispidus*. Quanto às medidas dos leucócitos, apenas o monócito diferiu significativamente entre as espécies, maior em *A. ocellifera*, e intraespecificamente apenas para o parâmetro eixo mínimo, maior em *T. hispidus* parasitado. Os eritrócitos diferiram interespecificamente quanto ao tamanho da célula e do núcleo, maiores em *T. hispidus*. Dentre os hemoparasitos, encontrados apenas em *T. hispidus*, *Plasmodium* sp. causou alterações mais discretas no eritrócito, enquanto *Hepatozoon* sp. causou macrocitose acentuada e hipocromia nessas células. De um modo geral, não parece haver relação entre a contagem diferencial de leucócitos e o hemoparasitismo.

Palavras-chave: Caatinga; Hemácias; *Hepatozoon*; Leucócitos; *Plasmodium*.

Introdução

O estudo da hematologia em répteis pode ser complexo devido à morfologia peculiar das células sanguíneas e a impossibilidade de realizar exames automatizados (Rovira, 2010). Além disso, aspectos como variações sazonais, incluindo temperatura, podem alterar o número dos leucócitos, bem como a presença de parasitos/patógenos (Martínez-Silvestre *et al.*, 2011).

Parasitos sanguíneos são frequentemente encontrados em répteis selvagens aparentemente saudáveis e, na maioria das vezes, não sendo considerados como patogênicos (Campbell, 2004; Telford, 2009). No entanto, a presença de parasitos intracelulares pode causar alterações citopatológicas e a destruição das células hospedeiras, além de também induzir a produção de células sanguíneas (Schall, 1996; Silva *et al.*, 2004; Bonadiman *et al.*, 2010). Dentre os hemoparasitos intracelulares podemos destacar as hemogregarinas e os hemosporídeos, ambos do Filo Apicomplexa, como sendo os mais comuns nesses animais (Davies e Johnston, 2000; Stacy *et al.*, 2011; Picelli *et al.*, 2020a).

Componentes da herpetofauna da Caatinga, as espécies de lagartos *Ameivula ocellifera* (Spix, 1825) (Teiidae) e *Tropidurus hispidus* (Spix, 1825) (Tropiduridae) são de ampla distribuição no bioma, generalistas de hábitat e encontradas nos mais variados tipos de Caatinga (Rodrigues, 2003; Ribeiro e Freire, 2011; Albuquerque *et al.*, 2018). Devido

ao fato dessas espécies apresentarem padrões de atividade diferentes, bem como modos de forrageio distintos, ambas ocorrem em simpatria (Bergallo e Rocha, 1993; Albuquerque *et al.*, 2018), sendo bons modelos de estudos.

Visto que pesquisas envolvendo as células sanguíneas em lagartos do semiárido são escassas, o objetivo deste trabalho foi realizar a contagem diferencial de leucócitos e descrever a morfometria e morfologia dos eritrócitos e leucócitos nas espécies *A. ocellifera* e *T. hispidus*, além de investigar os efeitos da presença de hemoparasitos.

Material e Métodos

Procedência dos animais

No período de junho a novembro de 2014, um total de 30 lagartos (sendo 15 *T. hispidus* e 15 *A. ocellifera*) foi capturado nos municípios de Brejo Santo e Mauriti no estado do Ceará, e Floresta, estado de Pernambuco. Os municípios estão localizados no bioma Caatinga, e deste modo, apresentam vegetação xerófila, com variações na fisionomia e florística (Drumond *et al.*, 2004). O clima semiárido é predominante, com escassez e irregularidade das chuvas, além de alta radiação solar, baixa nebulosidade e temperaturas médias elevadas (Prado, 2003).

Os lagartos foram capturados durante as atividades de resgate de fauna silvestre nas áreas de

influência da obra do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). Após a captura manual, os lagartos passaram por triagem nos Centros de Triagens Móveis do Centro de Conservação e Manejo de Fauna da Caatinga (CEMAFAUNA-CAATINGA) e posteriormente foram destinados ao Laboratório de Morfofisiologia do CEMFAUNA-CAATINGA em Petrolina, Pernambuco, Campus de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

Preparação dos espécimes

Para cada espécime foram aferidas as medidas do comprimento rostro-cloacal (CRC em mm), com o auxílio de paquímetro digital e a massa corpórea (g) em balança digital. Apenas indivíduos adultos, machos e fêmeas, de ambas as espécies foram utilizados, conforme CRC definido por Vitt (1995). Nesse sentido, para *T. hispidus* adotou-se CRC's a partir de 70 e 71 mm para fêmeas e machos, respectivamente, e CRC's a partir de 55 mm para fêmeas e 56 mm para machos de *A. ocellifera*.

Os lagartos foram contidos fisicamente e, em seguida, foi realizada a coleta sanguínea através da veia coccígea ventral (Sykes e Klaphake, 2015) com o uso de seringa de 1 ml acoplada à agulha 30G 5/16 (8 mm x 0,30 mm), sendo acesso ventral para *A. ocellifera* e lateral para *T. hispidus*, com o animal em decúbito dorsal (Samour *et al.*, 1984). A quantidade de sangue coletada foi de 100 µl por animal.

Imediatamente, após a coleta de sangue, confeccionaram-se esfregaços sanguíneos, sendo quatro lâminas por animal, totalizando 120 lâminas. As extensões sanguíneas foram secas em temperatura ambiente e coradas com *kit* Panótico Rápido, o qual se baseia no princípio de coloração hematológica estabelecida por Romanowsky. Posteriormente, os esfregaços foram montados sob lamínula com o auxílio de bálsamo do Canadá.

Leitura dos esfregaços sanguíneos

O exame dos esfregaços sanguíneos foi em microscópio óptico modelo NOVA 180i-FT, onde foram realizadas a contagem diferencial e a busca por hemoparasitos. A identificação morfológica dos hemoparasitos foi a nível de gênero através da comparação com as descrições reunidas por Telford (2009) e Lainson (2012). Na contagem diferencial, 100 leucócitos por lâmina foram contados, totalizando 400 leucócitos por animal. A objetiva de

100x foi utilizada, separando os leucócitos de acordo com suas características morfológicas em heterófilos, monócitos, linfócitos, eosinófilos e basófilos, obtendo-se o percentual de cada tipo celular no sangue. A diferenciação dos leucócitos foi realizada de acordo com a classificação de Rovira (2010). Para análise morfométrica, as células foram fotografadas com a câmera Industrial Digital Camera, modelo UCMOS05100KPA acoplada ao microscópio óptico, e as imagens foram processadas no software ImagePro-plus[®] versão 4.5.0.29.

Os parâmetros obtidos foram área (µm²), perímetro (µm) e eixos máximo e mínimo (µm), totalizando 20 eritrócitos e 15 leucócitos totais por lâmina (Casal e Orós, 2007). As fórmulas da elipse foram utilizadas para cálculos de área e perímetro (Área = raio maior x raio menor x π; Perímetro = π x ((3 x ((raio maior/2) + (raio menor/2))) - V((3 x (raio maior/2) + (raio menor/2)) x ((raio maior/2) + 3 x (raio menor/2))))). Os parâmetros também foram mensurados para os respectivos núcleos dos eritrócitos (Zhelev *et al.*, 2006). Nos indivíduos parasitados, o mesmo método foi adotado, porém com os dados tabulados separadamente. Em seguida, os dados foram confrontados entre os espécimes não parasitados e parasitados.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o auxílio do software Past[®] versão 3.11. Os parâmetros morfométricos (área, perímetro, eixos máximo e mínimo) foram apresentados na forma de média ± desvio padrão. Os dados foram separados por espécie e para cada espécie foram subdivididos em animais parasitados e não parasitados, com o intuito de investigar diferenças interespecíficas nos parâmetros morfométricos das células sanguíneas, assim como, diferenças intraespecíficas no tamanho dos eritrócitos parasitados e não parasitados. Para tanto, realizou-se o teste de normalidade Shapiro-Wilk e, em seguida, o teste *t* para dados paramétricos e o Mann-Whitney para dados não-paramétricos. Os grupos comparados foram: (i) *Ameivula ocellifera* : *Tropidurus hispidus* não parasitado; e (ii) *Tropidurus hispidus* não parasitado : *Tropidurus hispidus* parasitado. Em todos os testes estatísticos utilizados o nível de significância adotado foi de 5%.

Aspectos éticos e legais

O presente estudo foi executado sob autorizações emitidas pelo Instituto Chico Mendes de Conser-

vação da Biodiversidade (ICMBio) (Autorização para atividades de finalidade científica n.º. 45033-2) e aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF (Protocolo n.º. 0006/100614).

Resultados

Aspectos morfológicos

As células sanguíneas de *T. hispidus* e *A. ocellifera* são mostradas nas Figuras 1 e 2. Os eritrócitos foram observados com formato elíptico e coloração eosinofílica no citoplasma e arroxeados no núcleo, para ambas as espécies (Fig. 1A; Fig. 2A). Eritrócitos anucleados foram observados em *T. hispidus* (Dado não amostrado), tanto em indivíduos parasitados e não parasitados. Além disso, células eritrocitárias em formato de lágrima também foram observadas para ambas as espécies (Dado não amostrado).

Os basófilos de ambas as espécies apresentaram formato circulares, coloração basofílica e grânulos dispersos no citoplasma (Fig. 1B; Fig. 2B). Os tipos celulares heterófilo e eosinófilo foram observados com coloração eosinofílica (Fig. 1C-D; Fig. 2C-D). Principalmente em *T. hispidus*, esses tipos celulares apresentaram-se com granulações citoplasmáticas pouco evidentes. Ainda se tratando dos heterófilos foi observado que para *T. hispidus* houve presença apenas de heterófilos com núcleos lobulados, diferentemente de *A. ocellifera*, em que foram constatados heterófilos com núcleos lobulados e não lobulados.

Os linfócitos também apresentaram formatos circulares, com o citoplasma homogêneo e escasso, e o núcleo ocupando a maior porção celular (Fig. 1E; Fig. 2E).

A maioria dos monócitos nas duas espécies apresentaram coloração azul-acinzentada e vacúolo (Fig. 1F; Fig. 2F). No entanto, em *A. ocellifera* foram encontradas células com coloração mais basofílica e estruturas granulares no citoplasma (Dado não amostrado). Além disso, macrófagos foram observados no sangue periférico somente de *A. ocellifera* (Fig. 3).

Hemoparasitismo

Entre os lagartos amostrados, apenas cinco indivíduos de *T. hispidus* (33%; n = 15) estavam positivos para hemoparasitos. Os espécimes parasitados foram capturados no estado do Ceará (Fig. 4). Dois gêneros de parasitos do Filo Apicomplexa foram

identificados (Fig.5): *Plasmodium* sp. (26%; n = 4/15) e *Hepatozoon* sp. (6%; n = 1/15). Estes parasitos foram encontrados infectando apenas eritrócitos e

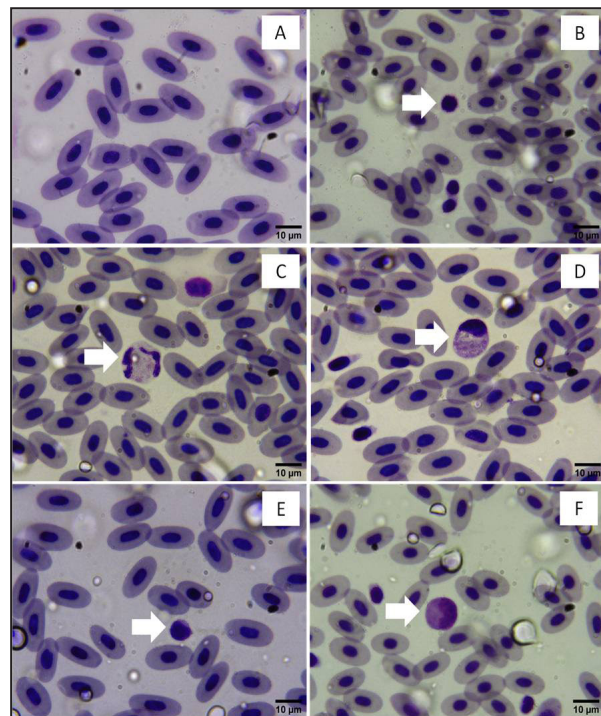


Figura 1. Células sanguíneas de *Tropicurus hispidus*. A: Eritrócitos; B: Basófilo; C: Heterófilo; D: Eosinófilo; E: Linfócito; F: Monócito.

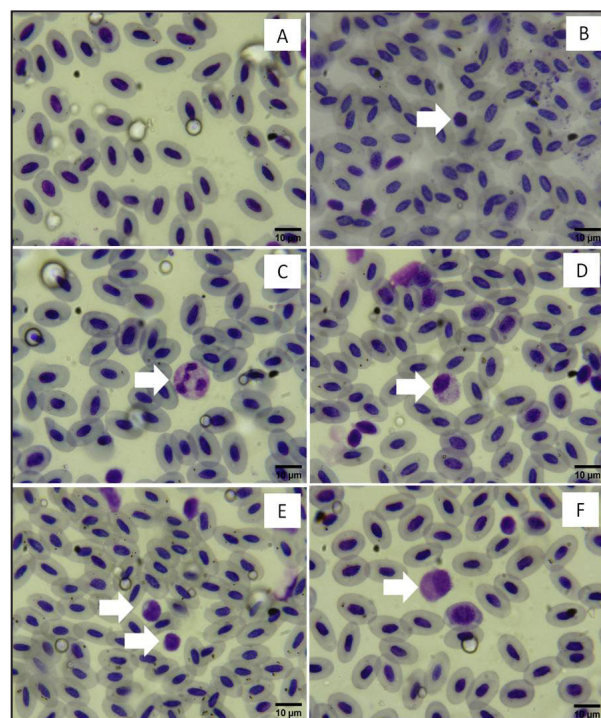


Figura 2. Células sanguíneas de *Ameivula ocellifera*. A: Eritrócitos; B: Basófilo; C: Heterófilos; D: Eosinófilo; E: Linfócitos; F: Monócito.

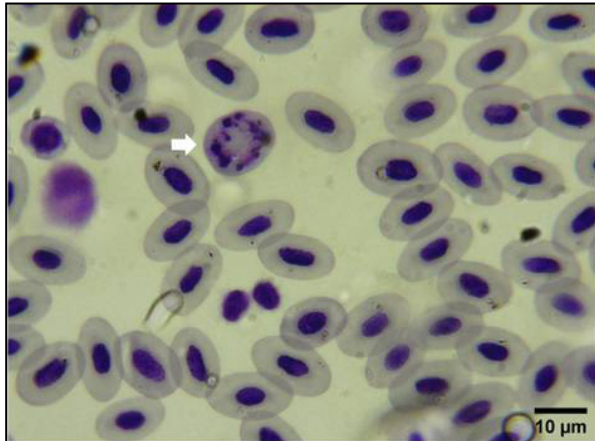


Figura 3. Macrófago no sangue periférico de *Ameivula ocellifera*.

não foi observada a ocorrência de co-infecção em nenhum dos lagartos.

Contagem diferencial

A contagem diferencial de leucócitos para ambas as espécies é apresentada na Tabela 1. O tipo heterófilo foi o mais predominante para as duas espécies de lagartos, enquanto o eosinófilo apresentou menor percentual para *T. hispidus* e o basófilo em *A. ocellifera*. Quando comparados os percentuais de leucócitos dos animais parasitados com aqueles não parasitados não foi observada diferença.

Aspectos morfométricos

Os dados morfométricos das células estão apresentados na Tabela 2. Com base nas análises morfométricas dos leucócitos de *A. ocellifera* e *T. hispidus* (não parasitado), não houve diferença significativa entre os parâmetros, exceto para o tipo celular monócito. Este último diferiu no tamanho da área, perímetro, eixos máximo e mínimo, sendo maior em *A. ocellifera*. De forma intraespecífica, apenas o eixo mínimo diferiu para essa célula, sendo maior para *T. hispidus* parasitado.

Sobre os eritrócitos, houve diferença significativa interespecífica entre o tamanho da área, perímetro, eixos máximo e mínimo dos eritrócitos e do núcleo dos mesmos, sendo maiores em *T. hispidus*, com exceção do eixo mínimo do eritrócito que foi maior para *A. ocellifera*.

Houve também diferença intraespecífica significativa para o tamanho dos parâmetros eritrocitários entre *T. hispidus* não parasitado e parasitado, sendo maiores nestes últimos. No entanto, não houve diferença significativa intraespecífica para o

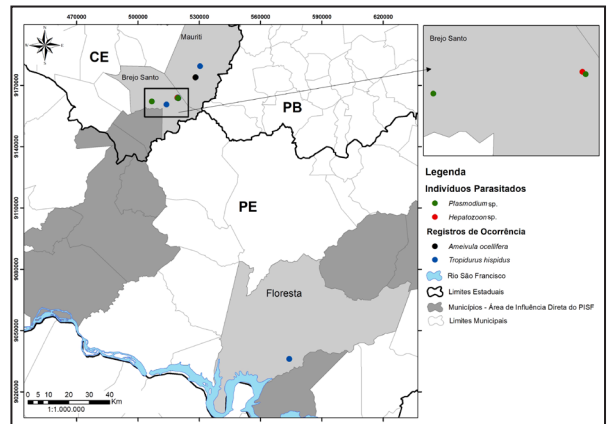


Figura 4. Representação geográfica de parte da região nordeste do Brasil, com registros de ocorrências de espécimes de *Ameivula ocellifera* e *Tropidurus hispidus* não parasitados e parasitados; estes últimos em destaque ampliado. PISF: Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

tamanho do núcleo dos eritrócitos entre esses dois grupos, excetuando o eixo mínimo, maior em *T. hispidus* não parasitado.

Considerando ainda, os grupos *Tropidurus hispidus* – não parasitado, *Tropidurus hispidus* – *Plasmodium* sp. e *Tropidurus hispidus* – *Hepatozoon* sp., não houve diferença entre o tamanho dos eritrócitos parasitados por *Plasmodium* sp. e as células saudáveis. No entanto houve diferença significativa entre o tamanho do núcleo, onde os parâmetros área e eixo mínimo foram maiores em indivíduos não parasitados. Além disso, foi observado descentralização do núcleo de alguns eritrócitos parasitados, bem como, também em alguns, foi observado enrugamento na borda do núcleo.

Entre as células parasitadas por *Hepatozoon* sp. e as células não parasitadas, houve diferença

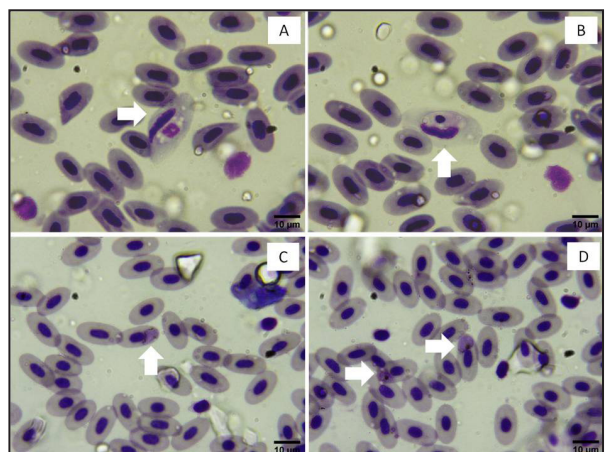


Figura 5. Eritrócitos de *Tropidurus hispidus* parasitados. A - B: Espécie *Hepatozoon* sp.; C - D: Espécie *Plasmodium* sp.

Tabela 1. Dados obtidos na contagem diferencial de leucócitos para *Tropidurus hispidus*, *Tropidurus hispidus* – *Plasmodium* sp., *Tropidurus hispidus* – *Hepatozoon* sp. e *Ameivula ocellifera*, representados na forma de média ± desvio padrão.

| Espécie | Tipo celular (%) | | | | |
|---|------------------|-------------|---------------|---------------|--------------|
| | Basófilo | Eosinófilo | Heterófilo | Linfócito | Monócito |
| <i>Tropidurus hispidus</i> – não parasitados por parasito intraeritrocitário (n=10) | 4,31 ± 2,51 | 1,08 ± 1,02 | 53,95 ± 10,85 | 23,16 ± 5,64 | 17,31 ± 6,98 |
| <i>Tropidurus hispidus</i> – <i>Plasmodium</i> sp. (n=4) | 3,57 ± 1,90 | 0,71 ± 1,11 | 55,14 ± 10,09 | 21,57 ± 5,85 | 18,85 ± 8,19 |
| <i>Tropidurus hispidus</i> – <i>Hepatozoon</i> sp. (n=1) | 3,50 ± 0,70 | 1,00 ± 1,41 | 54,50 ± 14,84 | 25,50 ± 14,69 | 16,50 ± 3,53 |
| <i>Ameivula ocellifera</i> (n=15) | 1,35 ± 1,49 | 4,45 ± 2,94 | 41,82 ± 11,67 | 29,96 ± 8,67 | 22,40 ± 6,81 |

significativa entre os parâmetros área, perímetro e eixos máximo e mínimo dos eritrócitos, bem como para área, perímetro e eixo máximo do núcleo; para todos os parâmetros, os maiores valores foram encontrados em indivíduos parasitados. Além disso, foi observada descentralização, lobulação e alongamento do núcleo, hipocromia da célula como um todo e macrocitose acentuada na célula parasitada.

Discussão

Aspectos morfológicos

A presença de grânulos pouco evidentes dos tipos celulares heterófilo e eosinófilo, observados principalmente em *T. hispidus*, pode ser explicada pelo fato de que algumas espécies de lagartos apresentam granulações discretas ou isso também pode ser decorrente da interferência do método de fixação usado nas lâminas (Martínez-Silvestre *et al.*, 2011), o que merece novas investigações com uso de outras formas de fixação.

Outra característica observada foram os grânulos citoplasmáticos em alguns monócitos de *A. ocellifera*. De fato, embora não seja tão comum, pode ser encontrada nesse tipo celular (Harr *et al.*, 2001; Campbell, 2004; Bonadiman *et al.*, 2010). Além disso, há indícios de que a presença de grânulos citoplasmáticos pode estar relacionada com o parasitismo intraeritrocitário (Lainson *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2004). Contudo, no presente estudo não foram encontradas estruturas parasitárias nessa espécie de lagarto, portanto, tais grânulos podem estar associados à doenças inflamatórias e infecciosas. Enquanto que a presença de macrófagos no sangue periférico desse lacertídeo, provavelmente sejam macrófagos eritrofagocitários, relacionados à imunomodulação e doenças infecciosas ou neoplásicas (Stacy *et al.*, 2011).

Quanto às alterações morfológicas encontradas nos eritrócitos como células anucleadas, em *T.*

hispidus, ou em formato de lágrima, em ambas as espécies, estas são ocasionalmente encontradas em répteis (Stacy *et al.*, 2011).

Contagem diferencial

Para os valores obtidos na contagem diferencial de leucócitos, sendo heterófilo e linfócito os mais representativos para ambas as espécies, estes estão de acordo com os elevados percentuais observados em outras espécies de lagartos, bem como o baixo percentual de eosinófilo no sangue periférico (Fisse *et al.*, 2004; Ponsen *et al.*, 2008).

A inexistência de diferenças entre as contagens diferenciais de leucócitos dos animais parasitados e não parasitados, sugere que não há uma relação direta entre o parasitismo e o aumento ou redução de determinados tipos celulares, conforme observado em outras espécies de outros grupos animais. Para os mamíferos, por exemplo, o eosinófilo atua como supressor de infecções parasitárias, podendo induzir à eosinofilia (Mitchell e Johns, 2008). Em aves, há associação entre o aumento do heterófilo no sangue periférico com o parasitismo, bem como, o hemoparasitismo aviário apresenta dentre outros sinais clínicos, a leucocitose (Mitchell e Johns, 2008). No caso dos répteis, a presença de hemogregarinas não é associada à eosinofilia, como observado tanto em crocodilos como em tartarugas (Martínez-Silvestre *et al.*, 2011), provavelmente ocorrendo o mesmo em lagartos, como nos espécimes de *T. hispidus* aqui parasitados.

O parasitismo por *Plasmodium* sp. em lagartos pode causar alterações comportamentais e no fitness (Schall, 1992; Scholnick *et al.* 2010). Além disso, o curso da infecção no sangue pode variar conforme as espécies de parasitos, bem como entre os indivíduos hospedeiros (Schall, 1996). Desse modo, a ausência de diferenças entre as contagens diferenciais de indivíduos parasitados e não parasitados do presente estudo, pode estar associada ao estágio da infecção

Tabela 2. Dados morfométricos das células sanguíneas de *Ameivula ocellifera* e *Tropidurus hispidus* (não parasitado e parasitado, nesse caso por ambos os parasitos intraeritrocitários) e *Tropidurus hispidus* - *Plasmodium* sp. e *Tropidurus hispidus* - *Hepatozoon* sp., medidos separadamente. Valores dos parâmetros (Área (μm^2); Perímetro (μm); Eixo máximo: Eixo Máx. (μm); Eixo mínimo: Eixo Mín. (μm)) estão indicados na forma de média \pm desvio padrão. O traço (---) significa que a análise não se aplica. Letras maiúsculas e minúsculas indicam diferença estatística significativa.

| Tipo celular | Parâmetro | Grupo | | | | |
|--------------------|-----------|-----------------------------------|--|---|---|---|
| | | <i>Ameivula ocellifera</i> (n=15) | <i>Tropidurus hispidus</i> não parasitado (n=10) | <i>Tropidurus hispidus</i> parasitado (n=5) | <i>Tropidurus hispidus Plasmodium</i> sp. (n=4) | <i>Tropidurus hispidus Hepatozoon</i> sp. (n=1) |
| Eritrócitos | Área | 96,49 \pm 9,62a | 106,29 \pm 14,43 AB c D | 150,01 \pm 78,23 b | 103,05 \pm 17,88 c | 249,58 \pm 61,21 d |
| | Perímetro | 36,87 \pm 1,79 a | 39,82 \pm 2,48 AB c D | 46,29 \pm 11,24 b | 39,22 \pm 3,42 c | 61,29 \pm 5,96 d |
| | Eixo Máx. | 14,67 \pm 0,84 a | 16,44 \pm 1,09 AB c D | 19,20 \pm 4,68 b | 16,22 \pm 1,54 c | 25,50 \pm 2,11 d |
| | Eixo Mín | 8,37 \pm 0,61 a | 8,21 \pm 0,81 AB c D | 9,42 \pm 2,47 b | 8,05 \pm 0,86 c | 12,35 \pm 2,22 d |
| Núcleo-Eritrócitos | Área | 14,64 \pm 2,01 a | 17,64 \pm 2,69 A b C D | 19,66 \pm 7,11 b | 16,88 \pm 3,91 c | 30,20 \pm 6,66 d |
| | Perímetro | 14,85 \pm 1,02 a | 15,79 \pm 1,30A b c D | 17,60 \pm 4,50 b | 15,64 \pm 2,16 c | 25,03 \pm 3,06 d |
| | Eixo Máx. | 6,15 \pm 0,51 a | 6,28 \pm 0,67A b c D | 7,38 \pm 2,43 b | 6,32 \pm 1,14 c | 11,42 \pm 1,65 d |
| | Eixo Mín | 3,02 \pm 0,32 a | 3,57 \pm 0,36AB C d | 3,39 \pm 0,46 b | 3,39 \pm 0,42 c | 3,38 \pm 0,60 d |
| Basófilos | Área | 30,39 \pm 6,16 a | 35,30 \pm 12,13 a b | 39,09 \pm 12,34 b | --- | --- |
| | Perímetro | 19,47 \pm 2,04 a | 20,82 \pm 3,37 a b | 21,92 \pm 3,55 b | --- | --- |
| | Eixo Máx. | 6,41 \pm 0,73 a | 6,80 \pm 1,03 a b | 7,17 \pm 1,21 b | --- | --- |
| | Eixo Mín | 5,98 \pm 0,61 a | 6,44 \pm 1,12 a b | 6,78 \pm 1,04 b | --- | --- |
| Eosinófilos | Área | 79,33 \pm 18,65 a | 68,66 \pm 14,59 a b | 52,79 \pm 4,02 b | --- | --- |
| | Perímetro | 31,42 \pm 3,65 a | 29,45 \pm 3,23 a b | 25,76 \pm 1,01 b | --- | --- |
| | Eixo Máx. | 10,39 \pm 1,25 a | 10,10 \pm 1,24 a b | 8,50 \pm 0,47 b | --- | --- |
| | Eixo Mín | 9,6 \pm 1,13 a | 8,60 \pm 1,15 a b | 7,90 \pm 0,16 b | --- | --- |
| Heterófilos | Área | 106,47 \pm 37,29 a | 100,65 \pm 42,34 a b | 95,22 \pm 36,12 b | --- | --- |
| | Perímetro | 36,19 \pm 6,27 a | 34,99 \pm 7,19 a b | 33,98 \pm 6,71 b | --- | --- |
| | Eixo Máx. | 12,17 \pm 2,10 a | 11,79 \pm 2,50 a b | 11,19 \pm 2,25 b | --- | --- |
| | Eixo Mín | 10,84 \pm 2,05 a | 10,45 \pm 2,19 a b | 10,44 \pm 2,05 b | --- | --- |
| Linfócitos | Área | 45,22 \pm 11,82 a | 46,76 \pm 13,61 a b | 45,48 \pm 13,51 b | --- | --- |
| | Perímetro | 23,65 \pm 3,14 a | 24,01 \pm 3,69 a b | 23,64 \pm 3,79 b | --- | --- |
| | Eixo Máx. | 7,76 \pm 1,06 a | 7,96 \pm 1,22 a b | 7,81 \pm 1,25 b | --- | --- |
| | Eixo Mín | 7,29 \pm 0,97 a | 7,31 \pm 1,20 a b | 7,23 \pm 1,18 b | --- | --- |
| Monócitos | Área | 107,03 \pm 38,10 a | 92,20 \pm 35,00A b | 110,70 \pm 49,70 b | --- | --- |
| | Perímetro | 36,36 \pm 6,35 a | 33,68 \pm 6,04 A b | 36,55 \pm 8,21 b | --- | --- |
| | Eixo Máx. | 12,41 \pm 2,27 a | 11,41 \pm 2,17 A b | 12,25 \pm 3,03 b | --- | --- |
| | Eixo Mín | 10,68 \pm 1,95 a | 9,99 \pm 1,82 A B | 10,99 \pm 2,26b | --- | --- |

Valores de Mann-Whitney para os resultados com diferença estatística significativa. **Eritrócitos:** área: $z = -16,151$, $P = 1,12e-58$ (a/A), $z = -3,343$, $P = 0,0008$ (b/B), $z = -8,538$, $P = 1,363e-17$ (d/D); perímetro: $z = -25,868$, $P = 1,52e-147$ (a/A), $z = -3,370$, $P = 0,0007$ (b/B), $z = -8,542$, $P = 1,312e-17$ (d/D); eixo máximo: $z = -31,287$, $P = 7,101e-215$ (a/A), $z = -3,283$, $P = 0,001$ (b/B), $z = -8,348$, $P = 1,211e-17$ (d/D); eixo mínimo: $z = -6,026$, $P = 1,671e-9$ (a/A), $z = -3,049$, $P = 0,002$ (b/B), $z = -8,023$, $P = 1,025e-15$ (d/D); **Núcleo-Eritrócitos:** área: $z = -24,938$, $P = 2,853e-137$ (a/A), $z = -2,525$, $P = 0,011$ (c/C), $z = -6,196$, $P = 5,769e-10$ (d/D); perímetro: $z = -17,237$, $P = 1,395e-66$ (a/A), $z = -6,417$, $P = 1,385e-10$ (d/D); eixo máximo: $z = -5,362$, $P = 8,189e-8$ (a/A), $z = -6,421$, $P = 1,35e-10$ (d/D); eixo mínimo: $z = -29,585$, $P = 2,356e-192$ (a/A), $z = -3,776$, $P = 0,0001$ (b/B), $z = -3,291$, $P = 0,0009$ (c/C); **Monócitos:** área: $z = -2,905$, $P = 0,0036$ (a/A); perímetro: $z = -2,945$, $P = 0,0032$ (a/A); eixo máximo: $z = -3,087$, $P = 0,002$ (a/A); eixo mínimo: $z = -2,403$, $P = 0,016$ (a/A), $z = -2,222$, $P = 0,026$ (b/B).

nesses hospedeiros, bem como à parasitemia e/ou idade do animal (Schall, 1996). Esses fatores, embora não tenham sido testados aqui, são conhecidos por contribuir com a ausência da resposta imune leucocitária perante a presença do parasito.

Aspectos morfométricos das células sanguíneas

Os eixos dos leucócitos se assemelharam aos valores disponíveis na literatura, correspondendo aos intervalos propostos para essas células em répteis (Stacy *et al.*, 2011).

As medidas dos eritrócitos de *T. hispidus* e *A. ocellifera* (Tabela 2), encontram-se dentro do padrão observado para lacertílios, em especial para as médias de eixos máximo, mínimo e área (entre 12,43 a 16,85 μm ; 7,51 a 10,21 μm ; 73,27 a 130,33 μm^2 , respectivamente) (Arikan e Çiçek, 2014).

Os eritrócitos de *T. hispidus* foram maiores do que os de *A. ocellifera*. Esta diferença entre os valores morfométricos interespecíficos era esperada de se constatar por se tratarem de espécies de famílias diferentes. A diferença no tamanho dos eritrócitos entre representantes de famílias distintas ou entre representantes de uma mesma família de lagartos é possível de ocorrer (Arikan e Çiçek, 2014).

Hemoparasitismo

Ambos os gêneros de parasitos encontrados nesse trabalho já foram relatados infectando espécies de lagartos neotropicais das famílias Teiidae e Tropiduridae (Telford 2009; Lainson, 2012; Matta *et al.*, 2018; Picelli *et al.*, 2020 a). Para o bioma Caatinga, *Plasmodium* sp. já foi registrado em *T. hispidus*, *Ameiva ameiva* Linnaeus, 1758 (Teiidae) e *Hemidactylus mabouia* Moreau de Jonnés, 1818 (Gekkonidae) (Harris *et al.*, 2019). Enquanto que para *Hepatozoon* sp., apesar de ser um parasito comum em lagartos (Smith, 1996; Picelli *et al.*, 2020 b), este foi o primeiro registro do gênero em *T. hispidus* no semiárido brasileiro. Contudo, é importante ressaltar que apesar da diversidade reptiliana da Caatinga (Costa e Bérnils, 2018), pesquisas envolvendo esses hospedeiros e seus hemoparasitos são pouco exploradas nessa região, visto que grande parte dos estudos se concentram na Amazônia (Picelli *et al.* 2020 b; Picelli *et al.*, 2020 a).

O gênero *Hepatozoon* já havia sido registrado em *Tropidurus torquatus* Wied-Neuwied, 1820 (Tropiduridae) no estado de São Paulo, bioma Mata Atlântica (Rocha-Silva, 1975). Contudo, vale destacar que parte do complexo de espécies *T. torquatus* foi desmembrado (Rodrigues, 1987), originando

dentre outras, a espécie *Tropidurus itambere* Rodrigues, 1987 (Tropiduridae), e o local de estudo de Rocha-Silva (1975) coincide com a ocorrência dessas duas últimas espécies de lagartos. Na região da Amazônia Oriental, esse gênero de hemogrina foi encontrado também em um tropidurídeo pertencente ao grupo *torquatus*, sendo inicialmente identificado como *T. torquatus* (Paperna e Lainson, 2004). No entanto, considerando a revisão do grupo (Rodrigues, 1987) e dada a distribuição geográfica dos espécimes estudados, há possibilidade das espécies de lagartos hospedeiros serem os tropidurídeos *T. hispidus*, *Tropidurus insulanus* Rodrigues, 1987 ou *Tropidurus oreadicus* Rodrigues, 1987. Além disso, o gênero *Hepatozoon* já foi registrado em *Hemidactylus mabouia*, *Phyllopezus pollicaris* (Spix, 1825) (Phyllodactylidae) e *Phyllopezus periosus* (Rodrigues, 1986) (Phyllodactylidae), sendo esse último amostrado no semiárido brasileiro (Harris *et al.*, 2015).

Hemoparasitismo e os parâmetros morfométricos

A ausência de macrocitose e o deslocamento do núcleo no parasitismo por *Plasmodium* sp. conforme relatados nesse estudo, também foram observados no parasitismo de *Plasmodium tropiduri* Aragão & Neiva, 1909 (Apicomplexa: Plasmodiidae) em *Mabuya mabouya* Bonnaterre, 1789 (Squamata: Scincidae) (Lainson e Shaw, 1969). Para essa espécie de lagarto hospedeiro, após sua revisão taxonômica e considerando o local de ocorrência (Hedges e Conn, 2012), podem se tratar das espécies *Copeoglossum nigropunctatum* Spix, 1825 ou *Varzea bistrata* Spix, 1825 (Scincidae). Como efeito do parasitismo, a presença do parasito na célula hospedeira, atrelada ao vacúolo parasitóforo, comum aos organismos do Filo Apicomplexa (Striepen *et al.*, 2007), pode influenciar não apenas no deslocamento do núcleo, mas também na sua morfometria; alterações essas observadas aqui nos parâmetros área e eixo mínimo do núcleo.

Em contrapartida, outras espécies do gênero *Plasmodium* que infectam lagartos causam distorções mais notórias, como macrocitose e/ou arredondamento do eritrócito, além de hipocromia. A exemplo, os parasitismos de *Cnemidophorus* cf. *gramivagus* McCrystal & Dixon, 1987 (Squamata: Teiidae) por *Plasmodium kentropyxi* Lainson *et al.*, 2001 (Apicomplexa: Plasmodiidae) (Matta *et al.*, 2018) e *Plasmodium diploglossi* Aragão & Neiva, 1909 (Apicomplexa: Plasmodiidae) em *Diploglossus fasciatus* Gray, 1831 (Squamata: Anguidae) e

M. mabouya (= *Copeoglossum nigropunctatum* ou *Varzea bistrata*), onde o esquizonte ao aumentar de tamanho compromete o formato da célula do hospedeiro. Embora, nesses casos o núcleo sofra uma leve deformação (Aragão e Neiva, 1909; Lainson e Shaw, 1969), o enrugamento na borda do núcleo de alguns eritrócitos parasitados, pode não ser decorrente do parasitismo, uma vez que eritrócitos não parasitados também apresentem tais modificações (Lainson e Shaw, 1969).

No parasitismo por *Hepatozoon* sp., morfológicamente a célula hospedeira apresentou alterações mais acentuadas, podendo ser característica desse grupo de parasito (Telford, 2009). Em um estudo nas Ilhas Canárias com hemogregarinas do gênero *Karyolysus* em lagartos dos gêneros *Gallotia*, *Tarentola* e *Chalcides*, foi observada distorção dos eritrócitos infectados, tanto no tamanho quanto na forma da célula hospedeira e de seu núcleo. Houve aumento na área dos eritrócitos, acarretando em formatos arredondados ou alongados, bem como alongamento do núcleo devido ao deslocamento e/ou crescimento do parasito (Tomé *et al.*, 2019).

As alterações nos parâmetros morfométricos apresentadas no presente trabalho foram observadas no parasitismo por *Hepatozoon* em diferentes hospedeiros (Han *et al.*, 2015; Picelli *et al.* 2020 b), revelando alterações significativas nos eritrócitos parasitados. Na mesma perspectiva, diferenças significativas na morfometria de eritrócitos não parasitados e parasitados por *Hepatozoon* em *Caiman crocodilus yacare* Daudin, 1802 (Crocodylia: Alligatoridae) foram observadas, devido às distorções causadas pelo parasito (Bouer *et al.*, 2017).

Conclusão

O presente trabalho apresenta os resultados do estudo hematológico nas espécies de lagartos *Ameivula ocellifera* e *Tropidurus hispidus* no Brasil, descrevendo de forma pioneira a morfologia e morfometria das células sanguíneas, além da contagem diferencial de leucócitos. Dessa forma, observou-se similaridade entre a morfologia destas células com aquela dos demais répteis, e a morfometria dos eritrócitos se manteve no intervalo encontrado para os lacertílios. Quanto ao efeito do parasitismo na morfometria, a presença do parasito *Plasmodium* sp. resultou em alterações mais discretas, diferente do parasito *Hepatozoon* sp. que causou alterações tanto na morfometria quanto nos aspectos morfológicos

do eritrócito. Além disso, o presente estudo relata o primeiro registro de *Hepatozoon* sp. parasitando *T. hispidus* no bioma Caatinga. Finalmente, o trabalho oferece dados descritivos acerca da hematologia dos lagartos estudados, além de expandir o conhecimento sobre a distribuição de hemoparasitos na herpetofauna Neotropical.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, ao Centro de Conservação e Manejo de Fauna da Caatinga – CEMAFUNA-CAATINGA e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (bolsa de iniciação científica a IGSL) que possibilitaram o desenvolvimento deste estudo. À Verenna Barros dos Santos e Paulo Maurício Almeida Guimarães Reis pelo apoio nas coletas e confecção dos esfregaços sanguíneos e à Jéssica Viviane Amorim pela representação geográfica dos espécimes apresentada no trabalho.

Referências Bibliográficas

- Albuquerque, R.L.; Protázio, A.S.; Cavalcanti, L.B.Q.; Lopez, L.C.S. & Mesquita, D.O. 2018. Geographical ecology of *Tropidurus hispidus* (Squamata: Tropiduridae) and *Cnemidophorus ocellifer* (Squamata: Teiidae) in a Neotropical Region: a comparison among Atlantic Forest, Caatinga, and coastal populations. *Journal of Herpetology* 52: 145-155.
- Aragão, H.B. & Neiva, A. 1909. Contribuição para o estudo dos parasitas intraglobulares dos lacértidas: *Plasmodium diploglossi* n. sp. *Plasmodium tropiduri* n. sp. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 1: 44-51.
- Arikan, H. & Çiçek, K. 2014. Haematology of amphibians and reptiles: a review. *North-Western Journal of Zoology* 10: 190-209.
- Bergallo, H.G. & Rocha, C.F.D. 1993. Activity patterns and body temperatures of two sympatric lizards (*Tropidurus torquatus* and *Cnemidophorus ocellifer*) with different foraging tactics in southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 14: 312-315.
- Bonadiman, S.F.; Miranda, F.J.B.; Ribeiro, M.L.S.; Rabelo, G.; Lainson, R.; Silva, E.O. & DaMatta, R.A. 2010. Hematological parameters of *Ameiva ameiva* (Reptilia: Teiidae) naturally infected with hemogregarine: confirmation of monocytosis. *Veterinary Parasitology* 171: 146-150.
- Bouer, A.; André, M.R.; Gonçalves, L.R.; Luzzi, M.C.; Oliveira, J.P.; Rodrigues, A.C.; Varani, A.M.; Miranda, V.F.O.; Perles, L.; Werther, K. & Machado, R.Z. 2017. *Hepatozoon caimani* in *Caiman crocodilus yacare* (Crocodylia, Alligatoridae) from North Pantanal, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology* 26: 352-358.
- Campbell, T.W. 2004. Hematology of Reptiles: 277-297. *En: Thrall, M.A.; Weiser, G.; Allison, R.W. & Campbell, T.W. (eds.), Veterinary hematology and clinical chemistry.* Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Casal, A.B. & Orós, J. 2007. Morphologic and cytochemical characteristics of blood cells of juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Research in Veterinary Science* 82:

I. G. Souza Lima *et al.* — Hematologia e parasitismo em lagartos.

- 158-165.
- Costa, H.C. & Bérnils, R.S. 2018. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. *Herpetologia Brasileira* 7: 11-57.
- Davies, A.J. & Johnston, M.R.L. 2000. The biology of some intraerythrocytic parasites of fishes, amphibians and reptiles. *Advances in Parasitology* 45: 1-107.
- Drumond, M.A.; Kiill, L.H.P.; Lima, P.C.F.; Oliveira, M.C.; Oliveira, V.R.; Albuquerque, S.G.; Nascimento, C.E.S. & Cavalcanti, J. 2004. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga: 329-340. *En: Silva, J.M.C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M.T. & Lins, L.V. (eds.), Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente - Universidade Federal de Pernambuco, Brasília.*
- Fisse, A.; Draud, M.; Raphael, B. & Melkonian, K. 2004. Differential leukocyte counts of critically endangered Grand Cayman Blue iguanas, *Cyclura nubile lewisi*. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 14: 19-21.
- Han, H.; Wu, Y.; Dong, H.; Zhu, S.; Li, L.; Zhao, Q.; Wu, D.; Pei, E.; Wang, Y. & Huang, B. 2015. First report of *Hepatozoon* (Apicomplexa: Adeleorina) from king ratsnakes (*Elaphe carinata*) in Shanghai, with description of a new species. *Acta Parasitologica* 60: 266-274.
- Harr, K.E.; Alleman, A.R.; Dennis, P.M.; Maxwell, L.K.; Lock, B.A.; Bennett, R.A. & Jacobson, E.R. 2001. Morphologic and cytochemical characteristics of blood cells and hematologic and plasma biochemical reference ranges in green iguanas. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218: 915-921.
- Harris, D.J.; Borges-Nojosa, D.M. & Maia, J.P. 2015. Prevalence and diversity of *Hepatozoon* in native and exotic geckos from Brazil. *Journal of Parasitology* 101: 80-85.
- Harris, D.J.; Santos, J.L.; Borges-Nojosa, D.M. & Castro, D.P. 2019. Molecular screening of *Plasmodium* (Haemosporidia: Plasmodiidae) parasites from reptiles in Brazil. *Journal of Parasitology* 105: 913-917.
- Hedges, S.B. & Conn, C.E. 2012. A new skink fauna from Caribbean islands (Squamata, Mabuyidae, Mabuyinae). Department of Biology, 208 Mueller Lab, University Park, Auckland.
- Lainson, R.; Souza, M.C. & Franco, C.M. 2003. Haematozoan parasites of the lizard *Ameiva ameiva* (Teiidae) from amazonian Brazil: a preliminary note. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98: 1067-1070.
- Lainson, R. 2012. Atlas of protozoan parasites of the Amazonian fauna of Brazil. Instituto Evandro Chagas. Ananindeua.
- Lainson, R. & Shaw, J. J. 1969. New host records for *Plasmodium diploglossi*, *P. tropiduri* Aragão and Neiva, 1909, and *P. cnemidophori* Carini, 1941. *Parasitology* 59: 163-170.
- Martínez-Silvestre, A.; Lavín, S. & Cuenca, R. 2011. Hematología y citología sanguínea em reptiles. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales* 31: 131-141.
- Matta, N.E.; González, L.P.; Pacheco, M.A.; Escalante, A.A.; Moreno, A.M.; González, A.D. & Calderón-Espinosa, M.L. 2018. *Plasmodium* parasites in reptiles from the Colombia Orinoco - Amazon basin: a re-description of *Plasmodium kentropyxi* Lainson R, Landau I, Paperna I, 2001 and *Plasmodium carmelinoi* Lainson R, Franco CM, da Matta R, 2010. *Parasitology Research* 117: 1357-1370.
- Mitchell, E.B. & Johns, J. 2008. Avian hematology and related disorders. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 11: 501-522.
- Paperna, I. & Lainson, R. 2004. *Hepatozoon* cf. *terzii* (Sambon & Seligman, 1907) infection in the snake *Boa constrictor constrictor* from north Brazil: transmission to the mosquito *Culex quinquefasciatus* and the lizard *Tropidurus torquatus*. *Parasite* 11: 175-181.
- Picelli, A.M.; Ramires, A.C.; Masseli, G.S.; Pessoa, F.A.C.; Viana, L.A. & Kaefer, I.L. 2020 a. Under the light: high prevalence of haemoparasites in lizards (Reptilia: Squamata) from Central Amazonia revealed by microscopy. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 92: 1-19.
- Picelli, A.M.; Silva, M.R.L.; Ramires, A.C.; Silva, T.R.R.; Pessoa, F.A.C.; Viana, L.A. & Kaefer, I.L. 2020 b. Redescription of *Hepatozoon ameivae* (Carini and Rudolph, 1912) from the lizard *Ameiva ameiva* (Linnaeus, 1758). *Parasitology Research* 119: 2659-2666.
- Ponsen, S.; Talabmook, C.; Narkkong, N. & Aengwanich, W. 2008. Blood cell characteristics and some hematological values of Sand lizards (*Leiolepis bellina rubritaeniata* Mertens 1961) in northeastern Thailand. *International Journal of Zoological Research* 4: 119-123.
- Prado, D.E. 2003. As Caatingas da América do Sul: 3-74. *En: Leal, I.R.; Tabareli, M. & Silva, J.M.C. Ecologia e conservação da Caatinga. Editora Universitária da UFPE, Recife.*
- Ribeiro, L.B. & Freire, E.M.X. 2011. Trophic ecology and foraging behavior of *Tropidurus hispidus* and *Tropidurus semitaeniatus* (Squamata, Tropiduridae) in a Caatinga area of northeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia* 101: 225-232.
- Rocha-Silva, E.O. 1975. Ciclo evolutivo do *Hepatozoon triatomae* (Sporozoa, Haemogregarinidae) parasita de triatomíneos. *Revista Saúde Pública* 9: 383-391.
- Rodrigues, M.T. 1987. Sistemática, ecologia e zoogeografia dos *Tropidurus* do grupo *Torquatus* ao sul do Rio Amazonas (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia* 31: 105-230.
- Rodrigues, M.T. 2003. Herpetofauna da Caatinga: 181-236. *En: Leal, I.R.; Tabareli, M. & Silva, J.M.C. (eds.), Ecologia e conservação da Caatinga. Editora Universitária da UFPE, Recife.*
- Rovira, A.R.I. 2010. Hematology of Reptiles: 1004-1012. *En: Weiss, D.J. & Wardrop, K.J. (eds.), Schalm's veterinary hematology* 6. Wiley-Blackwell. Hoboken.
- Samour, H.J.; Risley, D.; March, T.; Savage, B.; Nieva, O. & Jones D.M. 1984. Blood sampling techniques in reptiles. *Veterinary Record* 114: 472-476.
- Schall, J.J. 1992. Parasite-mediated competition in *Anolis* lizards. *Oecologia* 92: 58-64.
- Schall, J.J. 1996. Malarial parasites of lizards: diversity and ecology. *Advances in Parasitology* 37: 255-333.
- Scholnick, D.A.; Manivanh, R.V.; Savenkova, O.D.; Bates, T.G. & McAlexander, S.L. 2010. Impact of malarial infection on metabolism and thermoregulation in the fence lizard *Sceloporus occidentalis* from Oregon. *Journal of Herpetology* 44: 634-640.
- Silva, O.E.; Diniz, J.P.; Alberio, S.; Lainson, R.; Souza, W. & DaMatta, R.A. 2004. Blood monocyte alteration caused by a hematozoan infection in the lizard *Ameiva ameiva* (Reptilia: Teiidae). *Parasitology Research* 93: 448-456.
- Smith, T.G. 1996. The genus *Hepatozoon* (Apicomplexa: Adeleina). *The Journal of Parasitology* 82: 565-585.
- Stacy, N.I.; Alleman, A.R. & Sayler, K.A. 2011. Diagnostic hematology of reptiles. *Clinics in Laboratory Medicine* 31:

- 87-108.
- Striepen, B.; Jordan, C.N.; Reiff, S. & Van Dooren, G.G. 2007. Building the perfect parasite: cell division in Apicomplexa. *PLoS Pathogens* 3: 691-698.
- Sykes, J.M. & Klaphake, E. 2015. Reptile Hematology. *Clinics in Laboratory Medicine* 35: 661- 680.
- Telford Jr, S.R. 2009. Hemoparasites of the Reptilia: color atlas and text. CRC Press. Boca Raton.
- Tomé, B.; Pereira, A.; Harris, D.J.; Carretero, M.A. & Perera, A. 2019. A paradise for parasites? Seven new haemogregarine species infecting lizards from the Canary Islands. *Parasitology* 146: 728-739.
- Vitt, L.J. 1995. The ecology of tropical lizards in the Caatinga of northeast Brazil. *Oklahoma Museum of Natural History, University of Oklahoma* 1: 1-29.
- Zhelev, Z.M.; Angelov, M.V. & Mollov, I.A. 2006. A study of some metric parameters of the erythrocytes in *Rana ridibunda* (Amphibia: Anura) derived from an area of highly developed chemical industry. *Acta Zoologica Bulgarica* 58: 235-244.

© 2021 por los autores, licencia otorgada a la Asociación Herpetológica Argentina. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 2.5 Argentina de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/ar/>

