









<https://doi.org/10.31533/pubvet.v18n02e1554>

Hemólise em amostras sanguíneas: Confiabilidade do resultado para procedimentos clínico-cirúrgicos

Mayara Cristina Stumm^{1*}, Falcão Sodré Black¹, Felipe Luiz Marques Vuicik¹, Ana Júlia Pereira de Melo¹, Eduarda Dalmolin dos Santos¹, Pâmela Maran Korpalski¹, Thainá Simões Giordani², Paulo Henrique Braz³

¹Discente do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brasil.

²Médica Veterinária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brasil.

³Docente do Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência, E-mail: mayara.stumm@estudante.uffs.edu.br.

Resumo. A hemólise é um dos interferentes que pode limitar os resultados de diversos exames bioquímicos. O presente estudo buscou avaliar a interferência da hemólise na confiabilidade de exames bioquímicos em procedimentos clínico-cirúrgicos na rotina hospitalar veterinária. A metodologia foi realizada de forma retrospectiva, a partir da análise dos prontuários de animais atendidos na Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária (SUHVU) da Universidade Federal da Fronteira, *Campus* Realeza, Paraná. O período foi de janeiro de 2020 a dezembro de 2022, incluindo os resultados dos exames realizados no laboratório de Análises Clínicas Veterinária sendo eles: a determinação sérica de proteínas totais, albumina, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gama glutamil transferase (GGT), creatinina e ureia. Com base nos resultados dos bioquímicos, os animais foram divididos em três grupos de acordo com o grau de hemólise visualizada no soro: hemólise discreta (HD), hemólise moderada (HM) e hemólise intensa (HI). O grupo controle (GC) foi determinado pelos valores de referência dos bioquímicos conforme a espécie. Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e analisados pelo teste de correlação Pearson (*p*). A hemólise predominante foi a discreta. Em caninos, independente do grau, não afetou os bioquímicos analisados em relação aos valores de referência das médias para a espécie. Isoladamente, a maioria das dosagens se elevaram. Em felinos, as alterações foram mais significativas em relação à média do grupo, sendo a FA a enzima com a maior variação, não condizente com a elevação da hemólise. Nenhum dos parâmetros teve correlação forte de interferência entre as hemólises, apenas moderada negativa e positiva na FA e ureia.

Palavras-chave: Análises clínicas, laboratório, patologia clínica veterinária, sangue

Hemolysis in blood samples: Reliability of results for clinical-surgical procedures

Abstract. Hemolysis is one of the interfering factors that can limit the results of various biochemical tests, and this study aimed to assess the interference of hemolysis in the reliability of biochemical tests conducted in clinical-surgical procedures in the veterinary hospital routine. The methodology was retrospective, based on the analysis of records of animals treated at the Veterinary Hospital Unit (SUHVU) of the Federal University of Fronteira, *Campus* Realeza (Paraná) from January of 2020 to December of 2022. The tests conducted in the Veterinary Clinical Analysis laboratory included serum determination of total proteins, albumin, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), gamma-glutamyl transferase (GGT), creatinine and urea. Based on the biochemical results, animals were divided into three groups according to the degree of hemolysis observed in the serum: mild hemolysis (HD); moderate hemolysis

(HM) and intense hemolysis (HI). The control group (GC) was determined based on reference values specific to the species. Data were tabulated in spreadsheets and analyzed using Pearson's correlation test (p). Mild hemolysis was predominant and, in dogs, did not affect the analyzed biochemical values in comparison to the reference averages for the species, regardless of the degree. Isolated, most measurements increased. In cats, changes were more significant concerning the group average, with ALP showing the greatest variation, not consistent with the elevation of hemolysis. None of the parameters had a strong correlation of interference between hemolyses, only moderate negative and positive correlations in ALP and urea.

Keywords: Blood, clinical analysis, laboratory, veterinary clinical pathology

Introdução

Uma das interferências encontradas nas amostras sanguíneas é a hemólise, que pode ocorrer de duas maneiras distintas: *in vivo* e *in vitro* (Falbo et al., 2005; Ferreira et al., 2022; Souza & Falbo, 2020). *In vivo*, no organismo animal, por motivos relacionados ao estado clínico-patológico do paciente, em decorrência de anemias hemolíticas causadas por anormalidades estruturais da hemoglobina, dos eritrócitos, ou por causas extrínsecas como parasitas e medicamentos. Por outro lado, a hemólise *in vitro* é resultante de falhas na coleta sanguínea, transporte, armazenagem e processamento (Diaz-Gonzalez & Silva, 2017; Silva et al., 2017).

A hemólise é um fator limitante nas análises bioquímicas do sangue, sendo capaz de gerar falhas que afetam a determinação do diagnóstico clínico (Morais et al., 2018). Dessa maneira, o objetivo do presente estudo consistiu em analisar a interferência da hemólise no perfil bioquímico de cães e gatos, diante da rotina clínica-cirúrgica de atendimentos da SUHVU, no período de 2020 a 2022.

Material e métodos

O estudo foi realizado de forma retrospectiva, com base na análise e seleção dos prontuários que apresentaram algum grau de hemólise nas amostras sanguíneas de cães e gatos hígidos, sem nenhum histórico de doença, medicação ou alteração nos parâmetros hematológicos que pudessem causar hemólise na amostra. Foram incluídos os exames bioquímicos realizados no laboratório de análises clínicas veterinária da Superintendência Unidade Hospitalar Veterinária da Universidade Federal da Fronteira, Campus Realeza, Paraná, no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022. Com base no histórico desses exames, foram realizadas classificações de acordo com o grau de hemólise visualizado no soro das amostras e a relação de interferência da hemólise com os exames bioquímicos. A classificação foi por escala visual, dividida em quatro grupos: Hemólise discreta (HD), Hemólise moderada (HM), Hemólise intensa (HI) e o grupo controle (GC) com base nos valores de referência para cada bioquímico analisado e a espécie (Jain & Jain, 1993; Kaneko et al., 2008; Meyer et al., 1995).

Com o soro, incluíram-se os resultados dos seguintes exames bioquímicos, realizados em analisador bioquímico automático (Wiener lab. CM 250[®] - Wiener lab Group, Rosario – Argentina) utilizando kits comerciais, calibradores e soros controles comerciais, conforme orientação do fabricante (Wiener lab Group): proteínas totais (método colorimétrico de Biureto), albumina (método colorimétrico verde de Bromocresol), alanina aminotransferase (ALT) (método cinético ultravioleta), aspartato aminotransferase (AST) (método cinético ultravioleta), fosfatase alcalina (FA) (método cinético otimizado 'DGKC e SSCC'), gama glutamil-transferase (GGT) (método Szasz modificado), creatinina (método cinético- reação de Jaffé) e ureia (método cinético ultravioleta).

Foram excluídas do estudo as dosagens de GGT e AST devido ao número escasso de requisições solicitadas. Para avaliar o efeito da hemólise em cada dosagem bioquímica, os resultados foram tabulados em planilhas eletrônicas para cálculos de média (\bar{x}), desvio padrão (s) e correlacionados mediante teste de correlação de Pearson (p) em software BioEstat 5.0.

Resultados e discussão

Entre os anos de 2020 a 2022, foram contabilizadas 85 amostras de soro hemolisadas de cães e gatos hígidos. Destas, 53 amostras apresentaram grau de HD (62,3%), 17 amostras HM (20,0%) e 15 amostras

com HI (17,7%). As amostras hemolisadas são frequentes na rotina laboratorial e são desvantajosas por serem consideradas impróprias para exames bioquímicos, devido sua interferência analítica e biológica. Nesta fase pré-analítica acontecem os maiores e mais comuns erros, chegando a dados próximos de 80% dos registros dos exames ([Hooijberg et al., 2012](#); [Lippi et al., 2006](#)). Dentre os principais fatores para a ocorrência desse erro pré-analítico, cita-se o impacto do sangue com o recipiente de coleta, o vácuo intenso ocasionado pela agulha de espessura altamente fina, mudanças bruscas de temperaturas (altas ou baixas), homogeneização e manipulação intensa das amostras ([Diaz-Gonzalez & Silva, 2017](#); [Silva et al., 2017](#)).

No presente estudo, foram contabilizadas 67 solicitações de albumina, incluindo 52 amostras com HD (77,6%), oito com HM (12,0%) e sete com HI (10,4%). Em relação a ALT, foram 84 solicitações, em que 52 apresentaram HD (62,0%), 17 HM (20,2%) e 15 HI (17,8%). Para a FA, obteve-se um total de 57 pedidos, dentre eles, 37 amostras HD (65%), 12 HM (21%) e oito HI (14%). A creatinina totalizou 84 solicitações, com 52 amostras com HD (62,0%), 17 HM (20,2%) e 15 HI (17,8%). Para a ureia foram 71 pedidos, sendo 48 com HD (67,6%), 15 (21,1%) HM e oito HI (11,3 %). E por último, as proteínas totais com 37 pedidos, envolvendo 28 HD (75,7%), seis HM (16,2%) e três HI (8,1%). Na [tabela 1](#) é possível observar as médias e desvios padrões dos resultados bioquímicos dos caninos selecionados para o estudo, comparando com os valores de referência para a espécie e cada exame solicitado.

Tabela 1. Resultados, média e desvio padrão dos exames bioquímicos dos caninos selecionados para o estudo, no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022

Exames	Hemólise discreta	Hemólise moderada	Hemólise intensa	Valores de referência
Albumina	3,06 g/dL ± 0,53	2,79 g/dL ± 0,47	2,86 g/dL ± 0,05	2,60 – 3,3 g/dL
Alanina aminotransferase	46,7 UI/L ± 28,3	49,3 UI/L ± 48,4	46,1 UI/L ± 20,1	21 – 73 UI/L
Fosfatase alcalina	90,2 UI/L ± 52,7	88,6 UI/L ± 44,5	121,8 UI/L ± 99,3	20 – 156 UI/L
Creatinina	1,09 mg/dL ± 0,17	1,14 mg/dL ± 0,21	1,11 ± 0,51 mg/dL	0,5 – 1,5 mg/dL
Ureia	35,6 mg/dL ± 10,6	33,7 mg/dL ± 11,4	38,2 mg/dL ± 20,24	21,4 – 59,92 mg/dL
Proteínas totais	6,4 g/dL ± 0,68	6,8 g/dL ± 0,5	6,3 g/dL ± 0,63	5,4 – 7,10 g/dL

Analisando as médias dos dados dos caninos, nenhum dos bioquímicos obteve alteração significativa em relação aos valores de referência. Todavia, os desvios padrões apontam, principalmente, na ALT e FA, que houve uma variabilidade estatística. Com base nessa variação, na ALT ocorreram quatro resultados elevados no grupo HD dos cães, com valores de 199 UI/L, 79 UI/L, 84 UI/L e 86 UI/L. Duas alterações do grupo HM com valores 193 UI/L e 77 UI/L e duas no grupo HI sendo de 78 UI/L e 77 UI/L. Os resultados da FA canina contabilizaram duas amostras acima do esperado, de 211 UI/L e 309 UI/L no grupo HD, uma de 191 UI/L na HD e duas na HI de 159 UI/L e 308 UI/L, respectivamente.

Percebeu-se, assim, um aumento nas dosagens da ALT e FA, de maneira flutuante e não condizente com o grau da hemólise da amostra, diferindo dos dados de [Thrall et al. \(2022\)](#), [Weiss & Wardrop \(2010\)](#) e [Wintrobe \(1974\)](#) em que os valores de referências em amostras frescas são aumentados linearmente conforme o grau do interferência. Além do mais, a hemólise causou falhas acima do considerado em cães com amostras contendo 5,16 g/L de hemoglobina ([Marco et al., 1999](#); [Moreira & Lyon, 2020](#)). Nesse estudo, nenhuma diminuição em comparação com os valores normais para a espécie foi detectada nos resultados da FA dos caninos ([Harvey, 2012](#); [Hodgson et al., 2014](#); [Jain & Jain, 1993](#); [Thrall et al., 2022](#); [Weiss & Wardrop, 2010](#)). Todavia, há divergências na literatura em relação a esses dados, em que valores diminuídos linearmente podem ser obtidos, tanto em amostras frescas quanto congeladas ([Harvey, 2012](#); [Hodgson et al., 2014](#); [Jain & Jain, 1993](#); [Thrall et al., 2022](#); [Weiss & Wardrop, 2010](#)).

A creatinina, em cães, apresentou elevação em apenas uma amostra na hemólise moderada e uma na intensa, com valores respectivos de 1,76 mg/dL e 2,59 mg/dL. Já a ureia apresentou três elevações das dosagens, sendo 66,5 mg/dL, 61 mg/dL e 60 mg/dL na HD e uma na HI de 73 mg/dL. Nas proteínas totais dos caninos, observou-se alteração em três resultados, sendo 7,63 g/dL, 7,3 g/dL e 8,4 g/dL no grupo HD e um de 7,3 g/dL na HM. A hemólise pode não representar alterações significativas de creatinina e das proteínas plasmáticas baseadas nas metodologias bioquímicas ([Freitas et al., 2018](#)). No entanto, nesse estudo, em relação às médias dos bioquímicos, verificou-se que em algumas dosagens, isoladamente, há uma elevação dos valores, resultando em alterações bioquímicas. A [tabela 2](#) apresenta as médias e desvios padrões dos resultados bioquímicos dos felinos selecionados para o estudo, com os valores de referência para a espécie e cada exame solicitado.

Observou-se que as amostras sorológicas de felinos possuem um índice maior de hemólise, pela colheita de sangue mais estressante e dificultosa em um ambiente hospitalar. Logo, a colheita, armazenamento, manipulação e leitura dos resultados compõem uma série de procedimentos que são permeados por padrões de qualidade para conseguir dados precisos. Nessa espécie, pelo seu comportamento e fisiologia, diversas alterações podem ocorrer, ocasionando até em inviabilização dos resultados (Parreira & Buzin, 2012).

Tabela 2. Resultados, média e desvio padrão dos exames bioquímicos dos felinos selecionados para o estudo, no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2022

Parâmetros	Hemólise discreta	Hemólise moderada	Hemólise intensa	Valores de referências
Albumina	2,80 g/dL \pm 0,15	2,70 g/dL \pm 0,26	2,70 g/dL \pm 0,14	2,10 – 3,3 g/dL
Alanina aminotransferase	48,8 UI/L \pm 20,9	48,8 UI/L \pm 52,2	100,8 UI/L \pm 59,2	6 – 83 UI/L
Fosfatase alcalina	289 UI/L \pm 38,1	151,3 UI/L \pm 111,4	146,5 UI/L \pm 13,4	25 – 93 UI/L
Creatinina	1,31 mg/dL \pm 0,20	1,19 mg/dL \pm 0,33	1,21 mg/dL \pm 0,22	0,8 – 1,8 mg/dL
Ureia	54,5 mg/dL \pm 4,54	55,7 mg/dL \pm 13,2	57,6 mg/dL \pm 7,94	42,8 – 64,2 mg/dL
Proteínas totais	7,1 g/dL \pm 0,51	7,5 g/dL \pm 0,43	8,0 g/dL \pm 0,0	5,4 – 7,80 g/dL

Nos felinos, foi ausente a diminuição ou aumento dos valores da albumina e creatinina decorrentes da hemólise. Por outro lado, conforme dados da literatura (Harvey, 2012; Hodgson et al., 2014; Jain & Jain, 1993; Thrall et al., 2022; Weiss & Wardrop, 2010), a albumina pode se elevar e a creatinina diminuir, tanto em amostras frescas como congeladas. A ALT no grupo da HI teve resultados elevados significativamente, comparados à média dos grupos (112 UI/L e 180 UI/L), visto que a média ficou acima dos valores de referência.

A FA foi o parâmetro com elevação nos três grupos de hemólise, variando de 137 UI/L a 316 UI/L e a recomendação é de que amostras levemente hemolisadas contendo até 30 mg/dL possam ter uma tolerância sobre a interferência. Entretanto, as mais acentuadas não devem ser recebidas em razão de diminuir falsamente os resultados (Harvey, 2012; Hodgson et al., 2014; Jain & Jain, 1993; Thrall et al., 2022; Weiss & Wardrop, 2010). Embora a orientação anterior auxilie a diminuir a incidência de falhas, observa-se no grupo da HD a mais alta média dos valores analisados. No entanto, a FA é uma isoenzima encontrada em diferentes tecidos do corpo, como fígado, rim, osso, placenta e intestino. Nos ossos, sinaliza um crescimento ósseo fisiológico pela elevação dos osteoblastos (Makris et al., 2023) Isso pode acarretar valores superestimados, tanto em felinos como caninos hígidos diante de crescimento ósseo, visto que várias requisições recebidas para a realização dos exames não possuíam a idade do animal informada. Um pequeno aumento no grupo da HI também pode ser percebido nas dosagens das proteínas totais (Harvey, 2012; Hodgson et al., 2014; Jain & Jain, 1993; Thrall et al., 2022; Weiss & Wardrop, 2010) conforme referências da literatura, com valores progressivos e lineares da proteína sérica total nas amostras frescas e congeladas.

A correlação de Pearson entre os bioquímicos do estudo não teve nenhum resultado forte de interferência entre as hemólises. A albumina, ALT, CRE, e PT não tiveram valores relevantes, demonstrando correlação muito fraca e fraca entre os grupos de hemólise.

Na FA, entre os grupos da hemólise discreta e intensa a correlação foi negativa e moderada, com valor de -0.45, indicando que quanto maior a hemólise da amostra, mais a FA diminuiu. Segundo Lippi et al. (2006), a hemólise como interferente apresentou-se de maneira aproximada e linear, correlacionada com a quantidade da lise final das células sanguíneas da amostra. Este fato, ocasionou na tendência consistente de valores superestimados de enzimas como aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e creatinina. Em contrapartida, os valores da fosfatase alcalina (FA), albumina e glicose, por exemplo, encontraram-se substancialmente diminuídos.

Na dosagem de ureia, o valor de 0.42 entre os grupos da hemólise discreta e moderada indicou uma correlação positiva moderada. Para avaliar o efeito do interferente no perfil bioquímico de caninos, bovinos e equinos e provar que o erro em laboratório depende da espécie que contaminam o soro não hemolisado com diferentes graus de hemoglobina. As dosagens foram realizadas em triplicatas e na ureia o resultado obtido foi a elevação linear do analito nas três espécies do estudo. Contudo, existe divergência quanto a este interferente. A Sociedade Brasileira de Patologia Clínica (SBPC, 2010) relata que uma pequena concentração de hemoglobina já causa alteração nos exames bioquímicos, mesmo sem ser observada a olho nu. A hemólise em pequenas quantidades no plasma também produz algum erro

analítico não aceitável na bioquímica de marcadores do estresse como o ácido úrico, albumina e GGT (Morais et al., 2018). Contrariamente, já foi demonstrado que amostras com graus hemolíticos moderados e leves não influenciaram os resultados dos bioquímicos avaliados (Freitas et al., 2018)

Essa influência da hemólise é causada pela alteração da coloração em metodologias que empregam a espectrofotometria. Em menor ocorrência, causa a determinação incorreta das substâncias analisadas, como o falso aumento, resultando na discrepância da atividade das enzimas e da concentração entre o soro e as hemácias (Thrall et al., 2022). A hemoglobina provoca no plasma/soro uma coloração avermelhada, e tal componente sanguíneo quando livre, se caracteriza por elevação da absorvidade em comprimentos de ondas que variam entre 540 e 580 nm. Logo, ocasiona a elevação no concentrado dos analitos mensurados dentro destes comprimentos de onda pela elevação da absorbância amostral (Diaz-Gonzalez & Silva, 2017).

Diversos equipamentos analisadores bioquímicos dispõem de metodologias que medem os índices de hemólise com o objetivo de quantificá-la. Um estudo com 3.890 amostras clínicas humanas avaliou o comprimento de onda ideal para este índice, e dentre os quatro comprimentos de onda diferentes (410/451 nm; 451/478 nm; 545/596 e 571/596 nm) o ideal seria o de 571 nm para evitar o índice de hemólise (Ishiguro et al., 2023) A composição estrutural das hemácias que abrange proteínas, carboidratos, lipídios e enzimas, também é capaz de interagir ou competir com os reagentes dos ensaios bioquímicos e elevar a quantidade da substância dosada (Diaz-Gonzalez & Silva, 2017).

Portanto, boas práticas antes e após as colheitas sanguíneas podem ser adotadas para evitar a hemólise. Citam-se a punção cuidadosa por pessoa capacitada, um ambiente com o mínimo de estresse, o volume de sangue incorreto dos tubos de coleta, a força na hora de puxar o êmbolo da seringa, a secagem do álcool antes de realizar a punção, homogeneização suave da amostra pela inversão, evitar a amostra diretamente no gelo para conservação e a mudança de amostras entre tubos (Sarmiento, 2023)

Conclusão

Amostras hemolisadas são comuns na rotina laboratorial veterinária, afetando diretamente os resultados das dosagens bioquímicas e a segurança em procedimentos na clínica e cirurgia de pequenos animais. A hemólise predominante foi a discreta, seguida da moderada e intensa. Em caninos, essa interferência não afetou os bioquímicos perante à média do grupo, mas dados isolados mostraram dosagens elevadas. Nos felinos, as alterações foram mais significativas em relação à média do grupo, em que a FA foi o analito com a maior variação, não condizente com a elevação da hemólise.

Nenhum dos parâmetros bioquímicos analisados teve uma correlação forte de interferência entre as hemólises. A FA demonstrou uma correlação moderada negativa entre a hemólise discreta e intensa e a ureia uma correlação positiva moderada entre os grupos da hemólise discreta e moderada. Isso demonstra que a interferência pela hemólise amostral existe e necessita de um olhar cauteloso, visto que na literatura há divergência quanto ao tema.

Referências bibliográficas

- Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial. Comissão de Coleta de Sangue Venoso. (2010). *Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial para coleta de sangue venoso*. (2ª. ed.) São Paulo: *Minha Editora*.
- Diaz-Gonzalez, F. H., & Silva, S. C. (2017). *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. Editora da UFRGS.
- Falbo, M. K., Reis, A. C. F., Balarin, M. R. S., Bracarense, A. P., Araújo Júnior, J. P., Okano, W., Sandini, I. E., Araújo, J. P., Okano, W., & Sandini, I. E. (2005). Alterações hematológicas, bioquímicas, urinárias e histopatológicas na intoxicação natural em bovinos pela samambaia *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Semina: Ciências Agrárias*, 26(4), 547–558. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2005v26n4p547>.
- Ferreira, M. M., Costa, G. B., Pereira, A. G., Maia, S. R., Murakami, V. Y., Lucera, T. M. C., Alvarenga, A. W. O., Manzoli, S., Soares, J. L., & Albernaz, A. B. M. (2022). Análise de variáveis hematológicas e bioquímicas em cães de busca e resgate. *PUBVET*, 16(10), 1–7. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n10a1238.1-7>.

- Freitas, V., Baumgarten, V. G., Risso, N. H., Bicca, D. F., & Noro, M. (2018). Interferência da hemólise nas análises bioquímicas. *Anais Do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 10(2).
- Harvey, J. W. (2012). *Veterinary hematology: A diagnostic guide and color atlas*. Elsevier Saunders.
- Hodgson, D. R., Mckeever, R. H., & McGowan, C. H. (2014). *Hematology and biochemistry*. Elsevier Saunders.
- Hooijberg, E., Leidinger, E., & Freeman, K. P. (2012). An error management system in a veterinary clinical laboratory. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 24(3), 458–468. <https://doi.org/10.1177/1040638712441782>.
- Ishiguro, A., Nishioka, M., Morishige, A., Yoneshiro, M., Shinkawa, K., Fujinaga, A., Kobayashi, T., Suehiro, Y., & Yamasaki, T. (2023). Determination of the optimal wavelength of the hemolysis index measurement. *Journal of Clinical Medicine*, 12(18), 5864. <https://doi.org/10.3390/jcm12185864>.
- Jain, N. C., & Jain, A. H. (1993). *Essentials of veterinary hematology* (1st ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.4236/ojps.2016.61003>.
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W., & Bruss, M. L. (2008). *Clinical biochemistry of domestic animals* (6th ed., Ed.; Vol. 1). Academic press.
- Lippi, G., Guidi, G. C., Mattiuzzi, C., & Plebani, M. (2006). Preanalytical variability: the dark side of the moon in laboratory testing. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 44(4), 358–365. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2006.073>.
- Makris, K., Mousa, C., & Cavalier, E. (2023). Alkaline phosphatases: Biochemistry, functions, and measurement. *Calcified Tissue International*, 112(2), 233–242. <https://doi.org/10.1007/s00223-022-01048-x>.
- Marco, V., Amaral, R. C., Jericó, M. M., Silva, R. D., & Simões, D. M. (1999). Diagnóstico de Diabetes mellitus na espécie canina e avaliação a longo prazo da terapia insulínica através das concentrações séricas de hemoglobina glicosilada. *Revista de Educação Continuada Em Medicina Veterinária e Zootecnia Do CRMV-SP*, 2(2), 23–28. <https://doi.org/10.36440/recmvz.v2i2.3382>.
- Meyer, D. J., Coles, E. H., & Rich, L. J. (1995). *Medicina veterinária de laboratório. Interpretação e diagnóstico*. Roca Ltda.
- Morais, L., Bosco, A. M., Baptistioli, L., Torrecilha, R. B. P., Valadares, T. C., Hoffmann, D. J., & Ciarlini, P. C. (2018). Hemolysis interferes in the measurement of plasma biomarkers of oxidative stress in dogs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(3), 713–721. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9398>.
- Moreira, L. M., & Lyon, J. P. (2020). Hemoglobina, auto oxidação, geração de radicais livres, lesão tecidual e estresse oxidativo: Interessante correlação associada aos acidentes vasculares. *PUBVET*, 14(12), 1–5. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n12a705.1-5>.
- Parreira, I., & Buzin, E. (2012). Realização de colheita de sangue em felinos domésticos: Dificuldades e soluções. *Enciclopédia Biosfera*, 8(14), 2168–2173.
- Sarmiento, L. P. (2023). *Controle da qualidade hematológico em laboratórios de análises clínicas veterinárias*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Silva, T. J., Porto, B. S. C., & Gerardi, B. (2017). Principais causas de anemia hemolítica nos animais domésticos. *Revista Científica de Medicina Veterinária*, 1679(7353), 353–364.
- Souza, K. L. de, & Falbo, M. K. (2020). Efeito do tempo e da temperatura de armazenamento nos parâmetros hematológicos de cães hípidos. *PUBVET*, 14(10), 1–4. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n10a679>.
- Thrall, M. A., Weiser, G., Allison, R. W., & Campbell, T. W. (2022). *Veterinary hematology, clinical chemistry, and cytology*. John Wiley & Sons.
- Weiss, D. J., & Wardrop, J. K. (2010). *Schalm's Veterinary Hematology*.
- Wintrobe, M. M. (1974). Clinical hematology. In *Academic Medicine*. Lea & Febiger.

Histórico do artigo:**Recebido:** 29 de dezembro de 2023**Aprovado:** 11 de janeiro de 2024**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.