



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA
AMAZÔNIA

VITÓRIA LUCIANA PAIVA CANELAS

CARACATERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS DE SEIS ESPÉCIES DE QUELÔNIOS
CRIADOS EM CATIVEIRO NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA

BELÉM-PA

2026

VITÓRIA LUCIANA PAIVA CANELAS

**CARACATERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS DE SEIS ESPÉCIES DE QUELÔNIOS
CRIADOS EM CATIVEIRO NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Saúde e Produção Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elane Guerreiro Giese

BELÉM-PA
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C221c Canelas, Vitória Luciana Paiva
CARACATERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS DE SEIS ESPÉCIES DE QUELÔNIOS CRIADOS EM
CATIVEIRO NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA / Vitória Luciana Paiva Canelas. - 2026.
54 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Saúde e Produção Animal na
AMAZÔNIA(PPGSPAA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Belém, 2026.
Orientador: Prof. Dr. Elane Guerreiro Giese
1. Hematologia. 2. Quelônios. I. Giese, Elane Guerreiro , *orient.* II. Título
-

CDD 636.089

VITÓRIA LUCIANA PAIVA CANELAS

**CARACATERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS DE SEIS ESPÉCIES DE QUELÔNIOS
CRIADOS EM CATIVEIRO NO MUNICÍPIO DE BELÉM-PA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Saúde e Produção Animal.

Data de aprovação: 24 /02/ 2026

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Elane Guerreiro Giese – Orientadora
Universidade Federal Rural Da Amazônia - UFRA

Profa. Dra. Flávia Cristina Matos Oliveira
Universidade Federal do Pará- UFPA

Prof. Dr. Raul Henrique da Silva Pinheiro
Laboratório de Histologia e Embriologia Animal- UFRA

Profa. Dra. Elaine Lopes de Carvalho
Universidade Federal Rural Da Amazônia - UFRA

Prof. Dr. Raimundo Nonato Moraes Benigno
Universidade Federal Rural Da Amazônia – UFRA

RESUMO

Hematologia é a ciência dedicada ao estudo do sangue, sua origem e seus componentes celulares, permitindo avaliar o estado fisiológico, imunológico e metabólico do organismo, além de auxiliar no diagnóstico, prognóstico e monitoramento de diversas enfermidades. Dentre os exames hematológicos, o hemograma é o mais solicitado já que ele permite uma visão do estado geral do animal. Dentre as etapas da execução deste exame, em animais silvestres, a avaliação da distensão sanguínea pode ser considerada a mais importante, uma vez que, é nesta etapa onde será possível visualizar se há anormalidades dos glóbulos vermelhos, mudanças morfológicas nos glóbulos brancos, além da presença de inclusões celulares e hemoparasitos. Considerando a escassez de estudos específicos e a grande variabilidade morfológica das células sanguíneas de espécies silvestres, a análise microscópica do esfregaço sanguíneo torna-se fundamental para a correta interpretação dos resultados hematológicos. Assim, o objetivo desta pesquisa é contribuir para os estudos específicos voltados para a hematologia de Testudines encontrados na região amazônica por meio de fotodocumentação das distensões sanguíneas, hemograma e hemogasometria com a finalidade de proporcionar maior facilidade nas análises, identificação das células e interpretações dos exames destes animais. A pesquisa foi realizada com a obtenção de amostras sanguíneas de 6 espécies de Testudines, sendo estas: *Chelonoidis carbonaria* (jabuti-piranga), *Chelonoidis denticulata* (jabuti-tinga), *Podocnemis expansa* (Tartaruga da Amazônia), *Rhinoclemmys punctularia* (Perema), *Podocnemis unifilis* (Tracajá), *Kinosternon scorpioides* (Muçua) provenientes do Museu Paraense Emílio Goeldi. Foram realizadas distensões sanguíneas de todas as espécies, sem o uso de anticoagulantes, coradas pelas técnicas de Panóptico Rápido® e MayGrunwald-Giemsa adaptado, posteriormente analisadas e fotomicrografadas. Foram realizados hemograma e hemogasometria das espécies Jabuti-Tinga, Jabuti-Piranga e Tartaruga da Amazônia. Os hemogramas foram encaminhados para laboratório parceiro e a hemogasometria realizada no local por venopulsão com o equipamento Seamaty Blood Gas& Electrolyte Analyzer- Modelo VG1. A identificação das células possibilitou demonstrar a eficiência da coloração MayGrunwald-Giemsa em relação ao Panótico Rápido®, além de corroborar e acrescentar informações relevantes acerca da morfologia dos componentes celulares do sangue destes animais. Os valores de hemograma e hemogasometria encontrados neste trabalho corroboraram com a literatura já estabelecida e acrescentando novos dados acerca de quelônios na região Norte do Brasil.

Palavras-chave: Amazônia; animais selvagens; sangue; morfologia

ABSTRACT

Hematology is the science dedicated to the study of blood, its origin, and its cellular components, allowing for the evaluation of the physiological, immunological, and metabolic state of the organism, as well as assisting in the diagnosis, prognosis, and monitoring of various diseases. Among hematological tests, the complete blood count (CBC) is the most frequently requested, as it provides an overview of the animal's overall condition. In wild animals, the evaluation of the blood smear is considered the most important step in performing this test, since it is at this stage that abnormalities in red blood cells, morphological changes in white blood cells, and the presence of cellular inclusions and hemoparasites can be visualized. Considering the scarcity of specific studies and the great morphological variability of blood cells in wild species, microscopic analysis of the blood smear becomes fundamental for the correct interpretation of hematological results. Thus, the objective of this research is to contribute to specific studies focused on the hematology of Testudines found in the Amazon region through photodocumentation of blood smears, complete blood count, and blood gas analysis, in order to provide greater ease in the analysis, identification of cells, and interpretation of the examinations of these animals. The research was carried out by obtaining blood samples from 6 species of Testudines: *Chelonoidis carbonaria* (red-footed tortoise), *Chelonoidis denticulata* (yellow-footed tortoise), *Podocnemis expansa* (Amazonian turtle), *Rhinoclemmys punctularia* (perema turtle), *Podocnemis unifilis* (yellow-spotted river turtle), and *Kinosternon scorpioides* (scorpion turtle), obtained from the Museu Paraense Emílio Goeldi. Blood smears were performed on all species, without the use of anticoagulants, stained using the Rapid Panoptic® and adapted May-Grünwald-Giemsa techniques, subsequently analyzed and photomicrographed. Complete blood counts and blood gas analyses were performed on the species Jabuti-Tinga, Jabuti-Piranga, and Amazon River Turtle. Complete blood counts were sent to a partner laboratory, and blood gas analyses were performed locally by venipuncture using the Seamaty Blood Gas & Electrolyte Analyzer - Model VG1. Cell identification demonstrated the efficiency of MayGrunwald-Giemsa staining compared to Panoptic Rapid®, in addition to corroborating and adding relevant information about the morphology of the cellular components of the blood of these animals. The complete blood count and blood gas analysis values found in this study corroborated established literature and added new data about chelonians in the Northern region of Brazil.

Key-words: Amazon, Wild animals, blood, morphology

SUMÁRIO

RESUMO.....5

ABSTRACT6

1. INTRODUÇÃO8

2. OBJETIVOS.....9

 2.1 Objetivo geral.....9

 2.2 Objetivos específicos9

3. REFERENCIAL TEÓRICO10

 3.1 Répteis: testudines10

 3.2 Eritrócitos.....10

 3.3 Leucócitos12

 3.3.1 Heterófilos13

 3.3.2 Eosinófilos14

 3.3.3 Basófilos15

 3.3.4 Linfócitos.....15

 3.3.5 Monócitos16

 3.4 Trombócitos17

4. MATERIAL E MÉTODOS18

 4.1 Aspectos éticos.....18

 4.2 Coleta das amostras.....18

 4.3 Processamento das amostras e obtenção das imagens19

 4.3.1 Hemograma e hemogasometria20

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO22

 5.1 Hemograma.....22

 5.2 Hemogasometria24

 5.3 Coloração.....25

 5.4 Morfologia27

6. CONCLUSÃO.....36

7. REFERÊNCIAS37

APÊNDICE40

ANEXOS2

1. INTRODUÇÃO

A Hematologia é definida como o estudo do sangue e dos órgãos formadores de sangue, abrangendo o diagnóstico, tratamento e prevenção de doenças que afetam o tecido sanguíneo, a medula óssea e os sistemas relacionados, e é amplamente utilizada para a avaliação da saúde. Neste contexto, os exames hematológicos na medicina veterinária possibilitam os estudos dos elementos do sangue, englobando as análises estruturais, funcionais e a determinação das concentrações desses elementos. Dentre estes exames, o hemograma é o mais solicitado já que ele permite uma visão do estado geral do paciente. Durante a execução do hemograma, em animais silvestres, a avaliação da distensão sanguínea pode ser considerada a etapa mais importante, uma vez que é nesta etapa onde será visualizado as anormalidades dos glóbulos vermelhos, mudanças morfológicas nos glóbulos brancos, além da presença de inclusões e parasitas (Washington, 2012; Copete, 2013; Campbell, 2014).

De acordo com a instrução normativa nº23 de 2014 do IBAMA(Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) pode-se considerar animal silvestre todo indivíduo da fauna nativa cujas características fenotípicas e genotípicas não foram modificadas pelo contato humano. Algumas espécies destes animais que compõem a grande biodiversidade da fauna brasileira, apesar de não serem considerados domésticos, podem ser também classificados como animais de estimação (Aguiar, 2021).

Segundo censo pet do Instituto Pet Brasil de 2020, existem cerca de 144,3 milhões de animais de estimação no Brasil, sendo 29,7% destes representados por aves ornamentais, répteis e pequenos mamíferos. A utilização de fauna silvestre como pets não convencionais tem se tornado um hábito em todo o país, em locais mais próximos à região Amazônica, onde o acesso a estes animais é facilitado, esta prática é bem mais evidente. A demanda crescente deste mercado implica diretamente no aumento da procura de serviços especializados e de qualidade (Dias, 2019; Macedo, 2022).

Enquanto na clínica de animais domésticos os exames de sangue são rotina, na clínica de animais silvestres os sinais e sintomas são muito inespecíficos, sendo assim, os exames hematológicos são uma ferramenta importantíssima para auxiliar no diagnóstico de doenças, no entanto, devido a dificuldade de acesso venoso e contenção em algumas espécies, interpretação desses exames exige cuidado (Werther, 2008; Dias, 2019; Macedo, 2022).

Apesar da grande importância do hemograma no diagnóstico das doenças desses animais, ainda há grandes limitações nas análises deste exame. Dentre estas pode-se citar a grande variação morfológica das células sanguíneas normais, que dificulta a identificação das alterações celulares produzidas por estresse ou doenças e a pequena quantidade de estudos

direcionada para estas, que torna a interpretação mais complexa (Copete, 2013, Carvalho, 2018).

Diante do exposto, ainda há um grande desafio na execução e interpretação dos exames hematológicos de animais silvestres da fauna amazônica devido as lacunas deixadas pelo reduzido número de estudos específicos nesta área, sendo assim, a motivação se constituiu enquanto objetivo desta pesquisa na contribuição para os estudos específicos voltados para a hematologia de animais silvestres encontrados na região amazônica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar aspectos hematológicos de seis espécies de quelônios criados em cativeiro no Município de Belém, Pará.

2.2 Objetivos específicos

- Estabelecer os padrões do hemograma de *Cheloidis carbonarius* e *Chelonoidis denticulata*.
- Estabelecer os padrões da hemogasometria de *Cheloidis carbonarius* e *Chelonoidis denticulata* e *Podocnemis expansa*.
- Identificar as particularidades morfológicas do sangue de *Chelonoidis carbonaria* (jabuti-piranga), *Chelonoidis denticulata* (jabuti-tinga), *Podocnemis expansa* (Tartaruga da Amazônia), *Rhinoclemmys punctularia* (Perema), *Podocnemis unifilis* (Tracajá), *Kinosternon scorpioides* (Muçua).
- Adaptar métodos de coloração para hematologia de quelônios estudados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Répteis: testudines

Os répteis cosntituem um grupo de animais que possuem como característica comum a ectotermia (capacidade de utilizar fontes de calor externas para realizar a termorregulação) e a pele recoberta por escamas. Compõe uma classe ampla e diversificada, e atualmente, de acordo com Costa (2021) existem cerca de 11.690 espécies de répteis no mundo, no Brasil foram descritas 848 espécies. A classe dos répteis pode ser dividida em: Rhynchocephalia (Tuatara), Squamata (lagartos e serpentes), Testudines (tartarugas, cágados e jabutis) e Crocodylia (jacarés, crocodilos e gaviais) (Icmbio,2018; Carvalho-Rocha, 2021).

A avaliação laboratorial dos répteis é realizada por meio do hemograma e da leitura da distensão sanguínea, esta avaliação engloba os eritrócitos, leucócitos e trombócitos do sangue periférico. A resposta hematológica dos reptilianos pode ser considerada instável quando comparada com animais endotérmicos, já que os fatores externos exercem grande influência podendo inibir ou acelerar as respostas a doenças. De modo geral os répteis apresentam hemácias nucleadas, com tamanho maior do que das aves e mamíferos (Thrall,2007; Silva,2017).

Os exames hematológicos em quelônios são usados para detectar algumas condições como anemia, doença inflamatória, parasitemias, doenças hematopoéticas e alterações de hemostasia, esta avaliação deve incluir o hematócrito, as contagens de hemácias e leucócitos e o exame do esfregaço sanguíneo. Para melhor visualização a distensão sanguínea deve ser feita sem anticoagulante, para evitar a interação da heparina ou EDTA com o citoplasma das células. O sangue dos quelônios é composto pelas seguintes células: eritrócitos nucleados, trombócitos, heterófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos (Silva,2006, Thrall 2007).

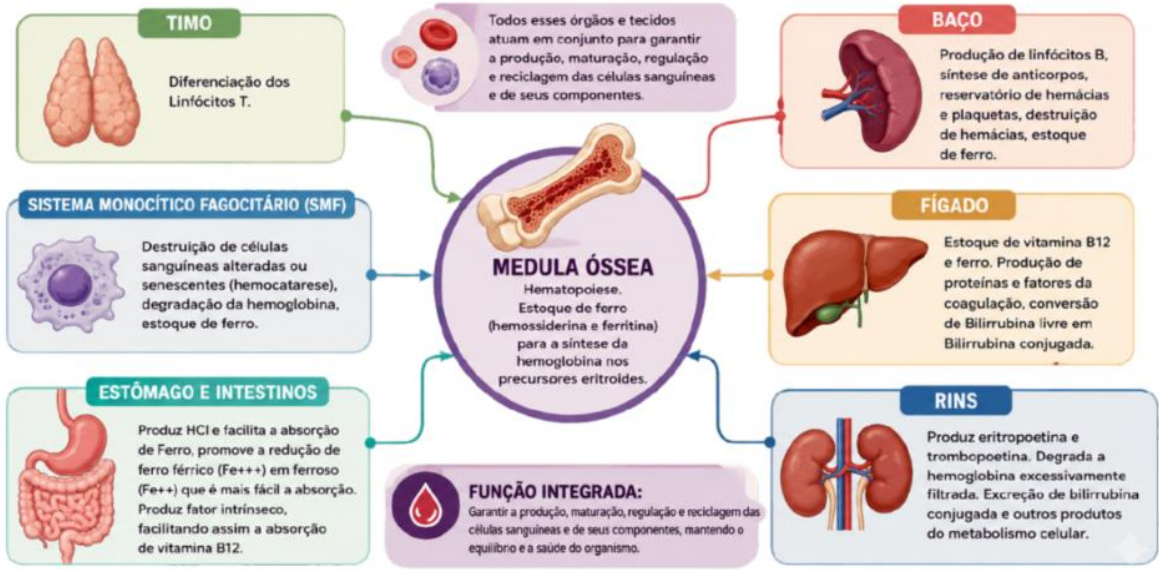
3.2 Eritrócitos

A principal função dos eritrócitos é o transporte de oxigênio para os tecidos, a morfologia normal das hemácias varia de acordo com a espécie, em mamíferos elas se apresentam em formato de disco bicôncavos e anucleadas e em outros vertebrados são ovóides e nucleadas. A avaliação da morfologia eritrocitária é uma grande ferramenta, auxiliando no diagnóstico de anemias e outras disfunções (Thrall, 2007).

Os glóbulos vermelhos compõem cerca de 40% do volume globular. Quanto a sua composição são constituídas por água, proteína (hemoglobina), carboidratos e lipídeos (Silva, 2017). Segundo Lopes (2007) e Silva (2017) o volume total de sangue circulante, também chamado volemia, é de aproximadamente 10% do peso total do animal, sendo variável entre as espécies, de acordo com a ingestão hídrica e a idade do paciente.

As hemácias possuem uma vida média que varia de acordo com cada espécie, sendo em mamíferos cerca de 120 dias, 600-800 dias em répteis e 28-35 dias em aves. O tempo de vida reduzido das hemácias das aves implica em uma maior eritropoiese, processo esse que é responsável pela produção de novas hemácias. A hematopoiese tem início na vida uterina e o principal tecido responsável por essa produção é a medula óssea, no entanto, outros órgãos também participam (Figura 1) (Vila, 2013; Trhall 2007, Silva 2017).

Figura 1- Representação esquemática dos órgãos e tecidos envolvidos no sistema hematopoético: Timo ,baço, sistema monocítico fagocitário, fígado, estômago e intestinos e rins.

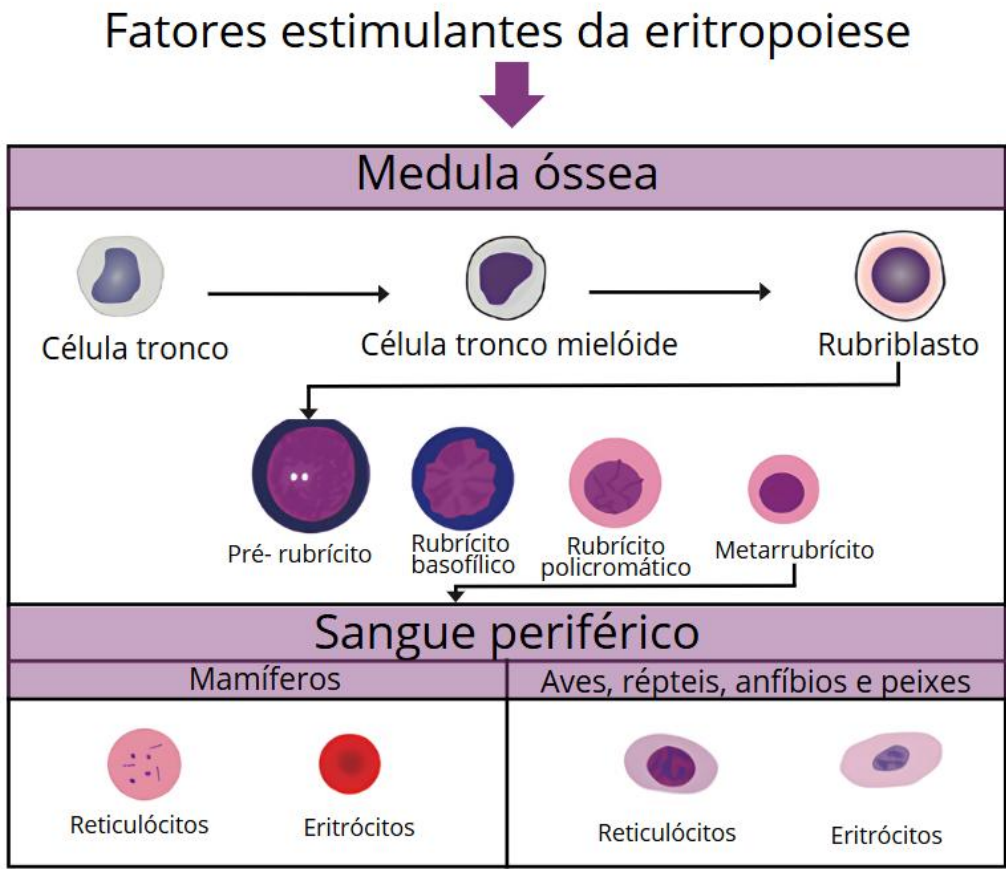


Fonte: Canelas, 2026

A eritropoiese se dá por meio da estimulação de alguns fatores, dentre eles pode-se citar as interleucinas 3 (IL-3) e 9 (IL-9), que associados a eritropoetina (EPO) irão estimular a formação de uma colônia eritrocitária a partir de uma célula pluripotente mesenquimal (célula tronco). As células precursoras dos eritrócitos são os rubriblastos, o processo de maturação desta célula dará origem ao pré-rubricito, em seguida rubricito basofílico, rubricito policromatofílico e por fim o metarrubricito que por sua vez dará origem a hemácia madura (Figura 2) (Thrall 2007; De Macedo,2015; Silva 2017).

Eventualmente, pode-se encontrar hemácias imaturas no sangue periférico, estas são menores e mais arredondadas, possuem núcleo com cromatina menos densa e citoplasma mais basofílico que as hemácias maduras, sendo considerado normal, principalmente em animais muito jovens ou em fase de ecdise. Também é comum encontrar figuras de mitose nestas células circulantes, uma vez que as hemácias maduras podem se dividir em novas hemácias por mitose (Thrall, 2004; Sykes & Klaphake, 2015).

Figura 2-Eritropoiese a partir dos fatores estimulantes, iniciando em medula óssea a partir de uma célula tronco, dando origem a eritrócitos maduros no sangue periférico.



Fonte: Adaptado de Silva, 2017.

3.3 Leucócitos

Os leucócitos, também chamados células brancas ou glóbulos brancos, são células circulantes do sangue, possuem como principal função a defesa do organismo contra agentes biológicos e outros agentes patológicos. O leucograma possui uma grande importância, por meio da interpretação das concentrações leucocitárias é possível saber os possíveis processos que o paciente está enfrentando (Ducan, 1982;Biológicas, 2006; Thrall, 2007).

Este grupo de células se divide em: granulócitos ou polimorfonucleares e agranulócitos ou mononucleares, de acordo com a presença de grânulos específicos (Lisossomas, enzimas hidrolíticas, agentes bacterianos e outros compostos) no citoplasma destas células, sendo os granulócitos com afinidade diferenciada para corantes neutros, ácidos e básicos, e os agranulócitos não possuem grânulos. Os granulócitos são: os neutrófilos, heterófilos, eosinófilos e basófilos, e os agranulócitos são: monócitos e linfócitos. (Ducan, 1982, Lopes 2007, Eurell, 2012)

Os leucócitos possuem origem na medula óssea, no entanto também pode ocorrer no ambiente extramedular, como por exemplo no baço, fígado e linfonodos. A granulopoiese é

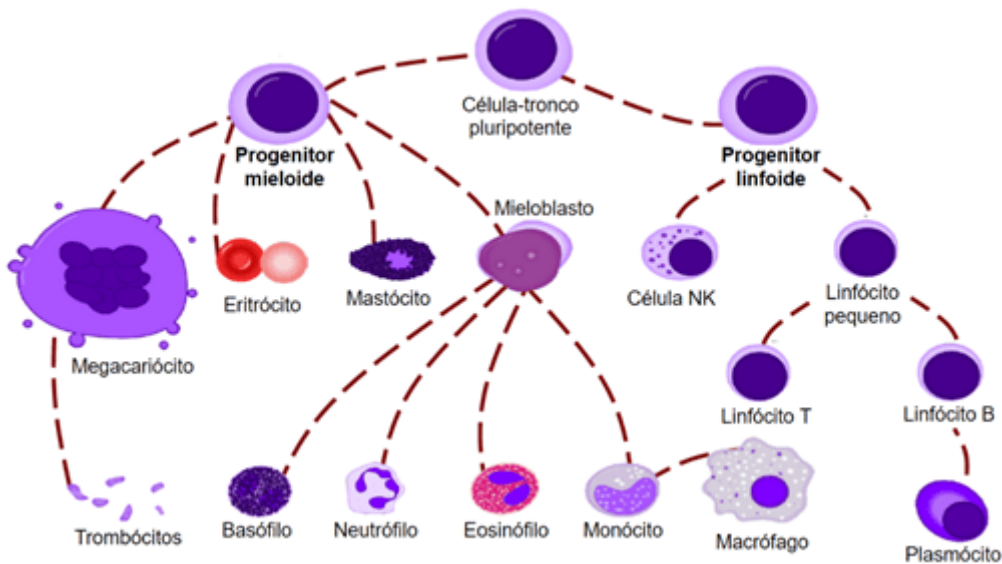
regulada por células precursoras hematopoiéticas na medula óssea, em reposta a fatores estimuladores que estão em contato com o microambiente celular (Tabela 1, Figura 3) (Thrall 2007, Weiss 2010, Silva 2017).

Tabela 1-Fatores estimuladores da leucopoeise.

Processo	Estimuladores
Granulopoiese	UFC-GM, UFC-G Granulopoietina Linfocinas (IL-3) Eosinofilopoietina Basofilopoietina
Linfopoiese	Interleucina - Interferon

Fonte: Silva (2007, com adaptações).

Figura 3- Leucopoeise intramedular a partir de uma célula pluripotente dando origem a duas linhagens progenitoras de linfócitos.



Fonte: Silva (2007, com adaptações)

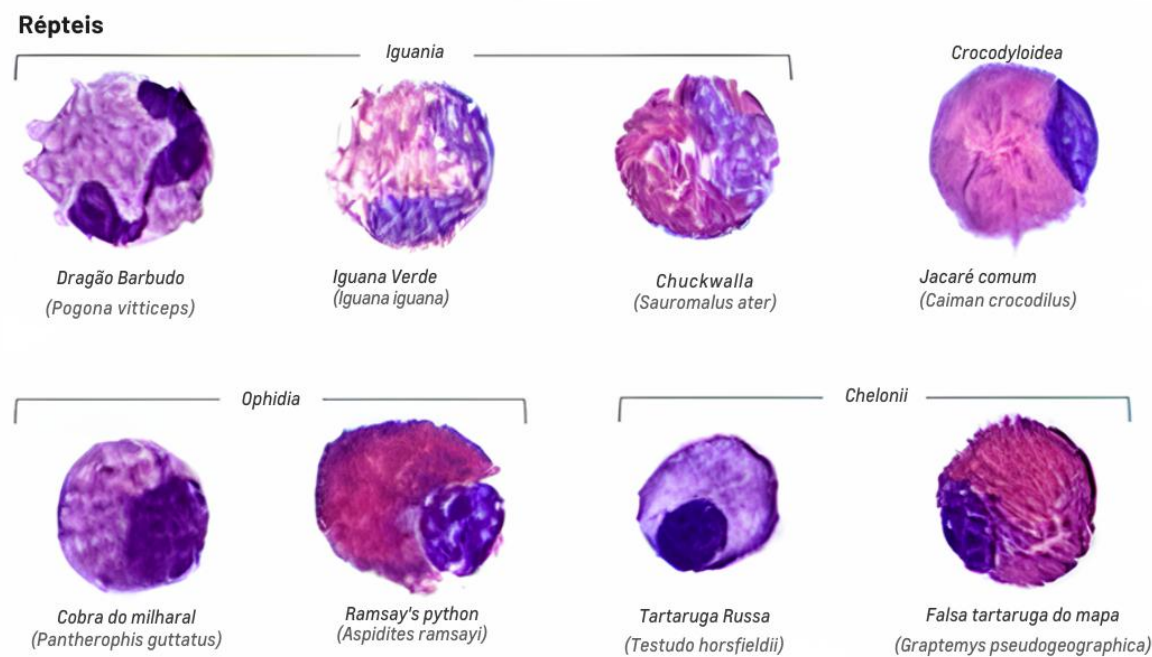
3.3.1 Heterófilos

Os heterofilos são leucócitos análogos aos neutrófilos dos mamíferos, são o maior grupo de granulócitos circulantes. Possuem uma enorme variação morfológica entre as diferentes espécies de répteis, no entanto, de modo geral, estas células são redondas e possuem núcleo excêntrico que pode ser bilobado ou não, a hipótese desta variação, de acordo com a literatura, se dá pelos diferentes estágios de maturação, possuem abundantes granulações citoplasmática eosinofílicas variando de alongadas a arredondadas dependendo da espécie (Arruda, 2014; Sykes IV & Klaphake, 2015; Pinto&Marcos 2018) (Figura 4).

Algumas características indicativas de toxicidade podem ser visualizadas, como por exemplo: vacuolização, basofilia citoplasmática e granulações anormais. A degranulação pode ser um indicativo de heterofilos tóxicos, no entanto, na maioria das vezes, quando

desacompanhada de outras características, é considerada artefato de técnica. (Arruda, 2014; Sykes IV & Klaphake, 2015).

Figura 4- Diferença morfológica entre heterófilos de diferentes espécies de répteis



Fonte: Pinto (2018)

3.3.2 Eosinófilos

Os eosinófilos são células grandes e redondas, com grânulos esféricos eosinofílicos, dependendo da espécie o núcleo pode variar entre bilobulado e monolobulado. Em répteis, os eosinófilos apresentam variações morfológicas mais evidentes que em mamíferos, podendo possuir grânulos arredondados, fusiformes ou até bastonetes intensamente eosinofílicos, dependendo da espécie (Stacy; Alleman; Sayler, 2011; Sykes & Klaphake, 2015).

A quantidade circulante também varia de acordo com a espécie, por exemplo, os lagartos possuem menor número quando comparada a tartarugas que possuem cerca de 20% de eosinófilos circulantes. Fatores ambientais como temperatura corporal, estação do ano e estado nutricional influenciam significativamente seus valores hematológicos, tornando necessária a interpretação baseada em hematologia comparada (Martinez et al. 2011, Sykes & Klaphake, 2015).

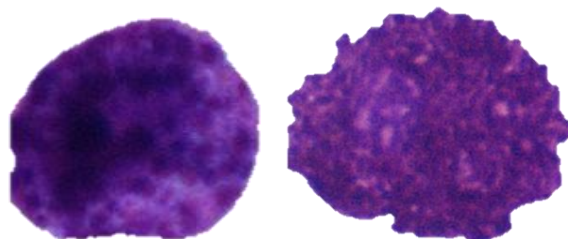
Os eosinófilos desempenham funções importantes como a defesa contra parasitas, principalmente helmintos, participam das reações de hipersensibilidade tipo I e modulação dos processos inflamatórios, por meio da degranulação e neutralização da histamina (Thrall, 2015).

3.3.3 Basófilos

Os basófilos são células polimorfonucleares consideradas raras no sangue periférico dos vertebrados, com quantidade circulante variando de 0 a 1% . Possuem como principal função a atuação frente a reações inflamatórias e de hipersensibilidade, atuando por meio da liberação de mediadores como histamina, heparina e outras aminas vasoativas. (Campbell, 2014; Thrall,2015)

Morfológicamente apresentam núcleo geralmente arredondado ou pouco segmentado e citoplasma preenchido por abundantes grânulos basofílicos intensamente corados que frequentemente impedem a visualização do núcleo ao microscópio óptico, podendo variar de espécie para espécie (Figura 5). Basófilos tendem a ser menores em lagartos do que em quelônios (tartarugas) e crocodilianos (Campbell, 2014; Thrall,2015).

Figura 5- Basófilos de testudines: variação de formato e granulação



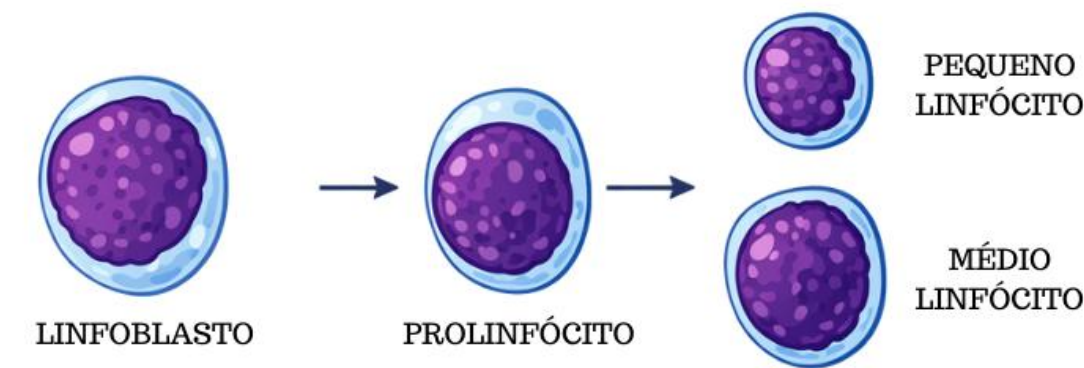
Fonte: Canelas, 2026

3.3.4 Linfócitos

Morfológicamente os linfócitos apresentam tamanho variável, podendo ser pequenos, com núcleo grande, arredondado e cromatina densa ocupando quase toda a célula, ou grandes, com maior quantidade de citoplasma basofílico (Figura.6). Nos vertebrados domésticos o aumento destas células, chamada linfocitose, geralmente está associada à estimulação antigênica crônica ou processos virais, enquanto a linfopenia pode ocorrer em situações de estresse fisiológico e liberação de glicocorticoides (Campbell, 2014; Thrall., 2015).

Nos répteis, os linfócitos frequentemente constituem o principal tipo leucocitário circulante, podendo representar cerca de 20% a 80% dos leucócitos totais dependendo da espécie, idade e condição ambiental. Essas células são morfológicamente semelhantes às observadas em aves e mamíferos (Stacy, 2011; Sykes & Klaphake, 2015; Campbell, 2015).

Figura.6- Amadurecimento de linfócitos a partir de linfoblasto, prolinfócito, pequenos e médios linfócitos.



Fonte: Canelas, 2026

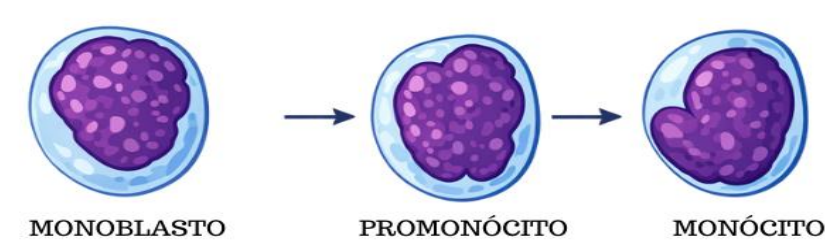
3.3.5 Monócitos

Os monócitos são leucócitos agranulares originados da linhagem mieloide (Figura 7.) da medula óssea e pertencem ao sistema imune inato. Após permanecerem por curto período na circulação sanguínea, migram para os tecidos onde se diferenciam principalmente em macrófagos e células apresentadoras de antígeno, participando da fagocitose, remoção de debris celulares e produção de citocinas inflamatórias (Campbell, 2014; Thrall,2015).

Nos répteis, os monócitos são geralmente os maiores leucócitos circulantes, medindo aproximadamente 8 a 25 µm, podendo apresentar formato ameboide, núcleo oval, redondo ou lobulado e citoplasma azul-acinzentado com vacúolos e material fagocitado. Essas células frequentemente são denominadas também azurófilos ou monócitos azurófilos (Campbell, 2014; Thrall,2015).

Normalmente representam de 0 a 10% do leucograma, e sua elevação chamada monocitose, está associada principalmente a inflamações crônicas, infecções bacterianas, parasitárias e doenças granulomatosas (Stacy et al., 2011, Campbell, 2014; Thrall,2015).

Figura 7- Linhagem do monócito: amadurecimento a partir de um monoblasto até o monócito maduro



Fonte: Canelas, 2026

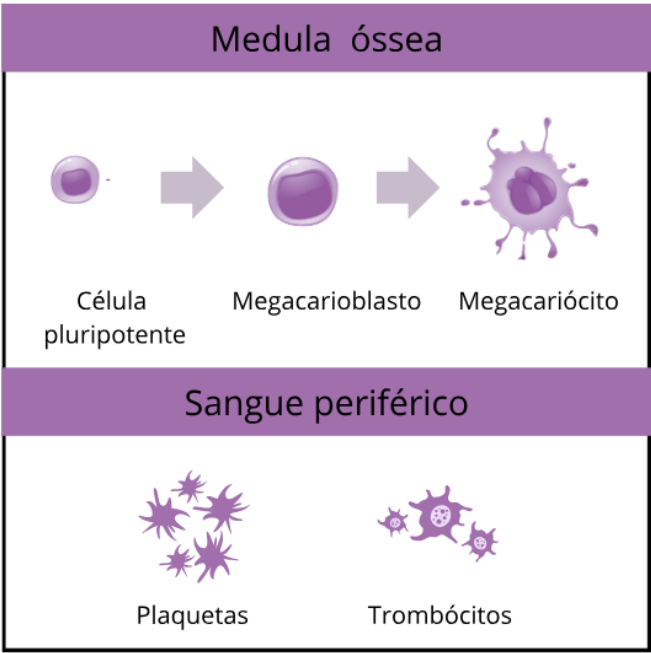
3.4 Trombócitos

Os trombócitos são células pequenas, geralmente menores que as hemácias, em répteis, aves e peixes elas se apresentam em formato elíptico ou fusiforme com um núcleo central e cromatina densa. Os trombócitos provêm de uma linhagem distinta das células mononucleares na medula óssea. A série dos trombócitos é composta de tromboblastos, trombócitos imaturos e trombócitos maduros. Os tromboblastos assemelham-se aos rubriblastos, mas tendem a ser menores, com núcleo arredondado possuindo cromatina nuclear de fina a pontilhada e um ou mais nucléolos (Campbell,2014, Campos 2022).

O citoplasma cora-se de azul-pálido, com áreas claras vagamente definidas. Grânulos específicos são frequentemente vistos em um polo da célula. O núcleo é oval e apresenta cromatina densamente compactada. O trombócito maduro é a célula definitiva da série dos trombócitos e foi descrito anteriormente pela literatura (Thrall 2007, Campbell, 2014).

A principal função dos trombócitos é a manutenção da hemostasia, por meio da interação com as células endoteliais mantendo a integridade vascular. Adesão, agregação e liberação plaquetária podem ocorrer ao mesmo tempo ou independentemente, dependendo das condições de estímulos e circunstâncias (Silva, 2017).

Figura 8- Trombopoese a partir de uma célula pluripotente, na medula óssea, dando origem a linha megacarioblástica, liberação e amadurecimento dos trombócitos no sangue periférico.



Fonte: Canelas, 2026

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animal (CEUA) com nº2079030324 e pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) com nº 68028-7, onde foi obtido licença de autorização para coleta e transporte de material biológico com fins para pesquisa.

4.2 Coleta das amostras

Foram obtidas amostras sanguíneas dos indivíduos machos e fêmeas, com idade variando entre jovens e adultos de cada espécie, sendo estas: 10 *Chelonoidis carbonaria* (jabuti-piranga), 10 *Chelonoidis denticulata* (jabuti-tinga), 10 *Podocnemis expansa* (Tartaruga da Amazônia), 10 *Rhinoclemmys punctularia* (Perema), 10 *Podocnemis unifilis* (Tracajá), 10 *Kinosternon scorpioides* (Muçunã).

As amostras foram coletadas entre Abril e Maio de 2025, período de inverno Amazônico onde a temperatura variou de 23°C a 33 °C. As coletas foram realizadas no Museu Paraense Emílio Goeldi localizado em Belém-PA. As amostras foram encaminhadas sob refrigeração devidamente identificadas com nome e espécie, para o Laboratório de Histologia e Embriologia Animal da UFRA em tubos contendo heparina. Foram rejeitadas amostras com hemólise acentuada, fibrina e coágulo.

Foi colhido o equivalente a 10% do volume total de sangue, não ultrapassando o equivalente a 0,25mL, a coleta foi feita nas veias coccígea dorsal, braquial e jugular (Figura 9). A contenção foi realizada evitando o estresse e proporcionando o conforto para o animal, as técnicas de contenção variaram de espécie para espécie, contudo, a maioria consistiu em conter a cabeça e as articulações, para tartarugas da Amazônia e para os Tracajás devido a grande amplitude dos movimentos das patas, utilizou-se uma manta recobrindo o casco para conter as patas e expor a cauda e o pescoço. Para uma melhor avaliação morfológica, foram realizadas distensões sanguíneas com uma gota de sangue sem o anticoagulante.

Figura 9- Coleta sanguínea em quelônios. (A) Contenção de patas com auxílio de manta para exposição segura das veias jugular e coccígea (B) Veia coccígea caudal, (C) Seio subcarapacial, (D) Jugular



Fonte: Canelas, 2026

4.3 Processamento das amostras e obtenção das imagens

Foram realizadas distensões sanguíneas em lâminas de vidro para microscopia. Foram utilizadas como coloração padrão para todas as amostras o Panótico rápido[®], conforme o protocolo padrão recomendado pela bula do fabricante Laborclin[®]: imersões de 30s em cada corante (1,2 e 3) e o May Grunwald-Giemsa[®] (MGG) com adaptações, utilizando como protocolo base a bula dos fabricantes Renylab[®] e NewPov[®]. Para o MGG adaptado a diluição do Giemsa utilizada foi feita na proporção de 63 gotas para 50mL de água destilada, para fixação deixou-se as amostras por 2 minutos no May Grunwald[®] e passado o tempo as lâminas foram deixadas por um minuto na água destilada, para evitar acúmulo de sedimento de corantes as lâminas foram imersas e lavadas em água destilada, após isso foram cobertas com o Giemsa diluído por cerca de 20 minutos.

As lâminas foram analisadas sob microscópio de luz Leica DM0025 equipado com câmera e sistema de aquisição de imagem onde foram obtidas as imagens e posteriormente editadas no Canva.

4.3.1 Hemograma e hemogasometria

As amostras de 5 *Chelonoidis carbonarius* e 5 *Chelonoidis denticulatus* foram colhidas em tubo contendo heparina (Figura 10) e enviadas para laboratório parceiro onde foram processadas e posteriormente recebido os laudos que foram avaliados e compilados em tabela no Software Excell®.

Figura 10- Tubo de EDTA (tampa roxa) e Tubo de heparina (Tampa verde).



Fonte: Canelas,2026

A hemogasometria foi realizada em 12 animais, 3 *C. carbonarius* e 3 *C. denticulatus* e 6 *Podocnemis expansa*. A coleta e análise da amostra de sangue venoso foram realizadas no local, a temperatura ambiente média era de 26 °C, para a análise foi utilizado o equipamento Seamaty Blood Gas & Electrolyte Analyzer - Modelo VG1 (Figura.11), o aparelho faz a co, o aparelho faz a correção automática dos valores de acordo com a temperatura padrão adotada no momento da coleta. Os resultados obtidos foram compilados e tabelados com auxílio do software Excel, feitas a média e desvio padrão.

Figura. 11- Equipamento Seamaty Blood Gas & Electrolyte Analyzer - Modelo VG1 utilizado para hemogasometria.



Fonte: Imagem cedida pelo Laboratório AnimaVet

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Hemograma

Os parâmetros hematológicos obtidos nos hemogramas realizados nesta pesquisa em *Chelonoidis carbonarius* e *Chelonoidis denticulatus* foram sumarizados na Tabela 2 juntamente com resultados obtidos em trabalhos anteriores. Quanto ao leucograma (Tabela 2), foi possível observar predomínio de heterófilos e linfócitos, padrão já esperado para a espécie. Quanto aos trombócitos, apresentaram valores elevados, porém, ainda dentro dos valores de referência esperado para a espécie, e com frequente formação de agregados plaquetários, devido a ativação dos trombócitos durante a coleta (Sykes, 2008).

Os resultados obtidos na tabela 2 apresentaram, de modo geral, os valores médios de hemácias, hemoglobina e hematócrito observados para *Chelonoidis sp.* dentro dos valores de referências já estabelecidos na literatura por Cabrera, (2011), Carpenter et al (2017) e Romero-Mera, (2023). Os resultados dos índices eritrocitários (VCM, HCM e CHCM) evidenciaram ampla variação, característica comum em répteis, especialmente em Testudines, em razão da ativação de respostas fisiológicas adaptativas à fatores como idade, sazonalidade, estado nutricional e condições ambientais que promovem alterações nos parâmetros hematológicos (Castro, 2020).

O leucograma também corroborou com Cabrera, (2011), Carpenter et al (2017) e Romero-Mera, (2023) , apresentando a quantidade circulante de heterófilo um pouco acima das médias, no entanto, ainda dentro dos valores de referência, fato que pode ser explicado por conta da temperatura ambiental, Bergamini (2016) afirma estas células são mais frequentes no verão, justificando assim a predominância destas no leucograma, já que a região amazônica possui altas temperaturas mesmo durante o inverno amazônico.

Os valores mais baixos de leucócitos totais encontrados nesta pesquisa podem estar associados ao período chuvoso, Castro (2020) observou que durante a estação chuvosa, há redução dos valores de leucócitos devido a diminuição do estresse ambiental, melhor equilíbrio imunológico, e a maior disponibilidade de alimento.

A contagem dos trombócitos pode variar bastante, conforme visto na tabela 2, isto se dá pelo alto grau de polimorfismo desta célula, que de acordo com Bergamini (2016) se dá por meio da manipulação durante a coleta, fazendo com que a célula perca o citoplasma, aderindo aos filamentos de fibrinas e formando agregados trombocitários, o que dificulta a contagem.

Tabela 2- Valores Médios, maior e menor obtidos de hemograma de *Chelenoidis sp.* Média (Mínimo-Máximo), em comparação à literatura anterior.

Parametro	Canelas (2026) <i>Chelenoidis carbonaria</i>	Carpenter et al. (2017) <i>C. carbonaria</i>	Romero-Mera (2023) <i>C. carbonaria</i>	Canelas(2026) <i>Chelenoidis denticulatus</i>	Cabrera (2011) <i>C. denticulatus</i>
Hemácias (x10 ⁶ /μL)	0,56 (0,05)	0,46 (0,14-0,19)	0,35 (0,12-0,79)	0,54 (0,04)	0,44 (0,17-0,85)
Hemoglobina (g/dL)	7,5 (0,44)	7,5 (7-7,9)	7,6 (3,76-9,20)	7,33 (0,31)	7,0 (3,1-12,2)
Hematócrito (%)	25,33 (2,89)	25% (6-38)	23,4 (11,00-28,00)	23,67 (2,08)	20,3 (11,00-29,00)
VCM(fL)	454,67 (17,47)	482 (22-940)	782 (343-1393)	435,33 (10,69)	502 (1253-1000)
HCM (pg)	135 (5)	136 (123-149)	254 (117-460)	135,33 (6,51)	171,4 (81-408)
CHCM (g/dL)	30 (1,73)	31 (29-32)	32,8 (25,9-38,1)	31 (1,73)	34,1 (26-45,2)
Leucócitos	1842 (1046,12)	6.510 (1150)	9.450 (2.800-14.00)	2512 (870,64)	7.820 (2.640-18.260)
Basófilos	2%(0,02)/33,33(25,17)	92	0,94%/0,08 (0-0,2)	16%(0,02)/387(128,57)	1,5% (0-11)
Eosinófilos	1%(0,01)/5(10,60)	170	4,6% /0,42 (0-1,12)	1%(0,02)/20(34,64)	15,8% (3-38)
Linfócitos	19%(0,06)/380,33(323,61)	1.890	51,6%/ 4,83 (1,4-8,3)	19% (0,09)/497,33(336,60)	25,5% (4-74)
Monócitos	3%(0,02)/70,33(46,37)	160	0,81%/ 0,07 (0-0,24)	22% (0,36)/336,33(530,58)	0,4% (0-4)
Heterófilos	75%(0,05)/1353,7(695,36)	1.670 (20-580)	41,8%/ 4,06 (0,73-8,12)	42% (0,36)/1271(1102,9)	55,6% (9-87)
Trombócitos	106000(4000)		152.000 (80,00 - 309,000)	108,333 (10408)	-

Fonte: Canelas, 2026

5.2 Hemogasometria

Freitas et al (2024) afirma que não há diferenças significativas quando comparados resultados da hemogasometria de machos e fêmeas, levando isto em consideração os resultados desta pesquisa foram compilados e feita as médias.

Os resultados da hemogasometria de *Chelonoidis sp.* e *Podocnemis expansa* (Tabela 3) demonstraram valores médios de pH, bicarbonato, pCO_2 e pO_2 compatíveis com o padrão fisiológico já conhecido para quelônios, os quais apresentam metabolismo ectotérmico. Nessas espécies, o equilíbrio ácido-base sofre forte influência térmica, uma vez que a temperatura corporal altera diretamente a afinidade da hemoglobina pelo oxigênio e a pressão parcial de dióxido de carbono (Burggren 1977, Klein et al 2021).

Os valores médios de pO_2 evidenciam diferenças fisiológicas compatíveis com os distintos nichos ecológicos ocupados pelas espécies estudadas, os quelônios do gênero *Chelonoidis* possuem hábitos estritamente terrestre e apresentaram valores mais baixos de pO_2 quando comparados à espécie *Podocnemis expansa* que possuem hábitos semiaquático, esta diferença pode ser explicada de acordo com Freitas (2024) pela adaptação ao ambiente aquático que favorece a maior captação e manutenção de oxigênio sanguíneo nesses indivíduos.

A concentração de lactato apresentou variação, quando comparado os valores das duas espécies estudadas, podendo refletir resposta fisiológica ao manejo e contenção durante a coleta, aspecto amplamente discutido na literatura como fator interferente nos parâmetros gasométricos de répteis. Para Klein et al (2021) o lactato é um importante marcador do metabolismo anaeróbico, podendo indicar redução da perfusão e alteração no equilíbrio ácido-base, causados principalmente pelo estresse no momento da coleta, havendo uma relação proporcional entre o tempo de manejo do paciente e os níveis de lactato no sangue.

A avaliação hemogasométrica compilada na tabela demonstrou valores próximos de PH entre as espécies, Burggren (1977) e Freitas (2024) demonstram que o pH sanguíneo em testudines sofre variações sazonais demonstrando valores mais alcalinos em temperaturas mais baixas, fenômeno conhecido como *alpha-stat regulation*, mecanismo adaptativo para manutenção da função proteica em ectotérmicos. Dessa forma, pequenas variações de pH, pCO_2 e bicarbonato observadas nos exames não necessariamente indicam doença, podendo refletir condições ambientais, manejo, contenção ou tempo de coleta.

Tabela 3- Valores médios obtidos da hemogasometria de *Chelonoidis carbonaria* (n=3). *Chelonoidis denticulata* (n=3). e *Podocnemis expansa*. (n=6) Média (Desvio padrão).

Parâmetro	<i>Chelenoidis carbonaria</i>	<i>Chelenoidis denticulatus</i>	<i>Podocnemis expansa</i>
pH	7,33 (0,003)	7,33 (0,19)	7,33 (0,07)
AG*	3,67 (3,1)	8 (4)	4,20 (4,60)
BE (b)*	4	4	-2,02 (1,70)
BE (ecf)*	3,8 (1,4)	1.3 (1,84)	10,76 (3,0)
cHCO ₃ ⁻	27,63 (3,96)	24,5 (1,99)	36,76 (3,0)
cHgb	5,6(1,2)	-	7,32 (2,60)
cSO ₂	78,29% (0,11)	82,31% (12,40)	67,9 (3,5)
tCO ₂	29,27 (4,16)	25,97 (1,54)	38,9 (3.2)
Hct	17% (0,04)	-	21% (7,5)
pO ₂	48,67 (10,50)	56,33 (16,17)	66.25 (4.24)
Glicose	71,67 (20,50)	74 (17,70)	42,0 (6,8)
Lactato	1,76 (0,82)	4,30 (3.37)	7,98(3,70)
K ⁺	5,09 (0,14)	4,56 (0,59)	4,06(0,23)
Ca ²⁺	1,23 (0,18)	1,25 (0,04)	1,23 (0.08)
Na ⁺	125,53 (3,76)	129,03 (5,84)	135,06 (2,2)
Cl ⁻	94,03 (3,57)	96,33 (3,72)	94,12(3,70)
pCO ₂	53 (7,60)	48,4 (16,91)	71,2 (10,50)

*AG: Ânion Gap, BE(b): Excesso de base no sangue, BE(ecf): Excesso de base no fluido extracelular.

Fonte: canelas, 2026

5. 3 Coloração

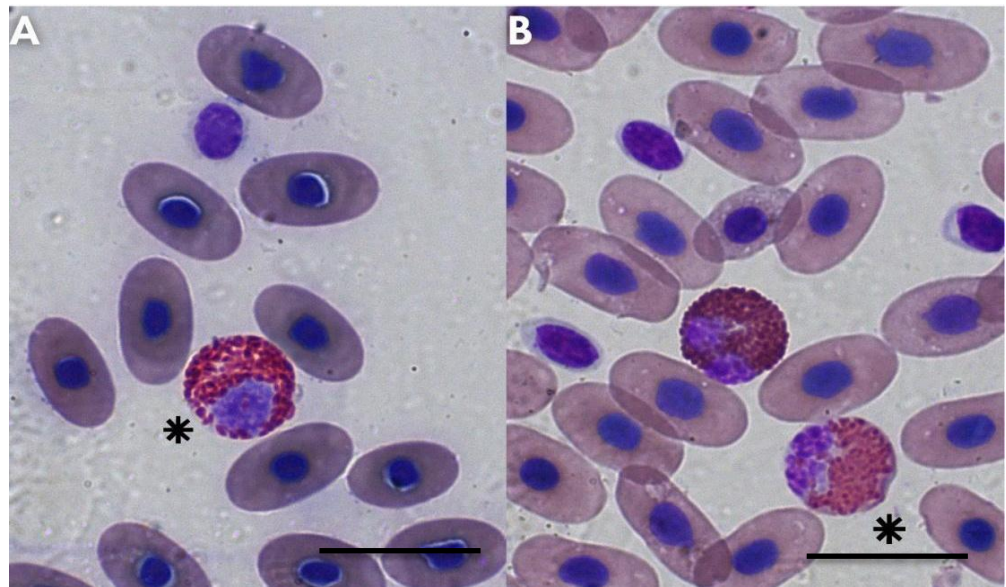
Todas as amostras foram submetidas ao mesmo protocolo de coloração. A morfologia das células sanguíneas das 6 espécies estudadas apresentou grande semelhança, no entanto, houve diferença na interação das células com a coloração. No MGG adaptado a espécie *C. carbonarius*, apresentou granulação citoplasmática dos heterofilos e eosinófilos com tonalidades acidófilas mais alaranjadas, já na espécie *C. denticulatus*, apresentou tons mais rosados. (Figura.12)

Quando comparados os resultados obtidos no Panótico rápido e no MGG adaptado, houve uma grande diferença na qualidade da visualização celular. Embora eficiente para visualização geral das células, o panóptico rápido apresentou limitação na diferenciação das granulações intracitoplasmáticas, especialmente nos granulócitos, (figura13), Já o MGG Adaptado permitiu uma visualização mais satisfatória das granulações intracitoplasmáticas, facilitando a diferenciação entre eosinófilos e heterófilos.

Zebral (2011) e Camargo (2022) ao compararem os dois corantes também observaram variações nos padrões de coloração, onde o panóptico não permitiu uma diferenciação satisfatória da série leucocitária, os autores observaram uma melhor diferenciação dos eritrócitos e trombócitos no MGG.

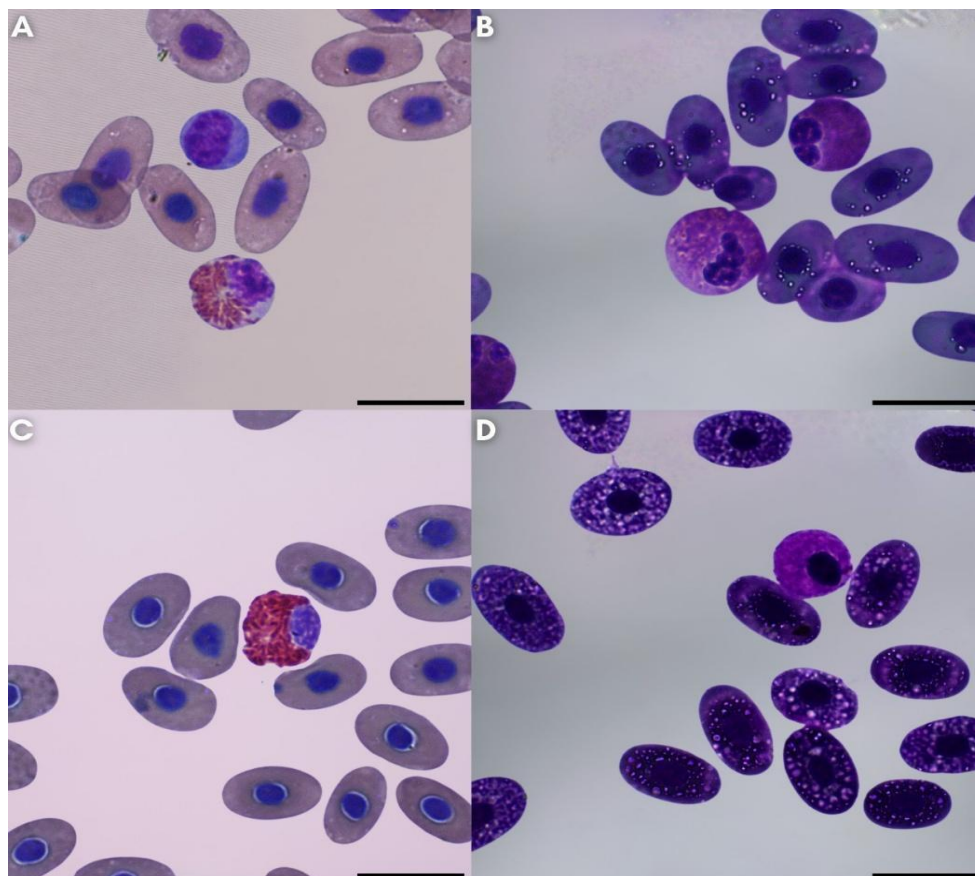
A escolha adequada da técnica de coloração utilizada para o processamento das amostras de quelônios é primordial para maior confiabilidade durante a leitura. Camargo (2022), justifica o uso do panóptico apenas quando o objetivo é a redução dos custos do processamento, uma vez que ele não permite a diferenciação das tonalidades entre núcleo e citoplasma, indicando para maior confiabilidade na liberação dos laudos, o uso do MayGrunwald- Giemsa.

Figura 12-Diferença de coloração panóptico rápido e MGG em distensões sanguíneas (100x). (A)* Heterófilo em *C. carbonaratus* (Jabuti-Piranga);(B)* Heterófilo em espécie *C. denticulatus* (Jabuti-Tinga).



Fonte: Canelas, 2026

Figura 13- Diferenciação de coloração (A) Heterófilo, linfócitos e eritrócitos de jabuti Tinga (*C. denticulatus*) corados no MGG adaptado (B) Heterófilo, eosinófilo e eritrócitos de Jabuti tinga (*C. denticulatus*) (C) Heterófilo de jabuti Piranga (*C. carbonarius*) corado no MGG adaptado (D) Heterófilo de jabuti Piranga (*C. carbonarius*) corado no panóptico, nota-se presença de vacuolizações nos eritrócitos decorrentes da interação do panóptico com o citoplasma da célula.



Fonte: Canelas, 2026

5.4 Morfologia

Os eritrócitos maduros, em todas as espécies apresentaram formato elipsoide com núcleo redondo, variando apenas o tamanho de espécie para espécie como observado na Figura 14, com citoplasma basofílico e cromatina densa, posicionado centralmente (Figura 14).

Bergamini (2011) e Nunes Júnior (2017) descreveram de forma semelhante, como células ovóides e nucleadas. Os eritrócitos maduros geralmente apresentam tamanho maior que a dos peixes e mamíferos e menor do que a de anfíbios, Stacy (2011) e Thrall et al. (2015) explicam que esta diferença de tamanho se dá por que estas células permanecem metabolicamente ativas, mantendo núcleo funcional e organelas intracelulares, o que aumenta o volume celular e reduz a relação superfície-volume, uma adaptação associada à menor taxa metabólica das espécies e à maior longevidade eritrocitária nesses animais.

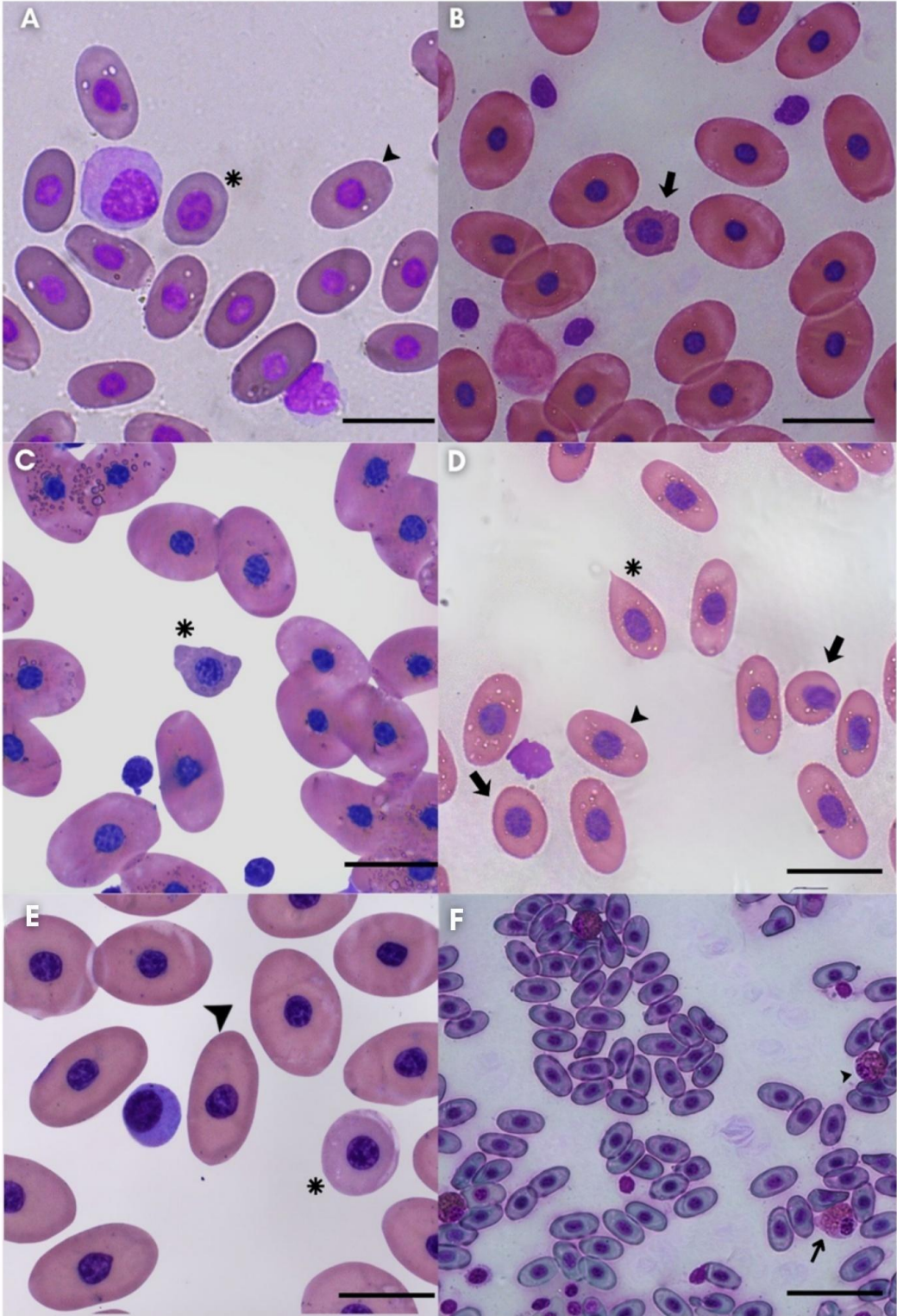
A margem nuclear dos répteis tende a ser mais irregular quando comparada à de aves, quando utilizado o corante de Wright® o citoplasma apresenta uma coloração mais alaranjada,

además, quando corada com panóptico é possível visualizar manchas como as encontradas na figura 13, devido a interação com o citoplasma (Campbell,2015).

Foram encontradas hemácias imaturas, estas são células grandes, apresentam formato arredondado e núcleo central com cromatina frouxa. Em todas as espécies estudadas foram encontrados eritrócitos imaturos, nas amostras de tartaruga da Amazônia e perema (Figura 14) estas células apresentaram o citoplasma pouco circunscrito e núcleo com cromatina densa, diferente das outras espécies que apresentaram núcleo com cromatina mais frouxa e citoplasma arredondado.

Os metarrubríctos encontrados são iguais as descritas por Campbell (2015), células ligeiramente irregulares, com núcleo sem aglomeração densa de cromatina das células maduras. Geralmente os eritrócitos imaturos tendem a parecer menores que as hemácias maduras, isso se dá pela sua forma esférica, diferente das outras que apresentam formato chato e elíptico.

Figura 14- Eritrócitos (A-E 100x MGG adaptado) (A) *Chelonoidis* sp. cabeça de seta: Eritrócito maduro * Metarrubricito (B) *Podocnemis expansa*. Células em campo eritrócitos maduros, seta: Metarrubricito (C) *Rhinoclemmys punctularia*, células em campo, eritrócitos maduros, * metarrubricito (D) *Kinosternon scorpioides*, Ponta de seta: Eritrócito maduro, seta: metarrubricito, * Dacriócito (E) *Podocnemis unifilis*. Ponta de seta eritrócito maduro, * metarrubricito. (F) Visão dos eritrócitos,célula predominante em campo, na objetiva de 40x coradas em MGG adaptado.



Fonte: Canelas, 2026

Os heterófilos (figura.15) apresentam núcleo polimorfonuclear ou mononuclear, de coloração roxa, citoplasma com grânulos alongados e fusiformes, o núcleo apresenta cromatina fina e frouxa, evidenciando os nucléolos.

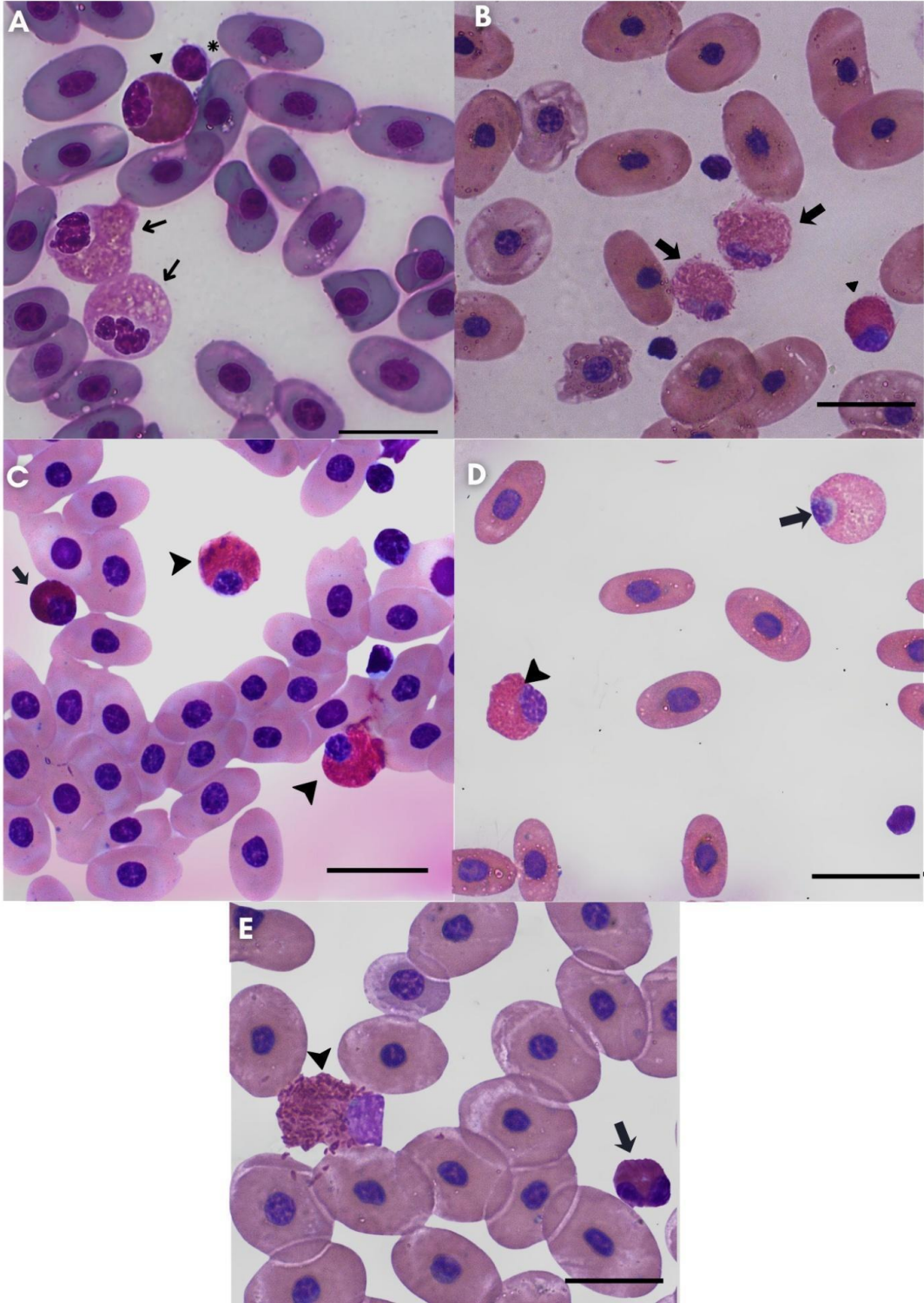
São as células mais abundantes e possuem a mesma função dos neutrófilos segmentados em mamíferos, Pinto (2017) descreve estas células como células de citoplasma incolor, repleto de grânulos fusiformes, eosinofílicos e refráteis, medindo cerca de 10-23 micrômetros. Estas células podem sofrer algumas alterações tóxicas quando submetidas a processos inflamatórios e agentes infecciosos.

A resposta inflamatória em répteis é mais lenta do que em mamíferos devido à dependência da temperatura corporal, o que faz com que a heterofilia persistente seja um dos achados laboratoriais mais importantes na avaliação clínica dessas espécies (Campbell, 2015, Thrall, 2015).

Os eosinófilos (figura.15) são células mononucleares com núcleo roxo deslocado para a extremidade do citoplasma, granulação arredondada grosseira, intensamente eosinofílica, rosa/laranjada., quando comparados ao heterófilos, apresentam tamanho menor. Pinto (2017) afirma que os eosinófilos nos répteis possuem entre 11-17 micrometros de dimensão, assim como que a coloração das granulações pode interagir com a coloração de Romanowsky mudando o padrão de cores.

Heterófilos e eosinófilos podem ser facilmente confundidos, no entanto, apresentam diferenças como a granulação intracitoplasmática, disposição de núcleo, tamanho e coloração, como observado na figura 15.

Figura 15: Heterófilos e eosinófilos (100x MGG adaptado) .(A) *Chelonoidissp.* cabeça de seta: Eosinófilo, Seta; Heterófilo(B) *Podocnemis expansa* . Cabeça de seta eosinófilo, seta: Heterófilo (C) *Rhinoclemmys punctularia*, seta: Eosinófilo, Cabeça de seta: Heterófilo (D) *Kinosternon scorpioides*, Ponta de seta: eosinófilo, seta: heterofilo, * Dacriócito (E) *Podocnemis unifilis*. Ponta de seta: Heterófilo, seta: Eosinófilo



Fonte: Canelas, 2026

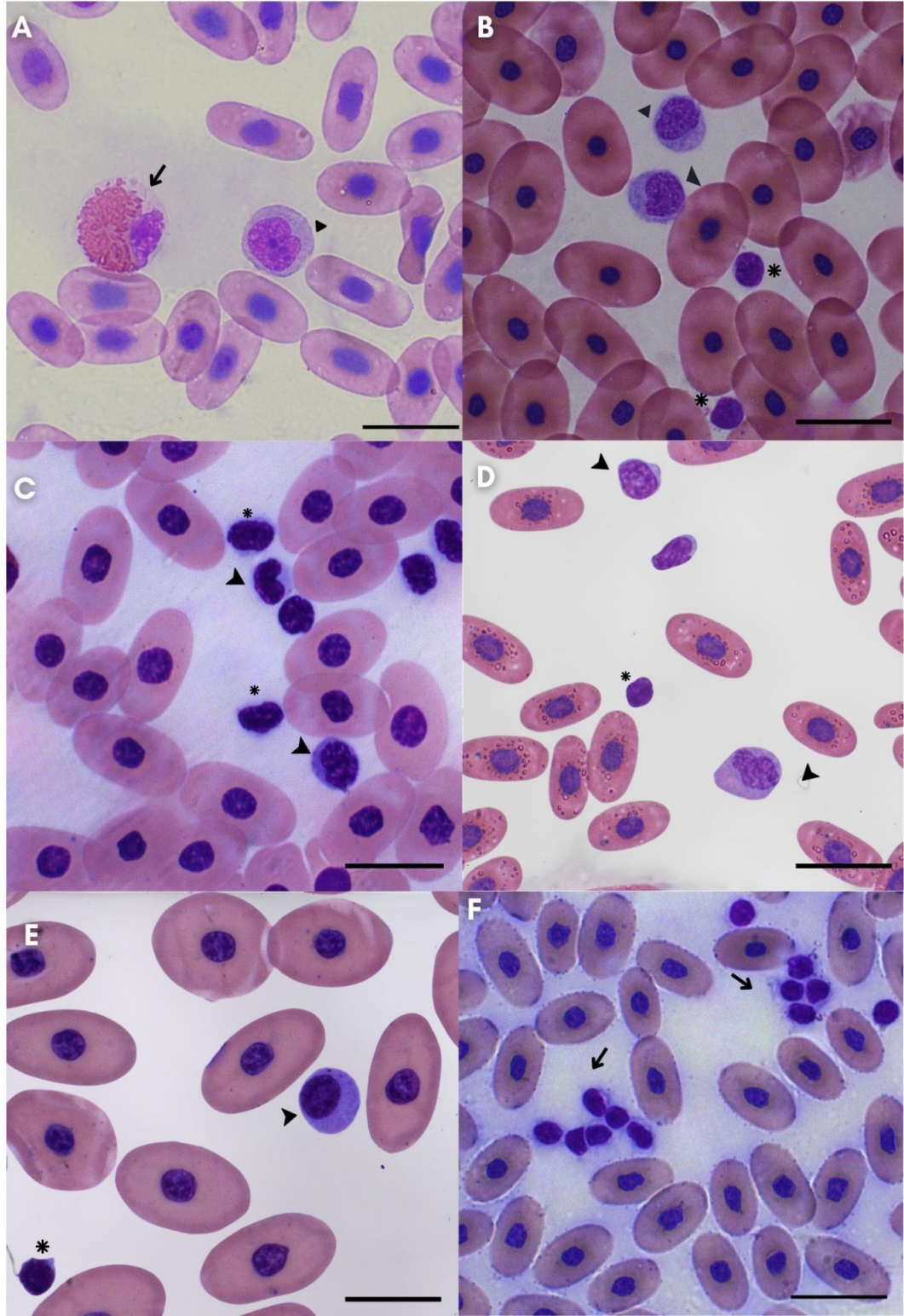
Os linfócitos, em todas as espécies estudadas se apresentaram como células arredondadas, com núcleo arredondado basofílico, citoplasma abundante e azulado ou roxo. Possuem alta relação núcleo citoplasma, sem vacúolos ou grânulos, assim como em outras espécies. De acordo com Camargo (2018), ocasionalmente podemos encontrar linfócitos reativos que são resposta à estímulos antigénicos.

São o segundo maior número de células circulantes na corrente sanguínea, o aumento do número destas células chama-se linfocitose e é de extrema importância para os répteis em casos de inflamação, cicatrização e doenças infecciosas (Thrall,2015).

Trombócitos (Fig. 16) são células redondas, com alta relação núcleo citoplasma, núcleos basofílicos, com morfologia muito semelhante aos linfócitos, podendo ser facilmente confundidas durante a contagem diferencial dos leucócitos. Segundo Campbell (2015) Os trombócitos dos répteis são polimórficos, podem variar entre formas elípticas e fusiformes e possuem um núcleo central e citoplasma claro, que ocasionalmente pode apresentar grânulos azurofílicos.

Apesar da função semelhante, os trombócitos diferente das plaquetas de mamíferos não são fragmentos do megacariócito, são células distintas da linhagem do tromboplasto, com origem medular. Durante a coleta os trombócitos costumam ser ativados, durante essa ativação é possível observar a formação de agregados, a utilização de heparina também favorece esse processo (Bounos, 2003; Sthall, 2006; Skyes 2008; Stacy, 2011; Trhall,2015).

Figura 16- Monócitos e linfócitos (A-F 100x MGG adaptado)(A) . *Chelonoidis* sp.cabeça de seta: Linfócito, seta: Heterófilo (B) *Podocnemis expansa*. Ponta de seta: Linfócito, * Trombócito(C *Rhinoclemmys punctularia*, Ponta de seta: Linfócito, * Trombócito (D) *Kinosternon scorpioides* Ponta de seta: Linfócito * Trombócito (E) *Podocnemis unifilis*: Ponta de seta: Linfócito, * Trombócito. (F) Agregados trombocitários de *Chelonoidis* sp em seta (100x)



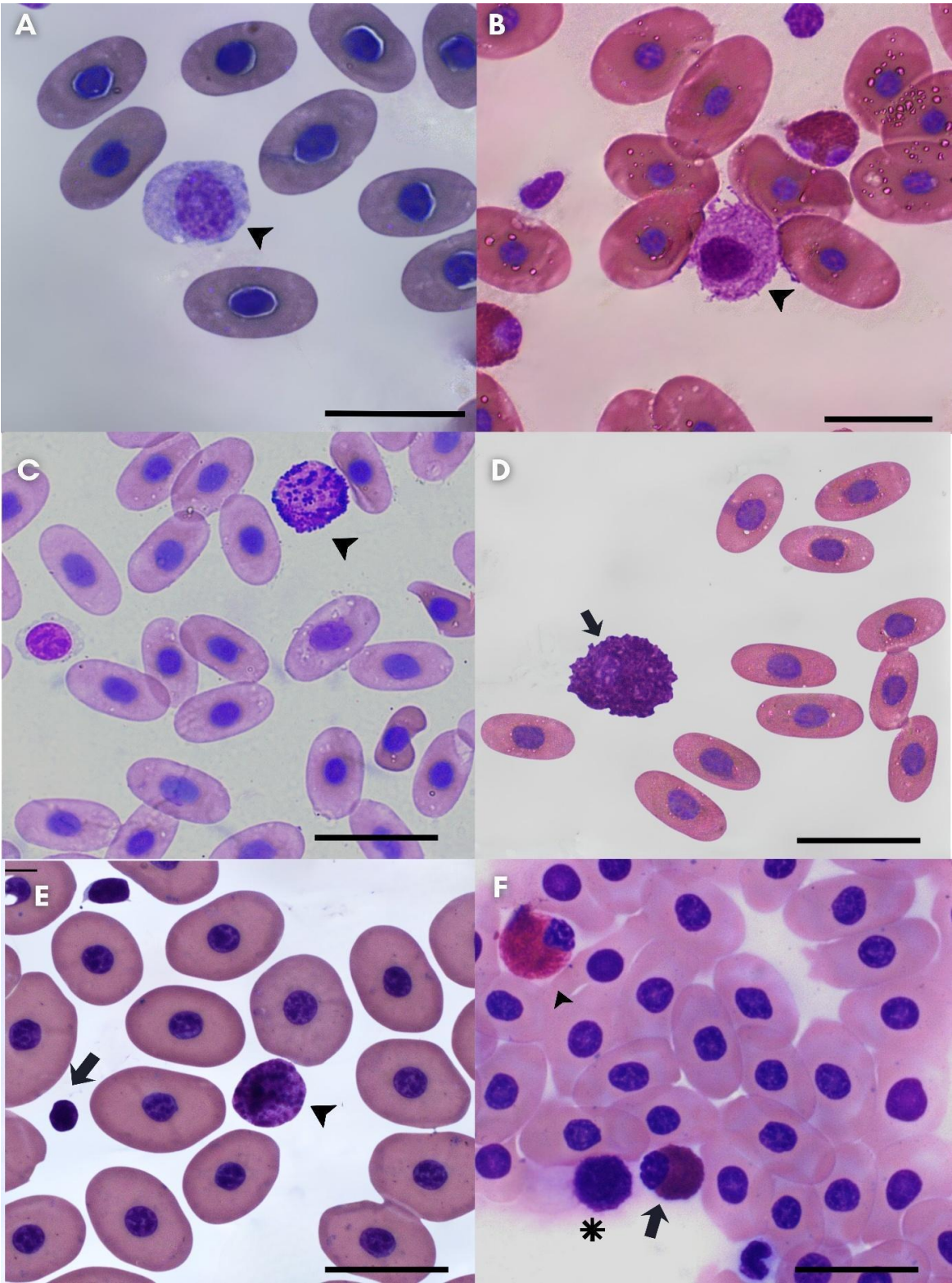
Fonte: Canelas, 2026

Os monócitos (Fig.17) são semelhantes aos linfócitos, no entanto, apresentam baixa relação núcleo citoplasma, apresentam núcleo com discreta bilobulação e vacualização. de formato que varia entre o arredondado e o amebóide. São as maiores células circulantes e podem apresentar material fagocitado. Os monócitos, a depender do estímulo enfrentado pelo organismo, variam muito em tamanho e formato, a despeito da pouca informação sobre seu papel na regulação da resposta inflamatória, sabe-se que os monócitos são constituintes importantes e a formação de granulomas e de células gigantes multinucleadas (Stacy,2011; Thrall, 2015)

O basófilo possui intensa granulação roxa/azulado, não sendo possível uma visualização clara do núcleo devido a metacromia dos grânulos intracitoplasmáticos. São cerca de 4% da contagem diferencial em quelônios, não foi possível a visualização em todas as espécies estudadas, Tartaruga da amazônia e tracajá não foram visualizados em estirado sanguíneo, provavelmente devido a baixa quantidade circulante.

Bounos, (2003) Skyes (2008) e Hurtado (2016) afirmam que os basófilos estão envolvidos no processamento de imunoglobulinas de superfície e liberação de histamina. São granulócitos pequenos, com granulação redonda basofílica e metacromática que podem camuflar o núcleo, centralmente localizado e monolobular.

Figura 17- (A-F 100xMGG adaptado) . (A) *Chelonoidis* sp. cabeça de seta: Monócito (B) *Podocnemis expansa*. Cabeça de seta: Monócito (C) *Rhinoclemmys punctularia*. Ponta de seta basófilo (D) *Kinosternon scorpioides*, seta: Basófilo (E) *Podocnemis unifilis* seta: Trombócito, Ponta de seta: Basófilo. (F) *Kinosternon scorpioides* Seta: Eosinófilo, Ponta de seta: Heterófilo, * Basófilo.



Fonte: Canelas, 2026

6. CONCLUSÃO

O sangue das seis espécies de quelônios estudados é constituído de eritrócitos, ocasionalmente metarrubríctos, heterófilos, eosinófilos, linfócitos, monócitos e trombócitos.

A morfologia das células sanguíneas das espécies estudadas apresentou grande semelhança, pequenas variações encontradas como tamanho e a interação das células com os corantes, constituem as particularidades de cada indivíduo, podendo variar de acordo com a alimentação e manejo, não interferindo na identificação morfológica das células.

O MayGrunwald- Giemsa demonstrou ser o mais indicado para coloração de quelônios quando comparado ao panóptico, uma vez que utilizando esta coloração as granulações ficam mais evidentes facilitando assim a identificação celular.

Os valores de hemograma e hemogasometria encontrados neste trabalho corroboraram com a literatura, ratificando a importância da avaliação ambiental e de manejo, não diferindo dos valores de referência já estabelecidos e acrescentando novos dados acerca dos quelônios da região Norte do Brasil.

7. REFERÊNCIAS

- ARRUDA, D. R. *Estudo da transfusão sanguínea em serpentes*. 2014. 73 f. Monografia (Programa de Aprimoramento Profissional – PAP) – São Paulo, 2014.
- BEHMER, O. A.; TOLOSA, E. M. C. *Manual de técnicas para histologia normal e patológica*. São Paulo: Edusp, 2003.
- BERGAMINI, B. C. S. *Valores hematológicos em Geochelone carbonaria (jabuti)*. 2011.
- BIOLÓGICAS, P. *Los leucocitos en mamíferos domésticos*. Mundo Pecuário, v. 2, n. 2, p. 37-39, 2006.
- BOUNOUS, D. I.; STEDMAN, N. L. Normal avian hematology: chicken and turkey. In: FELDMAN, B. F.; ZINKL, J. G.; JAIN, N. C. (ed.). *Schalm's veterinary hematology*. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.
- BURGGREN, W.; HAHN, C. E.; FOËX, P. Properties of blood oxygen transport in the turtle *Pseudemys scripta* and the tortoise *Testudo graeca*: effects of temperature, CO₂ and pH. *Respiratory Physiology*, v. 31, n. 1, p. 39-50, 1977.
- CAMARGO SCHÜTZLER, R. Estudo comparativo entre os métodos de coloração panótico rápido e Giemsa dentro de uma rotina laboratorial. *Revista de Extensão e Iniciação Científica da UNISOCIESC*, v. 9, n. 2, 2022. Disponível em: <https://dalfovo.com/ojs/index.php/reis/article/view/375>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- CAMPBELL, T. W. *Hematology: an issue of Veterinary Clinics of North America – Exotic Animal Practice*. St. Louis: Elsevier Health Sciences, 2014.
- CAMPOS DOS GOYTACAZES, R. J. F. N. C. *Ativação clássica aumenta macropinocitose e fagocitose de trombócitos de galinha in vitro*. 2022.
- CARVALHO PINTO, F. M. S.; HOLUM, S. B.; GONDIM, L. S. Q. Atlas virtual de hematologia comparada de aves mantidas sob cuidados humanos. *Seminário Estudantil de Produção Acadêmica*, v. 16, 2018.
- CARVALHO-ROCHA, V.; NECKEL-OLIVEIRA, S. *Anfíbios e répteis*. Urubici: Cinco Continentes Editora, 2021.
- CARPENTER, James W.; MARION, Chris. *Exotic Animal Formulary*. 5. ed. St. Louis: Elsevier, 2017.
- CASTRO, G. S. Influência da sazonalidade e do sexo na hematologia, na citoquímica e na bioquímica do estresse oxidativo e metabólico de *Chelonoidis carbonarius* (Spix, 1824), mantidos em cativeiro. 2020. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), São José do Rio Preto, 2020.
- COPETE-SIERRA, M. Aspectos generales de la evaluación hematológica en fauna silvestre y no convencional. In: *Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional*. 2013. p. 17-55.
- COSTA, H. C.; GUEDES, T. B.; BÉRNILS, R. S. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. *Herpetologia Brasileira*, v. 10, n. 3, p. 110-279, 2021.

DE MACÊDO, L. B. et al. A eritropoiese e o eritrograma: uma revisão. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 9, n. 4, p. 716-732, 2015.

DIAS, A. M.; MELICIANO, N. V.; COLATRELI, O. P. Levantamento de animais silvestres mantidos em ambiente doméstico no município de Coari/AM. *Revista Ensino, Saúde e Biotecnologia da Amazônia*, v. 1, n. esp., p. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/resbam/article/view/5613>. Acesso em: 9 jul. 2023.

DUNCAN, J. R.; PRASSE, K. W. *Patologia clínica veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982.

FREITAS, J. S. et al. Avaliação hemogasométrica em quelônios: parâmetros fisiológicos e interferências ambientais. *Journal of Wildlife Medicine*, 2024.

HURTADO, E. G. L. *Aspectos hematológicos de Hydromedusa maximiliani (Mikan, 1820) (Testudines, Chelidae) na Reserva Biológica Municipal Santa Cândida, Juiz de Fora, Minas Gerais*. 2018.

ICMBIO. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília: ICMBio, 2018.

KLEIN, K. et al. Blood lactate concentrations in eastern box turtles (*Terrapene carolina carolina*) following capture by a canine search team. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 2021.

LOPES, S. T. A.; BIONDO, A. W.; SANTOS, A. P. *Manual de patologia clínica veterinária*. Santa Maria: UFSM, 2007.

MACEDO, G. et al. Saúde e conservação dos animais silvestres na natureza. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Naturais*, v. 16, n. 3, p. 459-526, 2022.

MARTÍNEZ SILVESTRE, A.; CUENCA VALERA, R.; LAVÍN GONZÁLEZ, S. Hematología y citología sanguínea en reptiles. *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales*, v. 31, n. 3, 2011.

NUNES JÚNIOR, F. P. et al. *Hematologia e bioquímica sérica de Testudines continentais brasileiros em cativeiro*. 2017.

PINTO, F. F. *Hematologia em aves e répteis: atlas colorido*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Porto, Porto, 2017.

PINTO, F. F.; MARCOS, R. How heterogeneous can heterophils be? *Veterinary Clinical Pathology*, v. 47, n. 2, p. 179-180, 2018.

SILVA, J. C. R.; DIAS, J. L. C.; CUBAS, Z. S. *Tratado de animais selvagens*. São Paulo: Roca, 2006.

SILVA, M. N. *Hematologia veterinária*. Belém: EditAEDi, 2017. Disponível em: <http://www.multimidia.ufpa.br/jspui/handle/321654/2525>. Acesso em: 6 maio 2024.

STACY, N. I.; ALLEMAN, A. R.; SAYLER, K. A. Diagnostic hematology of reptiles. *Clinics in Laboratory Medicine*, v. 31, n. 1, p. 87-108, 2011.

SYKES, J. M.; KLAPHAKE, E. Reptile hematology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 18, n. 1, 2015.

THRALL, M. A. *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. São Paulo: Roca, 2007.

VILA, L. G. *Hematologia em aves: revisão de literatura*. 2013. Disponível em: <https://ufg.br>. Acesso em: 2013.

WASHINGTON, I. M.; VAN HOOSIER, G. Clinical biochemistry and hematology. In: *The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents*. Academic Press, 2012. p. 57-116.

WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. *Schalm's veterinary hematology*. 6. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2010.

WERTHER, K. Semiologia de animais silvestres. In: *Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico*. São Paulo: Roca, 2008. p. 655-718.

ZEBRAL, Yuri; ZAFALON-SILVA, Bruna; ROBALDO, Ricardo. Teste de corantes para análise e identificação de células sanguíneas em *Odontesthes bonariensis*. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20., 2011, Pelotas. Anais... Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2011. Disponível em: https://www2.ufpel.edu.br/cic/2011/anais/pdf/CB/CB_00778.pdf. Acesso em: 9 mar. 2026.

APÊNDICE
Apêndice 1: Proofing do Artigo submetido

For consideration in Veterinary Clinical Pathology

Page 1 of 13



Original Article
Hematological aspects of Chelonoidis sp.

Submission ID	d26f5ab7-7d8d-43cf-a7e4-24bdf7a6c7e8
Submission Version	Initial Submission
PDF Generation	12 Feb 2026 09:47:50 EST by Atypon ReX

Files for peer review

All files submitted by the author for peer review are listed below. Files that could not be converted to PDF are indicated; reviewers are able to access them online.

Name	Type of File	Size	Page
Hematological aspects of Chelonoidis sp Sem identificação.docx	Anonymized Main Document - MS Word	1.1 MB	Page 3
certificado.pdf	Additional File for Review but Not for Publication	155.9 KB	Page 13

Keywords: Amazon | Red-footed tortoise | Blood | Yellow-footed tortoise

Abstract: The hematological response of reptiles is notably more labile compared to that of endothermic animals, as external factors exert a significant influence, which can either inhibit or accelerate responses to diseases. Despite the clinical importance of blood counts for diagnosing diseases in reptiles, significant limitations persist in their analysis, such as the morphological variation of normal blood cells, which complicates identification of cellular alterations caused by stress or disease. Furthermore, the scarcity of studies focused on reptile species hinders accurate interpretation. Consequently, the execution and interpretation of hematological examinations of wild Amazonian fauna remain a major challenge. The objective of this research is to contribute to studies specifically focused on the hematology of *Chelonoidis carbonarius* and *Chelonoidis denticulatus* found in the Amazon region, in order to provide data that can facilitate the analysis and interpretation of blood counts in these species. Blood samples were obtained from the Emilio Goeldi Museum in Belém, collected in heparin tubes. The blood smears produced were subsequently stained with adapted May-Grünwald Giemsa and rapid panoptic stain for analysis and photomicrography. Complete blood counts and blood gas analysis were also performed. Tortoise blood is composed of the nucleated erythrocytes, thrombocytes, heterophils, eosinophils, basophils, lymphocytes, and monocytes, with metarubricytes being common in healthy individuals alongside frequent platelet aggregates. The hematological and blood gas analysis values found in this study corroborated previous literature, aligning with established reference values while contributing new data to the field.

Introduction

Laboratory tests are part of the clinical routine for domestic and wild animals (such as reptiles and birds). Among those routinely requested, hematological tests present some peculiarities, given that inadequate handling can cause stress, which can alter the samples' physiological state. Clinical evaluations of non-conventional pets should be performed out with caution, as the signs can be very nonspecific. These tests thus represent a valuable tool to aid in disease diagnosis [1,2].

In veterinary medicine, hematological investigation enables the study of blood cells through structural and functional analyses and the determination of their concentrations. Among these evaluations, the complete blood count (CBC) is the most frequently requested, as it provides a less invasive overview of the individual's overall health. The blood smear evaluation is considered the most critical component, since as it enables visualization of possible erythrocyte abnormalities, morphological changes in leukocytes, and the presence of inclusions and parasites [3,4].

In addition to the complete blood count, blood gas analysis serves as a valuable

diagnostic tool because many physiological changes are not detectable through simple clinical or hematological tests alone. This analysis reflects the exchange of oxygen and carbon dioxide in the lungs and provides important data since the relationship between these gases has a direct impact on the body's acid-base balance. Identifying abnormal blood gas levels can indicate underlying respiratory, metabolic, or renal disorders [5,].

Laboratory evaluation of reptiles typically involves blood counts and blood smear readings to assess erythrocytes, leukocytes, and thrombocytes in peripheral blood. The hematological response of reptiles is notably unstable compared to endothermic animals. External factors significantly influence and potentially inhibit or accelerate responses to diseases. Reptiles generally have nucleated red blood cells that are larger than those of birds and mammals [6, 7].

Despite the great importance of hematological tests for diagnosing diseases in these animals, major limitations remain in the analysis of these tests. These include substantial morphological variation of normal blood cells, which complicates identification of cellular changes induced by stress or disease, in addition to the paucity of species-specific studies, making interpretation even more complicated [3,8].

Given the challenges of performing and interpreting hematological tests on Amazonian wildlife due to the lack of specific studies in this area, the objective was to conduct specific studies focused on the morphology of blood cells in tortoises from the Amazon region in order to facilitate the analysis and interpretation of blood counts in these species.

Materials and methods Obtaining the samples

Blood samples were obtained from 10 individuals of each species, including males and females, juveniles and adults of *Chelonoidis carbonarius* and *Chelonoidis denticulatus*, from the Emílio Goeldi Museum located in Belém, collected between April and May 2025. For the collections, restraint was performed under the least possible stress, and the veins of the jugular, coccygeal, and subcarapacial regions were used for puncture, the latter being the most accessible vein. 1 mL and 3 mL syringes with 24G and 22G needles were used for collection, obtaining the appropriate volume for the species, respecting the maximum limit of 1% of body weight, varying between 0.25 mL and 0.5 mL.

Sample processing and analysis

Four blood smears were prepared from each sample without anticoagulant, immediately after collection. The samples were identified, stored in tubes containing heparin, and sent under refrigeration, to the Laboratory of Histology and Animal Embryology of the Federal Rural University of the Amazon (UFRA) and to partner laboratories for blood count analysis, which were performed by manual counting and review of blood smears, according to their standard operating procedure. Blood gas analysis was performed on 6 animals, 3 *C. carbonarius* and 3 *C. denticulatus*. The collection and analysis of the venous

blood sample were performed. on-site, using a Seamaty Blood Gas & Electrolyte Analyzer - Model VG1.

Samples with marked hemolysis, fibrin, and clots, or those stored for more than 48 hours, were rejected for blood count analysis to avoid interference from these pre-analytical errors in the results. For the evaluation of blood smears, 2 slides were stained using Panoptic Rapid® according to the standard protocol in the package insert, for 30 seconds per reagent; and 2 slides were stained using adapted May -Grünwald- Giemsa® (MGG). For the adapted MGG, the dilution was 63 drops of Giemsa to 50 mL of distilled water. After the samples were fixed and stained for 2 minutes in May -Grünwald, the slides were left in distilled water for one minute to avoid the accumulation of dye sediment. The slides were then immersed and washed again in distilled water, after which they were stained with diluted Giemsa for 20 minutes.

Leica DM2500 light microscope equipped with a DFC3120 FX digital camera and a Leica image acquisition system. The images were obtained using the LAS v4.4 application suite software and subsequently processed using image editing software (Adobe Photoshop® and CANVA). The results obtained from the blood count and blood gas analysis were tabulated using Microsoft Excel; the mean, highest and lowest sample sizes, and their standard deviations were then determined using the software.

Ethical aspects

This work was submitted to and approved by the Ethics Committee on the Use of Animals (CEUA) under number 2079030324 for obtaining a license to obtain and transport the biological samples used.

Results

The hematological parameters obtained in the blood tests performed in this research on *Chelonoidis carbonarius* and *Chelonoidis The results of the denticulatus* study are summarized in Table 1, along with results obtained from previous studies. Regarding the leukogram, a predominance of heterophils and lymphocytes was observed, a pattern already expected for the species. As for platelets, they presented elevated values, although these are still within the expected reference values for the species, and with frequent formation of platelet aggregates.

The results of the blood gas analyses for the two species studied are presented in Table 2, along with the results obtained from the literature.

The morphology of blood cells from both species showed significant similarity, although there was a difference in the interaction of the cells with the staining. In the adapted MGG, the species *C. carbonarius* showed cytoplasmic granulation of heterophils and eosinophils with more orange acidophilic tones, while in the species *C. denticulatus*, it showed more pinkish tones (Figure 1).

Heterophils were the most abundant cells and presented a polymorphonuclear or mononuclear nucleus, purple in color, and acidophilic cytoplasm with fine, loose, rounded granulation. Lymphocytes were rounded, with a basophilic rounded nucleus, abundant bluish or purple cytoplasm. They had a high nucleus-to-cytoplasm ratio and lacked vacuoles or granules. The basophil presented intense purple/bluish granulation, making a clear visualization of the nucleus impossible due to the metachromism of the intracytoplasmic granules.

The platelets were round and polymorphic, with a high nucleus-to-cytoplasm ratio, whose nuclei were central and basophilic, varying between elliptical and fusiform shapes, while the cytoplasm was clear, with occasional azurophilic granules. The monocytes were similar to lymphocytes, presenting a low nucleus-to-cytoplasm ratio, and a nucleus with slight bilobing and vacualization (Figure 2).

Mature erythrocytes presented an ellipsoid shape with a round, basophilic nucleus and dense centrally positioned chromatin. Immature cells were occasionally found in the peripheral Testudine blood. Immature red blood cells are large cells with a rounded shape and a central nucleus with loose chromatin (Figure 2). Eosinophils were mononuclear, with a purple nucleus displaced to the edge of the cytoplasm, coarse rounded granulation, intensely eosinophilic, with a pinkish to orange hue; when compared to heterophils, they were smaller in size.

Discussion

The results obtained in Table 1 generally presented the average values of red blood cells, hemoglobin, and hematocrit observed for *Chelonoidis* sp. within the reference values already established in previous literature by Carpenter & Marion [9], Romero-Mera [10] and Cabrera [11]. The results of the erythrocyte

indices (MCV, MCH and MCHC) showed wide variation, a common characteristic in reptiles, especially in Testudines, due to factors such as age, seasonality, nutritional status and environmental conditions.

The leukogram also corroborated the aforementioned authors, showing a slightly above-average circulating quantity of heterophils, which nonetheless are still within the reference values. This can be explained by the ambient temperature. Bergamini [12] states that these cells are more frequent in the summer, thus justifying their predominance in the leukogram since the Amazon region has high temperatures throughout the year. The platelet count can vary considerably, as seen in Table 1. This is due to the high degree of polymorphism of this cell, which, according to Bergamini[12], occurs through manipulation during collection, causing the cell to lose cytoplasm, adhering to fibrin filaments and forming platelet aggregates, which makes counting difficult.

Blood gas analysis results showed average pH, bicarbonate, pCO_2 , and pO_2 values consistent with the ectothermic metabolism of reptiles, evidencing an acid-base physiology distinct from that observed in endothermic animals. Silva et al. [5] emphasize that pH can vary according to temperature variations between the environment and the individual. The cSO_2 concentration found in this study was lower than that found by Silva et al [5]; however, this variation is proportionally linked to the number of red blood cells in the individual. Lactate concentration showed moderate variation, which, according to Molinaro et al. [13], may reflect the physiological response to handling and restraint during collection, an aspect widely discussed in the literature as an interfering factor in the gasometric parameters of reptiles. Glucose obtained higher values than those found in the work of Silva et al. [5]. However, in this study, the samples were collected a few hours after eating, i.e., without fasting, whereas in the aforementioned authors' work this information is not available. The electrolytes evaluated showed slight variation.

Silva et al. [5] state that there are no significant differences when comparing blood gas analysis results between males and females. Taking this into account, the results of this research were compiled, and averages were calculated for the both sexes of the two species studied.

Chelonian red blood cells are morphologically similar to cells of other vertebrate groups, such as birds, amphibians, and fish; they are nucleated, ovoid cells with a central nucleus and dense chromatin. Compared to mammalian red blood cells, they are larger. Immature erythrocytes have a rounded cytoplasm and looser chromatin. These cells are commonly found in peripheral blood, especially in young animals. Erythropoiesis in these animals occurs mainly in the intramedullary space; however, the spleen and liver are considered important secondary hematopoietic sites.

The lifespan of red blood cells can vary from 400-600 days, which means that finding binucleated erythrocytes with mitotic figures in peripheral circulation is considered a physiological response, especially in anemic animals. The function of this cell is similar to that of all other species. It is responsible for tissue oxygenation by means of hemoglobin tetramers present in the cytoplasm that transport oxygen and carbon dioxide [6, 13, 14, 15].

Testudine leukocytes are divided into granulocytes (heterophils, eosinophils, and basophils) and agranulocytes (lymphocytes and monocytes). When compared to other reptiles, they present differences in granule morphology and cytochemical staining patterns. Heterophils are the most numerous circulating cells, with a function is equivalent to segmented neutrophils in mammals. They have prominent spindle-shaped pinkish-orange granules abundantly distributed in the cytoplasm. The nucleus is generally round and eccentric and may be bilobed, depending on the stage of maturation. As with neutrophils, some toxic

alterations can be found, such as cytoplasmic basophilia, abnormal granules, and vacuolization. Degranulation can also be observed; however, it can also be mistaken for a technical artifact [16, 13]

Eosinophils are similar to heterophils, albeit slightly smaller, with an eccentric monolobular nucleus and spherical granulation stained with eosinophilic pigmentation. They constitute approximately 7% to 20% of circulating cells, and their function is to act against parasitic infections and allergic processes. The function of eosinophils is not well established in other species such as snakes and reptiles; however, in chelonians, both their morphology and function are well established. Basophils are involved in the processing of surface immunoglobulins and histamine release. They are small granulocytes with round, basophilic, and metachromatic granulation that can camouflage the centrally located, monolobular nucleus [17,18,16, 13].

Monocytes comprise approximately 10% of circulating leukocytes, are responsible for phagocytosis, are the largest leukocytes, possess abundant cytoplasm with a shape that varies between rounded and amoeboid, slightly bluish and may contain fine granules, the nucleus is generally oval with loose and pale chromatin, when compared to the lymphocyte. Some factors can alter the normal morphology of *Chelonoidis* sp. blood cells, such as seasonality (due to temperature and environmental changes that directly influence food availability), age, sex, and hematological disorders, these factors directly influence the availability of these cells and their morphology [6,18,19,21].

According to Stacy [13], one of the greatest difficulties in the differential reading of tortoise leukocytes can be considered the differentiation between lymphocytes and thrombocytes. Both have similar morphology; however, lymphocytes have a larger diameter, slightly bluish and scarce cytoplasm, and are generally associated with inflammatory processes, scarring, and viral diseases. Although these cells are not present in large circulating numbers in testudines, in reptiles that molt, such as lizards, it is common to find them in high concentrations.[20]

Thrall [6] describes thrombocytes as smaller than red blood cells, with an ellipsoid shape, a central oval nucleus with a bluish color, and slightly blue cytoplasm, which may be colorless. Despite their similar function, thrombocytes, unlike mammalian platelets, are not fragments of megakaryocytes, but instead are distinct cells of the thromboplast lineage, originating from the bone marrow. During collection, thrombocytes are usually activated, and during this activation, the formation of aggregates can be observed. The use of heparin also favors this process [18,13,16,4].

Conclusion

There were no differences in blood cell morphology among the species studied. The May - Grünwald - Giemsa stain proved to be more efficient compared to the panoptic stain, since the granules are more evident, thus facilitating cell identification. The blood count and blood gas analysis values found in this work corroborated previous literature, not differing from established reference values and adding new data about turtles from the Northern region of Brazil.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Veterinary Laboratory Animavet for providing some of the samples used in this research and Animal Histology and Embryology of the Institute of Animal Health and Production of the Federal Rural University of the Amazon – UFRA, Belém campus, Pará state, Brazil, for the following work. This study is part of the master thesis of Vitória Luciana Paiva Canelas, developed for

the Graduate Program in Animal Health and Production in the Amazon – PPGSPAA, in Health and Environment, at the Institute of Animal Health and Production of the Federal University Rural Amazon – UFRA, with a grant from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – CAPES by the Brazilian Ministry of Education. And to the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) to Elane Guerreiro Giese (PQ304593/2023-0).

Table 1: Blood count results for *Chelonoidis* sp. Average (Highest-Lowest), in comparison to previous literature.

	Canelas et al. (2025)	Carpenter & Marion [9]	Romero-Mera [10]	Cabrera et al. [11]
	<i>Chelonoidis</i> sp.	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	<i>Chelonoidis carbonarius</i>	<i>Chelonoidis denticulatus</i>
Red blood cells (x10 ⁶ /μL)	0.55 (0.6-0.52)	0.46 (0.14-0.19)	0.35 (0.12-0.79)	0.44 (0.17-0.85)
Hemoglobin (g/dL)	7.41(7.0-7.8)	7.5 (7-7.9)	7.6 (3.76-9.20)	7.0 (3.1-12.2)
Hematocrit (%)	24.5% (22-27)	25% (6-38)	23.4 (11.00-28.00)	20.3 (11.00-29.00)
VCM (fl L)	445 (474-423)	482 (22-940)	782 (343-1393)	502 (1253-1000)
HCM (pg)	135 (129-142)	136 (123-149)	254 (117-460)	171.4 (81-408)
CHCM (g/ dL)	30.5 (29-32)	31 (29-32)	32.8 (25.9-38.1)	34.1 (26-45.2)
Leukocytes	2.177 (1.507-3.015)	6.510 (1150)	9.450 (2.800-14.00)	7,820 (2,640-18,260)
Basophils	9% /210 (0.08/210.6)	92	0.94%/0.08 (0-0.2)	1.5% (0-11)
Eosinophils	1%/12 (0.02/24.03)	170	4.6% / 0.42 (0-1.12)	15.8 % (3-38)
Lymphocytes	19%/438 (0.07/302.18)	1,890	51.6% / 4.83 (1.4-8.3)	25.5% (4-74)
Monocytes	19%/203 (0.07/367)	160	0.81% / 0.07 (0-0.24)	0.4% (0-4)
Heterophiles	59% /1.313(0.29/825)	1,670 (20-580)	41.8% / 4.06 (0.73-8.12)	55.6% (9-87)
Platelets	107,000 (716)	-	152,000 (80.00-309,000)	-

Source: Canelas et al. (2025).

Table 2: Blood gas analysis results for *Chelonoidis* sp.

Canelas et al. (2026) Silva et al. [5]

	<i>Chelonoidis</i> sp.	<i>Chelonoidis carbonarius</i>
pH	7.32 (0.11)	7.43 (1.6)
AG mmol/L	5.83 (3.97)	-
BE(b) mmol/L	-1.95(1.38)	-4.25(-2)
BE (ecf) mmol/L	0.08 (4.31)	-
cHCO ₃ ⁻ mmol/L	26.07 (3.28)	22.47 (3.38)
cHgb g/dL	5.63(1.22)	-
cSO ₂ %	80.3 (0.1)	91.87 (4.7)
tCO ₂	27.62 (3.34)	23.57 (3.26)
mmol/L Hct	15.67 (5.68)	-
%PCV	52.5 (12.9)	66.25 (4.24)
pO ₂ mmHg	72.83 (17.17) *	45.57 (7.57)
Glucose mg/	3.03 (2.6)	-
dL Lactate	4.82 (0.48)	3.34 (0.29)
mmol/L K ⁺	1.24 (0.12)	1.17 (0.26)
mmol/L Ca ²⁺	127.28 (4.79)	126.71 (0.6)
mmol/L Na ⁺	95.18 (3.5)	-
mmol/L		
Cl ⁻ mmol/L		
pCO ₂ mmHg	50.7 (11.99)	33.39 (4.39)

*Glucose levels may vary depending on the specimen’s fasting period.

Source: Canelas et al. (2025).

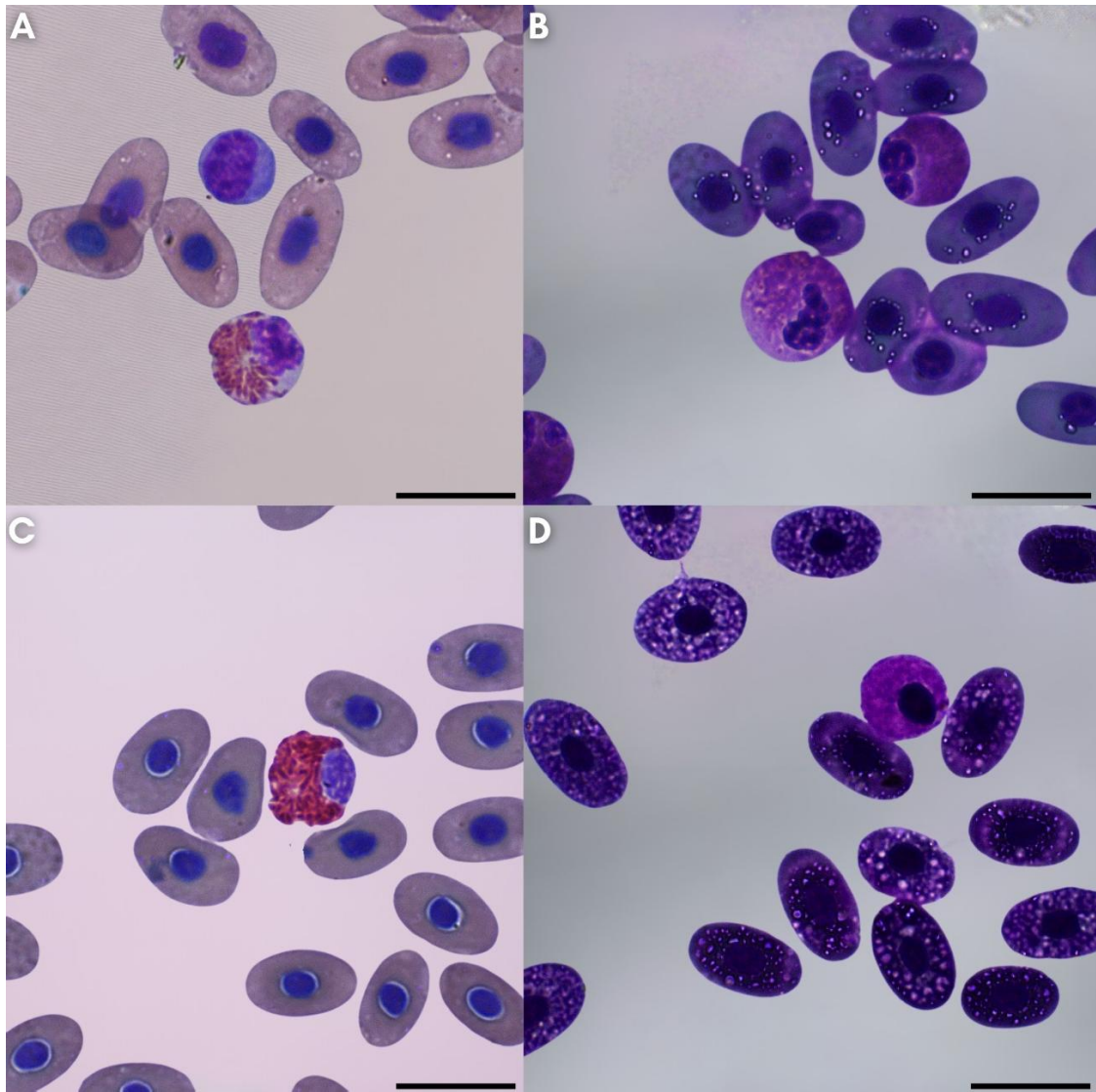


Figure 1: Differences in staining. (A) Heterophil, lymphocytes and erythrocytes of *C. denticulatus* colored in adapted MGG. (B) Heterophil, eosinophil and erythrocytes of *C. denticulatus* stained in panoptic stain. (C) Heterophil of *C. carbonarius* colored in the adapted MGG. (D) Heterophile of *C. carbonarius* Stained in panoptic stain. 100x (20 μ m). **Source:** Canelas et al. (2025).

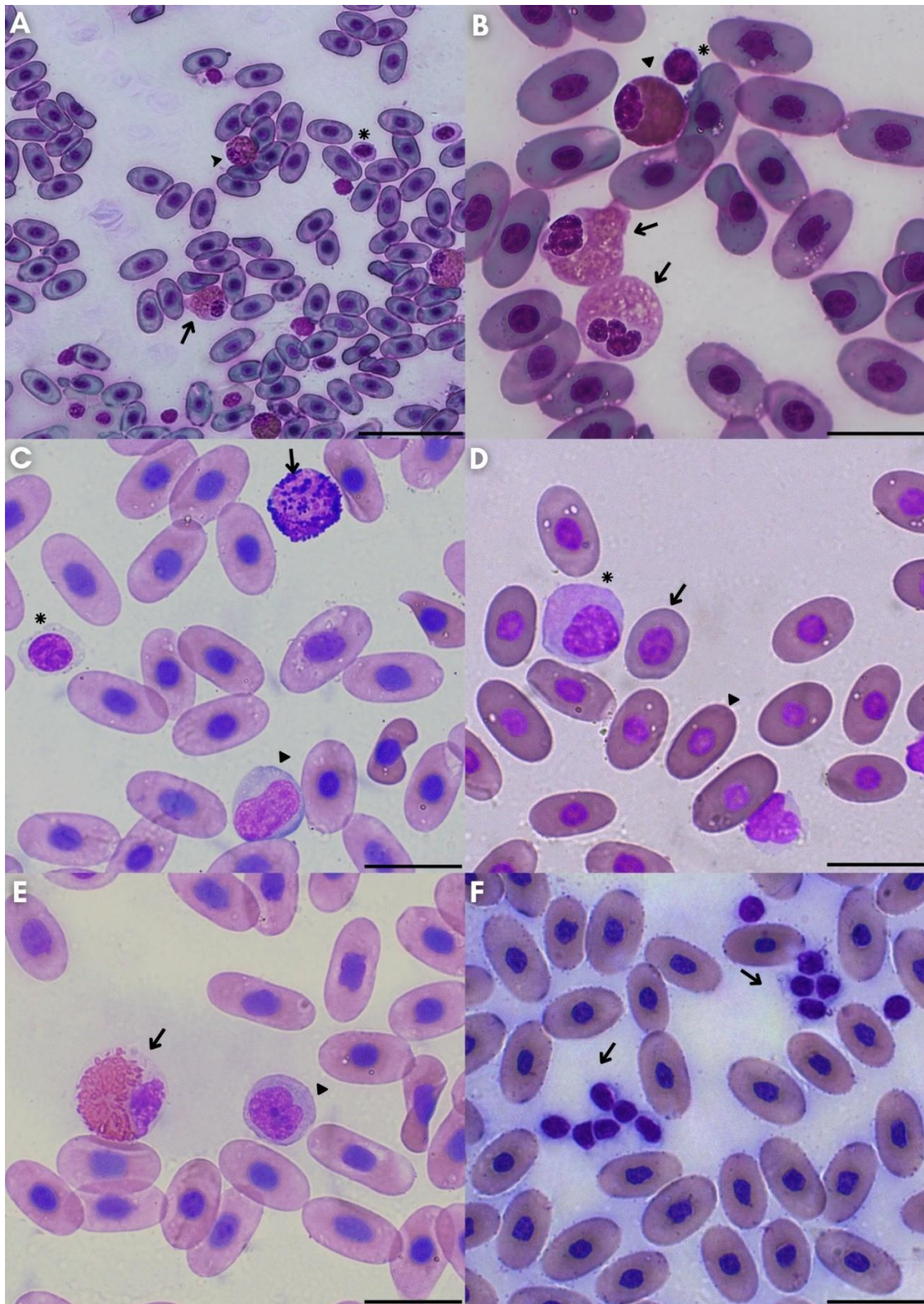


Figure 2: (A) mature erythrocyte, * platelet, arrow heterophil Arrowhead eosinophil. 40x (B) Arrowhead eosinophil, arrowhead heterophil, * platelet (C) Arrowhead basophil, arrowhead monocyte, * platelet (D) Arrowhead mature erythrocyte, arrowhead a metarubricyte and * a lymphocyte (E) Arrowhead lymphocyte, arrowhead heterophil (F) Platelet aggregate. 100x (20 μ m) **Source:** Canelas et al. (2025)

References

1. Werther K. *Semiology of wild animals*. In: *Veterinary Semiology: The Art of Diagnosis*. São Paulo: Roca; 2008. p. 655–718.
2. Macedo G, Herrera H, Jansen A, Oliveira C, Rocha F, Porfírio G. Health and conservation of wild animals in nature. *Bol Mus Para Emílio Goeldi Cienc Nat*. 2022;16(3):459–526. <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i3.806>
3. Copete-Sierra M. General aspects of hematological evaluation in wild and non-conventional fauna. In: *Proceedings of the International Conference on Medicine and Use of Wild, Exotic and Non-Conventional Fauna*; 2013. p. 17–55.
4. Campbell TW. Hematology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2014.
5. Silva La Rocca de Freitas S, et al. Venous blood gases and electrolyte values of captive red-footed tortoises (*Chelonoidis carbonarius*). *PLOS ONE*. 2024. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0299451>
6. Thrall MA, et al. *Veterinary Hematology and Clinical Biochemistry*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2015. p. 594–625.
7. Da Silva LR, et al. Development of a captive breeding system for Amazon river turtles. *Forum for the Integration of Teaching, Research, Extension and Technological Innovation of IFRR*; 2018.
8. Carvalho Pinto FMS, Holum SB, Gondim LSQ. Atlas Virtual de Hematologia Comparada de Aves Mantidas Sob Cuidados Humano. *Seminário Estudantil de Produção Acadêmica*. 2018;16.
9. Carpenter JW, Marion C. *Exotic Animal Formulary*. 4th ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2017.
10. Romero-Mera A, López-Flores AM. Hematological values of captive red-footed tortoises. *Rev Amaz Vet Zootec*. 2023. <https://doi.org/10.51252/revza.v3i2.505>
11. Cabrera M, et al. Hematological values of turtles maintained in captivity. *Rev Investig Vet Perú*. 2011.
12. Bergamini BCS. Seasonal variation of hematological and biochemical parameters of the red-footed tortoise (*Chelonoidis carbonaria*). Dissertation (MSc in Veterinary Medicine). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2016. 156 p. Available from: <https://repositorio.unesp.br>
13. Molinaro HG, et al. Use of blood lactate in assessment of manual capture techniques of zoo-housed crocodilians. *Animals*. 2022;12(4):485. <https://doi.org/10.3390/ani12040485>
14. Nardini G, Leopardi S, Bielli M. Clinical hematology in reptile species. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2012.11.002>
15. Arruda DR. Study of blood transfusion in snakes. Academic Work; 2014. Available from: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2014/ses-32111/ses-32111-5525.pdf>
16. Sykes JM IV, Klaphake E. Reptile hematology. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.03.005>
17. Bounous DI. Avian and reptile hematology. In: *Avian and Exotic Animal Hematology and Cytology*. Ames: Iowa State Press; 2003.
18. Stahl SJ. Reptile hematology and serum chemistry. 2nd ed. St. Louis: Saunders Elsevier; 2006. p. 822–

19. Salera Junior G, Malvásio A, Portelinha TCG. Evaluation of *Podocnemis expansa* and *Podocnemis unifilis* predation in the Javaés River, Tocantins. *Acta Amazonica*. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000100022>
20. Tavares-Dias M, et al. Properties of the blood of free-living *Podocnemis* species in the Amazon. In: *Fish Physiology and Biochemistry*. Maringá: Massoni; 2012. p. 195–220.
21. Anderson ET, et al. The effects of feeding on hematological and plasma biochemical profiles in green (*Chelonia mydas*) and Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) sea turtles. *Vet Med Int*. 2011;2011:890829. <https://doi.org/10.4061/2011/890829>



Comissão de Ética no
Uso de Animais CEUA/UFRA



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "HEMATOLOGIA DE ANIMAIS SILVESTRES DA FAUNA AMAZÔNICA: Facilitando o Aprendizado na Medicina Veterinária", protocolada sob o CEUA nº 2079030324 (IB 0006731), sob a responsabilidade de **Elane Guerreiro Giese** e equipe; **VITÓRIA LUCIANA PAIVA CANELAS** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilho Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia (CEUA/UFRA) na reunião de 03/05/2024.

We certify that the proposal "HEMATOLOGY OF AMAZONIAN WILD ANIMALS: Facilitating Learning in Veterinary Medicine", utilizing 50 Non-Brazilian wild species (males and females), protocol number CEUA 2079030324 (IB 0006731), under the responsibility of **Elane Guerreiro Giese** and team; **VITÓRIA LUCIANA PAIVA CANELAS** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal Rural University of Amazonia (CEUA/UFRA) in the meeting of 05/03/2024.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de [06/2024](#) a [08/2025](#) Área: [Medicina Veterinária](#)

Origem: [Não aplicável biotério](#)

Espécie: [Espécies silvestres não brasileiras](#)

sexo: [Machos e Fêmeas](#)

idade: [0 a 10 anos](#)

N: [50](#)

Linhagem: [variadas](#)

Peso: [001 a 30 kg](#)

Registro IBAMA/Sisbio/Etc: [Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO Licença permanente para coleta de material zoológico Número: 68028-4 Data da Emissão: 18/05/2022 07:46:15 Data da Revalidação*: 01/02/2023](#)

Método de Captura: [Não se aplica](#)

Local do experimento: [Laboratório de Histologia e Embriologia Animal, Laboratório Animavet](#)

Belém, 12 de fevereiro de 2026

PORTARIA Nº 643/2023 - REITORIA
CEUA/UFRA

Profa. Dra. Ágatha Rossanni Alves Damasceno
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal Rural da Amazônia

PORTARIA Nº 643/2023 - REITORIA
CEUA/UFRA

Profa. Dra. Alanna do Socorro Lima da Silva
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal Rural da Amazônia

ANEXOS

Anexo 1: Certificado de aprovação da CEUA-UFRA



Comissão de Ética no
Uso de Animais CEUA/UFRA



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "HEMATOLOGIA DE ANIMAIS SILVESTRES DA FAUNA AMAZÔNICA: Facilitando o Aprendizado na Medicina Veterinária", protocolada sob o CEUA nº 2079030324 (ID 0006731), sob a responsabilidade de **Elane Guerreiro Giese e equipe**; **VITÓRIA LUCIANA PAIVA CANELAS** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia (CEUA/UFRA) na reunião de 03/05/2024.

We certify that the proposal "HEMATOLOGY OF AMAZONIAN WILD ANIMALS: Facilitating Learning in Veterinary Medicine", utilizing 50 Non-Brazilian wild species (males and females), protocol number CEUA 2079030324 (ID 0006731), under the responsibility of **Elane Guerreiro Giese and team**; **VITÓRIA LUCIANA PAIVA CANELAS** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal Rural University of Amazonia (CEUA/UFRA) in the meeting of 05/03/2024.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de [06/2024](#) a [08/2025](#) Área: [Medicina Veterinária](#)

Origem: [Não aplicável biotério](#)

Espécie: [Espécies silvestres não brasileiras](#)

sexo: [Machos e Fêmeas](#)

idade: [0 a 10 anos](#)

N: [50](#)

Linhagem: [variadas](#)

Peso: [001 a 30 kg](#)

Registro IBAMA/Sisbio/Etc: [Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO Licença permanente para coleta de material zoológico Número: 68028-4 Data da Emissão: 18/05/2022 07:46:15 Data da Revalidação*: 01/02/2023](#)

Método de Captura: [Não se aplica](#)

Local do experimento: [Laboratório de Histologia e Embriologia Animal, Laboratório Ánimavet](#)

Belém, 12 de fevereiro de 2026

PORTARIA Nº 643/2023 - REITORIA
CEUA/UFRA

Profa. Dra. Ágatha Rossanni Alves Damasceno
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal Rural da Amazônia

PORTARIA Nº 643/2023 - REITORIA
CEUA/UFRA

Profa. Dra. Alanna do Socorro Lima da Silva
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal Rural da Amazônia