**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA (FMVZ) -**
**CAMPUS DE BOTUCATU**

**CÍNTIA SINFRÔNIO VAZ**

# EFEITO DO MÉTODO DE COLETA, TEMPO E TEMPERATURA NA HEMOGASOMETRIA DE SANGUE VENOSO DE CÃES

Botucatu – SP
2025

**CÍNTIA SINFRÔNIO VAZ**

# EFEITO DO MÉTODO DE COLETA, TEMPO E TEMPERATURA NA HEMOGASOMETRIA DE SANGUE VENOSO DE CÃES

Trabalho de conclusão de Residência apresentado à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, para obtenção do título de residente em Medicina Veterinária.

Área de Laboratório Clínico Veterinário

Preceptor: Prof. Dr. Paulo Fernandes Marcusso

Botucatu – SP

2025

V393e

Vaz, Cíntia Sinfrônio

Efeito do método de coleta, tempo e temperatura na hemogasometria de sangue venoso de cães / Cíntia Sinfrônio Vaz. -- Botucatu, 2025

23 p.

Trabalho de conclusão de residência (Residência em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu

Orientador: Paulo Fernandes Marcusso

1. Gasometria - Análise. 2. Eletrólitos - Análise. 3. Fase pré-analítica. 4. Seringas. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc. Aquis. Tratamento da Inform.
Divisão Técnica de Biblioteca e Documentação - Câmpus de Botucatu – UNESP
Bibliotecária responsável: Rosangela Aparecida Lobo-CRB 8/7500

CÍNTIA SINFRÔNIO VAZ

# EFEITO DO MÉTODO DE COLETA, TEMPO E TEMPERATURA NA HEMOGASOMETRIA DE SANGUE VENOSO DE CÃES

Trabalho de conclusão de residência apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu/SP, para obtenção do título de Residente em Medicina Veterinária.

Área de Concentração: Laboratório Clínico Veterinário

Data da defesa: 26/02/2025

Banca Examinadora:

_____

Prof. Dr. Paulo Fernandes Marcusso

Unesp - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu/SP

_____

Profa. Dra. Regina Kiomi Takahira

Unesp - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu/SP

_____

Prof. Dr. José Gabriel Golçalves Lins

Unesp - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu/SP

*Dedico este trabalho à memória de Marianna de Deus Vieira que generosamente compartilhava seus sonhos comigo e acreditava nos meus como se fossem seus. Sua força e inspiração seguem comigo, e cada passo é uma forma de honrar tudo o que vivemos juntas.*

## RESUMO

A análise dos gases sanguíneos e eletrólitos é essencial para o manejo e prognóstico de pacientes críticos, e reconhecer e reduzir os erros da fase pré-analítica é crucial para a precisão dos resultados. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do método de coleta, do tempo e da temperatura de armazenamento na gasometria e eletrólitos em sangue venoso de cães. Foram avaliadas amostras de 39 cães, divididas em três grupos: (1) Amostras colhidas com seringa seca e imediatamente transferidas para a seringa de gasometria contendo heparina de lítio; (2) Amostras colhidas com a seringa de gasometria e armazenadas a 21°C; (3) Amostras colhidas com a seringa de gasometria e armazenadas a 4°C. Foram determinados o pH, $pCO_2$, $pO_2$, $HCO_3$, BE, $SO_2$, Anion Gap, cloreto, potássio, sódio, cálcio, lactato e hematócrito, usando um analisador automático de gases no sangue (ABL9-Radiometer®) no T0, T30min e T60min pós coleta nos grupos 2 e 3, e apenas no T0 para o grupo 1. A análise estatística foi realizada pelo Software SigmaStat 3.0, empregando o teste ANOVA (ANOVA on ranks) e o teste não paramétrico de Mann-Whitney ao nível de 5% de significância. Apesar de inadequada, devido à exposição ao ar, a transferência de sangue de uma seringa para outra não resultou em diferenças significativas em relação às amostras colhidas em seringa apropriada para as variáveis avaliadas ($p>0,05$). As amostras armazenadas a 21°C (grupo 2) apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) entre os momentos T0 e T60min apenas para lactato. Da mesma forma, as amostras as armazenadas a 4°C (grupo 3) também não apresentaram diferenças. Contudo, foi identificado alterações progressivas entre os parâmetros das amostras armazenadas a 21ºC. É possível afirmar que os erros induzidos nesse experimento não foram capazes de gerar diferenças significativas na hemogasometria de cães, exceto nos valores de lactato. Ademais, existe uma tendência de alterações ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** gasometria; eletrólitos; fase pré-analítica; análise; seringa.

## ABSTRACT

The analysis of blood gases and electrolytes is essential for management and prognosis of critical patients, and recognizing and reducing errors in the pre-analytical phase is crucial to the accuracy of results. The objective of this study was to evaluate the effect of the collection method, time and storage temperature on the blood gas and electrolytes in venous blood of dogs. Samples from 39 dogs were evaluated, divided into three groups: (1) Samples taken with dry syringe and immediately transferred to the gas syringe containing lithium heparin; (2) Samples taken with gas syringe and stored at 21°C; (3) Samples taken with the gas syringe and stored at 4°C. pH, $pCO_2$ , $pO_2$ , $HCO_2$, BE, $SO_2$ , Anion Gap, chloride, potassium, sodium, calcium, lactate and hematocrit were determined using an automatic blood gas analyzer (ABL9-Radiometer®) in T0, T30min and T60min after collection in groups 2 and 3, and only in T0 for group 1. The statistical analysis was performed by SigmaStat 3.0 software, using the ANOVA test (ANOVA on ranks) and the non-parametric Mann-Whitney test at 5% significance. Although inadequate, due to exposure to air, the transfer of blood from one syringe to another did not result in significant differences compared with samples collected in a syringe appropriate for the variables evaluated ($p>0.05$). The samples stored at 21°C (group 2) showed significant difference ($p<0.05$) between the moments T0 and T60min only for lactate. Similarly, the samples stored at 4°C (group 3) also showed no differences. However, progressive changes were identified among the parameters of samples stored at 21oC. It is possible to state that the errors induced in this experiment were not able to generate significant differences in the hemogasometry of dogs, except for lactate values. Moreover, there is a tendency for changes over time.



**Keywords:** gas analysis; electrolytes; pre-analytical phase; analysis; syringe.

**SUMÁRIO**

**1 INTRODUÇÃO ..... 10**
**2 REVISÃO DE LITERATURA ..... 11**
2.1 VARIÁVEIS PRÉ-ANALÍTICAS NA GASOMETRIA E ELETRÓLITOS ..... 13
**3 MATERIAIS E MÉTODOS ..... 14**
3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRAGEM ..... 14
3.2 COLETA DE AMOSTRA ..... 14
3.3 PARÂMETROS ANALISADOS ..... 15
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA ..... 15
**4 RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 16**
**5 CONCLUSÃO ..... 21**
REFERÊNCIAS ..... 21

# 1 INTRODUÇÃO

A análise dos gases sanguíneos e eletrólitos é essencial para o manejo e prognóstico de pacientes críticos. A gasometria permite medir a pressão parcial de oxigênio e dióxido de carbono, bem como o pH e outros parâmetros necessários para a interpretação do equilíbrio ácido-base (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2008).

O processo laboratorial é dividido em três fases: a fase pré-analítica que inclui etapas que ocorrem antes do processamento da amostra no analisador; a fase analítica, em que a amostra é processada para obter os resultados e; a fase pós-analítica, que compreende as etapas que ocorrem após a obtenção do resultado, onde são reportados e interpretados. 62% dos erros ocorrem na fase pré-analítica, além disso, as propriedades físico-químicas dos analitos de gases sanguíneos os tornam mais propensos a esses erros. Reconhecer e reduzir os erros dessa fase é crucial para a precisão dos resultados (KADWA; GRACE; ZEILER, 2022; HOPPER et al., 2014; BAIRD, 2013; HAWKINS, 2011).

Os analisadores automáticos de sangue aspiram a amostra apresentada, que é passada sequencialmente por uma série de eletrodos que medem diretamente o pH, $PO_2$, $PCO_2$, concentração de eletrólitos e lactato, enquanto o $HCO_3$, BE e anion gap são obtidos das variáveis medidas por meio de fórmulas pré-programadas (IRIZARRY; REISS, 2009), dessa forma, os erros pré-analíticos que afetam as variáveis medidas afetarão diretamente as variáveis derivadas.

As razões pelas quais os processos pré-analíticos são mais propensos a erros, são diversos, abrangendo aspectos relacionados ao paciente e fatores iatrogênicos, como identificação das amostras, coleta, preparação, transporte e armazenamento (BAIRD, 2013). Devido à baixa variabilidade biológica de certos parâmetros, como pH e $pCO_2$, é necessário minimizar os erros durante a coleta das amostras, para que pequenas, mas significativas, alterações nas concentrações dos analitos

possam ser interpretadas corretamente. O recipiente da coleta é também um fator importante, uma vez que devem ser utilizados seringas herméticas, para que não haja saída nem entrada de oxigênio e dióxido de carbono (PICANDET; JEANNERET; LAVOIE, 2007; KNOWLES *et al.*, 2006; SMEENK *et al.*, 1997).

Foram avaliados o efeito do tempo e a temperatura de armazenamento em amostras de sangue venoso de bovinos, equinos e ovinos. A conservação de amostras de sangue venoso refrigeradas pode ser eficiente em reduzir o metabolismo celular, aumentando a viabilidade das amostras. Em equinos, foi relatado que o sangue venoso pode ser utilizado para análise dos gases por até 12 horas após a coleta, desde que armazenado refrigerado, em temperatura ambiente permanece viável por 2 horas, por outro lado, um segundo trabalho concluiu que o sangue coletado em seringas de plástico deve ser analisado em até 10 minutos, independente da temperatura de armazenamento (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2008; PICANDET; JEANNERET; LAVOIE, 2007). Em ovinos, as amostras armazenadas por mais de 6 horas, independente da temperatura foram consideradas inadequadas para interpretação precisa dos resultados (HUSSEIN; AAMER, 2013).

Diante da falta de concordância na literatura sobre variáveis pré-analíticas em hemogasometria na medicina veterinária e a escassez de dados sobre a influência do tempo e da temperatura de armazenamento, bem como o método de coleta, na gasometria de cães, e baseado no conteúdo exposto, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do método de coleta, do tempo e da temperatura de armazenamento na análise de parâmetros hemogasométricos de sangue venoso de cães.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Na prática clínica da medicina veterinária, a análise de gases sanguíneos e eletrólitos desempenha um papel essencial no diagnóstico e

tratamento de distúrbios cardiovasculares, respiratórios e metabólicos, sendo especialmente aplicada na avaliação de pacientes gravemente enfermos (GONZALEZ; WADDELL, 2016; HOPPER *et al.*, 2014).

Distúrbios ácidos-básicos, eletrolíticos e respiratórios frequentemente apresentam sinais clínicos sutis e inespecíficos, que podem ser detectados pela análise de gases sanguíneos, tornando a avaliação direta desses distúrbios e das respostas compensatórias que surgem deles ainda mais essenciais, além de permitir uma avaliação mais aprofundada do paciente (GONZALEZ; WADDELL, 2016).

A amostragem arterial permite a avaliação precisa da oxigenação, do estado ventilatório e do equilíbrio ácido-base, no entanto, o estado respiratório e metabólico pode ser avaliado pelo sangue venoso central associado a oximetria de pulso (GATTINONI; PESENTI; MATTHAY, 2018).

O estado ácido-base é determinado pela concentração de íons de hidrogênio, refletida no pH. No organismo, o pH é regulado tanto pelos pulmões, que controlam a produção de dióxido de carbono, quanto pelos rins, responsáveis pela regulação do bicarbonato (MCGROTTY; BROWN, 2013).

A interpretação de um perfil de gases sanguíneos é incompleta sem a análise das concentrações de eletrólitos. Embora esses parâmetros raramente forneçam um diagnóstico específico, eles permitem intervenções direcionadas, quando necessário. Os eletrólitos podem ser avaliados em amostras venosas e arteriais, utilizando sangue total, soro ou plasma heparinizados. No entanto, os intervalos de referência podem variar de acordo com o tipo de amostra (MCGROTTY; BILBROUGH, 2013).

Os parâmetros hemogasométricos são determinados por analisadores de gases sanguíneos, capazes de medir diretamente variáveis como o pH, $pO_2$ e $pCO_2$, eletrólitos e metabólitos. Esses dispositivos utilizam, simultaneamente, técnicas eletroquímicas diretas, como os eletrodos íon-seletivos (ISE), para a análise de amostras de

sangue arterial ou venoso. Além disso, combinam medições diretas com variáveis calculadas, permitindo uma avaliação abrangente (MCGROTTY; BILBROUGH, 2013; IRIZARRY; REISS, 2009).

## 2.1 VARIÁVEIS PRÉ-ANALÍTICAS NA GASOMETRIA E ELETRÓLITOS

Diversos fatores relacionados à etapa pré-analítica, como os procedimentos de coleta e o manuseio da amostra antes da análise, podem influenciar a precisão das medições de gases sanguíneos e eletrólitos. Embora exista um consenso de que as amostras sejam coletadas e armazenadas minimizando o contato com o ar, além de serem analisadas o mais rápido possível, idealmente dentro de 30 minutos após a coleta, há evidências conflitantes quanto ao impacto do tempo e temperatura de armazenamento e ao uso de seringas de plástico para esse fim (DAVIS *et al.*, 2013; SRISAN *et al.*, 2011; KNOWLES *et al.*, 2006; MCGROTTY; BROWN, 2013).

O metabolismo anaeróbico e aeróbico que ocorre continuamente entre a coleta da amostra de sangue e os intervalos de análise pode influenciar nas medições de hemogasometria em humanos, bovinos e cães (REZENDE; HASKINS; HOPPER, 2007; GOKCE *et al.*, 2004a; LISS; PIYNE, 1993). Durante o metabolismo sanguíneo in vitro, ocorre atividade aeróbica, com produção de dióxido de carbono, e glicólise anaeróbica, que gera ácidos não voláteis. O consumo de oxigênio está relacionado à atividade enzimática dos sistemas de ácido cítrico e citocromo presentes em leucócitos e reticulócitos, variando de acordo com a concentração dessas células. Nas hemácias, o processo metabólico predominante é a glicólise (KADWA; GRACE; ZEILER, 2022).

Essas alterações metabólicas são influenciadas diretamente pelo tempo de processamento das amostras, já que o prolongamento desse intervalo permite que as reações metabólicas continuem ocorrendo. A temperatura durante o armazenamento pode modificar a velocidade das reações enzimáticas e metabólicas (DAVIS *et al.*, 2013).

# 3 MATERIAIS E MÉTODOS

## 3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRAGEM

Foram selecionados 39 cães, com idades entre 5 meses e 16 anos, independente da raça, e sexo e condição associada, atendidos no Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP/Botucatu, Brasil. A seleção baseou-se em uma amostragem não probabilística, por conveniência, considerando a disponibilidade dos animais atendidos na rotina do hospital veterinário.

Cada paciente foi avaliado quanto à sua elegibilidade para a inclusão no estudo, garantindo que a participação não comprometesse seu bem-estar ou o tratamento já estabelecido. A seleção dos animais foi baseada em critérios comportamentais, priorizando aqueles que apresentaram comportamento dócil que permitissem a contenção física de forma segura. Os proprietários foram previamente consultados, informados e esclarecidos de todos os pormenores do estudo; e manifestaram sua concordância com as avaliações propostas em termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), permitindo a participação dos seus animais neste estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNESP, sob o protocolo número 000.240.

## 3.2 COLETA DE AMOSTRA

Para a realização dos exames laboratoriais, o sangue foi coletado por punção da veia jugular direita ou esquerda. As amostras foram obtidas utilizando seringas plásticas para gasometria contendo heparina de lítio (Set Medikale ®) e seringas secas, ambas equipadas com agulhas estéreis de calibre adequado. Os cães foram posicionados de forma segura, preferencialmente em decúbito lateral, assegurando a contenção física adequada para reduzir o estresse e facilitar o acesso à veia jugular. Cada animal teve amostras coletadas em triplicada, com um volume

mínimo de 0,7 ml por coleta, sem necessidade de coletas adicionais em outros momentos.

Durante e após a coleta, foram adotadas medidas para prevenir o contato do sangue com gases ambientais. Essas medidas incluíram sucção lenta do sangue na seringa, eliminação imediata de bolhas de ar presentes na amostra, e fechamento imediato da seringa com tampa plástica antes da homogeneização.

Após a coleta, as amostras foram imediatamente encaminhadas ao Laboratório Clínico Veterinário do Hospital Veterinário da FMVZ e separadas em três grupos: (1) Amostras colhidas com seringa seca e imediatamente transferidas para seringas de gasometria contendo heparina de lítio; (2) Amostras colhidas diretamente com seringas de gasometria e armazenadas à temperatura ambiente (21°C); (3) Amostras colhidas diretamente com seringas de gasometria e armazenadas sob refrigeração (4°C).

## 3.3 PARÂMETROS ANALISADOS

As análises laboratoriais realizadas incluíram a determinação dos seguintes parâmetros: pH (potencial hidrogeniônico), $pCO_2$ (pressão parcial de dióxido de carbono), $pO_2$ (pressão parcial de oxigênio), $HCO_3$ (bicarbonato), BE (excesso de bases), $SO_2$ (saturação de oxigênio), Anion Gap, $Cl^-$ (cloreto) , $K^+$ (potássio), $Na^+$ (sódio), $Ca^{2+}$ (cálcio ionizado), lactato e hematócrito. As medições foram realizadas utilizando um analisador automático de gases no sangue (ABL9-Radiometer®). No grupo 1, as análises foram realizadas exclusivamente no momento inicial (T0), em até dez minutos pós coleta. Já nos grupos 2 e 3, os parâmetros foram avaliados em três momentos: T0, T30 minutos e T60 minutos após a coleta.

## 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O efeito do método de coleta nos parâmetros hemogasométricos foi avaliado utilizando o teste de Mann-Whitney. Para analisar o impacto do

tempo e da temperatura de armazenamento sobre os parâmetros, foi empregado o teste ANOVA em postos (ANOVA on ranks). A análises foram realizadas pelo software SigmaStat 3.0, considerando-se significativos os resultados com $p<0,05$.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudou demostrou que a transferência de amostras entre seringas não apresenta diferenças significativas nos parâmetros analisados (Tabela 1), embora essa prática seja considerada inadequada devido à exposição ao ar, que pode alterar os valores de gases sanguíneos na hemogasometria venosa.

Tabela 1 - Efeito do método de coleta sobre os parâmetros avaliados por hemogasometria (n = 39) (mediana, P25;P75).

| Parâmetro | Grupo | |
|---|---|---|
| | Grupo 1 | Grupo 2 |
| pH | 7,35 (7,30;7,38) | 7,34 (7,29;7,38) |
| $pCO_2$ | 38,00 (34,45;45,12) | 39,00 (34,75;45,28) |
| $pO_2$ | 51,00 (39,25;73,00) | 49,00 (41,75;78,50) |
| $HCO_3$ | 21,10 (19,02;22,42) | 21,10 (19,02;22,70) |
| BE | -4,40 (-6,60;-2,52) | -4,30 (-6,78;-2,52) |
| $sO_2$ | 85,40 (68,95;93,45) | 84,50 (74,52;94,30) |
| Anion Gap | 10,65 (8,50;12,30) | 10,10 (8,18;11,60) |
| $Cl^-$ | 115,00 (113,00;117,75) | 115,00 (114,00;117,00) |
| $K^+$ | 3,97 (3,63;4,35) | 3,96 (3,61;4,41) |
| $Na^+$ | 146,00 (145,00;148,00) | 146,00 (145,00;148,00) |
| $Ca^{2+}$ | 1,31 (1,27;1,36) | 1,33 (1,26;1,36) |
| Lac | 1,00 (0,85;1,55) | 1,10 (0,70;1,60) |
| Hct | 40,00 (29,25;45,00) | 39,00 (29,50;45,50) |

pH, potencial hidrogeônico; $pCO_2$, pressão parcial de dióxido de carbono; pO2, pressão parcial de oxigênio; $HCO_3$, bicarbonato de sódio; BE, excesso de bases; $sO_2$, saturação de oxigênio; $Cl^-$, cloreto; $K^+$, potássio; $Na^+$, sódio; $Ca^{2+}$, cálcio; Lac, lactato; Hct, hematócrito. Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A exposição ao ar pode induzir variações nos níveis de $pO_2$ e $pCO_2$, além de aumentar o risco de coagulação, especialmente em condições de tempo prolongado ou manipulação inadequada. É importante destacar que os resultados poderiam ser diferentes caso houvesse um intervalo maior entre a coleta e a transferência.

O lactato demostrou diferença entre os tratamentos. A partir do tempo 60 minutos, foi observado um aumento significativo ($p<0,05$) nas amostras mantidas a 21ºC, podendo ser atribuída ao metabolismo eritrocitário *in vitro* ainda ativo, que promove a produção de ácido lático a partir da glicólise anaeróbica (LEAL *et al.*, 2010; TESKE, 1994; SANDHAGEN *et al.*, 1988; ASSAL; POULSEN, 1978). Um resultado consistente com estudos anteriores, realizados em diferentes espécies, que também relataram mudanças graduais nesse parâmetro em condições semelhantes (FILHO *et al.*, 2020; HUSSEIN; AAMER, 2013). Adicionalmente, os trabalhos citados também evidenciaram uma redução nos valores de pH ao longo do tempo de armazenamento.

No presente estudo a redução do pH foi observada, todavia não alcançou significância estatística uma hora após a coleta. Gokce et. al. (2003), observou que valores de pH das amostras de sangue de bovinos armazenadas a 4ºC foram consideradas adequadas por até 48h. A diminuição maior no pH das amostras de sangue armazenadas a 21ºC quando comparadas as armazenadas à 4ºC pode ser atribuída à geração de ácido láctico devido ao rápido metabolismo anaeróbico como resultado da temperatura de armazenamento.

Nenhuma diferença estatística foi observada para os valores de pH, $pCO_2$, $pO_2$, $HCO_3$, BE, $sO_2$, Anion Gap, Cloreto, Potássio, Sódio, Cálcio, e hematócrito nas amostras armazenadas a 21ºC ao longo do tempo. Contudo, foi identificado um aumento progressivo nos níveis de $pCO_2$ (Tabela 2), um achado também mencionado em outros estudos (FILHO et al., 2020; GOKCE et al., 2004b; MAHONEY et al., 1991). Esse

aumento pode ser atribuído à produção de $CO_2$ durante a neutralização do ácido láctico.

Tabela 2. Efeito do tempo de armazenamento em amostras mantidas à 21ºC sobre os parâmetros avaliados por hemogasometria (n = 39) (mediana, P25;P75).

| Parâmetro | Tempo (min) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 30 | 60 |
| pH | 7,35 (7,30;7,38) | 7,33 (7,29;7,35) | 7,31 (7,28;7,35) |
| $pCO_2$ | 38,00 (34,45;45,12) | 40,40 (36,28;45,92) | 40,90 (38,58;46,15) |
| $pO_2$ | 51,00 (39,25;73,00) | 55,00 (42,50;73,75) | 57,00 (45,50;77,75) |
| $HCO_3$ | 21,10 (19,02;22,42) | 20,60 (19,02;22,70) | 20,50 (19,05;22,75) |
| BE | -4,40 (-6,60;-2,52) | -4,70 (-6,82;-3,12) | -4,90 (-6,92;-2,78) |
| $sO_2$ | 85,40 (68,95;93,45) | 86,90 (70,82;94,32) | 87,40 (71,50;94,18) |
| Anion Gap | 10,65 (8,50;12,30) | 10,80 (7,90;13,20) | 11,40 (8,95;13,50) |
| $Cl^-$ | 115,00 (113,00;117,75) | 115,00 (114,00;117,75) | 115,00 (112,00;117,00) |
| $K^+$ | 3,97 (3,63;4,35) | 3,94 (3,62;4,35) | 3,94 (3,64;4,37) |
| $Na^+$ | 146,00 (145,00;148,00) | 146,00 (145,00;148,00) | 146,00 (145,00;148,25) |
| $Ca^{2+}$ | 1,31 (1,27;1,36) | 1,31 (1,26;1,36) | 1,30 (1,24;1,35) |
| Lac | 1,00 (0,85;1,55) | 1,40 (1,10;2,10) | 1,90 (1,40;2,40) |
| Hct | 40,00 (29,25;45,00) | 40,00 (26,00;44,00) | 39,00 (29,00;44,00) |

pH, potencial hidrogeônico; $pCO_2$, pressão parcial de dióxido de carbono; pO2, pressão parcial de oxigênio; $HCO_3$, bicarbonato de sódio; BE, excesso de bases; $sO_2$, saturação de oxigênio; $Cl^-$, cloreto; $K^+$, potássio; $Na^+$, sódio; $Ca^{2+}$, cálcio; Lac, lactato; Hct, hematócrito. Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além disso, a conjugação do $CO_2$ ao ácido carbônico contribui para a redução do pH observada em determinados momentos. O aumento mais proeminente em $pCO_2$ foi observado nas amostras armazenadas a 21ºC, podendo ser o resultado de uma maior atividade metabólica a essa temperatura.

Estudos realizados com outras espécies de animais domésticos relaram resultados distintos dos observados neste trabalho quanto ao $pO_2$. Lisbôa *et al.* (2001) observaram uma redução significativa nos valores de

$pO_2$ em amostras de sangue venoso de bovinos mantidas em temperatura ambiente, enquanto as amostras armazenadas sob refrigeração apresentaram um aumento nos valores de $pO_2$. Em cães, foi observado um aumento $pO_2$ em sangue arterial e venoso quando as amostras foram armazenadas sob refrigeração. Esses aumentos foram atribuídos à difusão de oxigênio através do plástico da seringa para o sangue, ocorrendo em uma taxa que superou o consumo metabólico do oxigênio pelas células (REZENDE; HASKINS; HOPPER, 2007).

O presente trabalho apresentou um aumento não significativo no nível de $pO_2$ nas amostras mantidas a 21ºC, isso pode ser devido à liberação de $O_2$ da hemoglobina como resultado da redução do pH do sangue e a difusão de oxigênio através da parede da seringa de plástico (GOKCE et al., 2004b).

Os parâmetros analisados mantidos sob refrigeração a 4ºC não apresentaram diferença significativa (Tabela 3) entre os tratamentos, conforme observado em trabalhos similares (FILHO et al., 2020; GOKCE et al., 2004b), uma vez que temperaturas baixas retardam os processos metabólicos responsáveis pela acidificação sanguínea. Kennedy *et al.* (2012) relataram que o pH do sangue equino permanece estável por no mínimo 2 horas quando mantido a 0ºC após a coleta. No entanto, alguns autores recomendam que as medições de gases sanguíneos e análise ácido-base seja realizada o mais rápido possível após a coleta (PICCIONE *et al.*, 2007; KNOWLES *et al.*, 2006).

Tabela 3. Efeito do tempo de armazenamento em amostras mantidas à 4ºC sobre os parâmetros avaliados por hemogasometria (n = 39) (mediana, P25;P75).

| Parâmetro | Tempo (min) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 30 | 60 |
| pH | 7,35 (7,30;7,38) | 7,33 (7,30;7,37) | 7,34 (7,30;7,36) |
| $pCO_2$ | 38,00 (34,45;45,12) | 39,20 (36,32;45,28) | 40,55 (38,20;44,90) |
| $pO_2$ | 51,00 (39,25;73,00) | 52,00 (42,25;85,25) | 51,00 (42,00;80,00) |
| $HCO_3$ | 21,10 (19,02;22,42) | 21,20 (19,20;23,10) | 21,35 (19,85;23,00) |
| BE | -4,40 (-6,60;-2,52) | -3,90 (-6,72;-1,98) | -3,95 (-5,90;-2,40) |
| $sO_2$ | 85,40 (68,95;93,45) | 83,60 (75,00;95,45) | 84,15 (73,15;94,90) |
| Anion Gap | 10,65 (8,50;12,30) | 9,75 (7,70;11,80) | 9,40 (7,42;11,95) |
| $Cl^-$ | 115,00 (113,00;117,75) | 116,00 (111,25;118,00) | 114,00 (113,00;117,25) |
| $K^+$ | 3,97 (3,63;4,35) | 4,11 (3,72;4,39) | 4,19 (3,81;4,46) |
| $Na^+$ | 146,00 (145,00;148,00) | 146,00 (145,00;148,00) | 146,00 (144,50;147,50) |
| $Ca^{2+}$ | 1,31 (1,27;1,36) | 1,30 (1,24;1,34) | 1,29 (1,23;1,33) |
| Lac | 1,00 (0,85;1,55) | 1,20 (0,85;1,65) | 1,30 (1,08;2,00) |
| Hct | 40,0 (29,25;45,00) | 39,00 (28,75;46,00) | 39,00 (30,00;45,00) |

pH, potencial hidrogeônico; $pCO_2$, pressão parcial de dióxido de carbono; pO2, pressão parcial de oxigênio; $HCO_3$, bicarbonato de sódio; BE, excesso de bases; $sO_2$, saturação de oxigênio; $Cl^-$, cloreto; $K^+$, potássio; $Na^+$, sódio; $Ca^{2+}$, cálcio; Lac, lactato; Hct, hematócrito. Fonte: Elaborado pela autora (2025).

No estudo, observou-se um aumento maior de potássio nas amostras mantidas à 4ºC em comparação com aquelas mantidas à 21ºC (Tabelas 2 e 3). Isso ocorre porque em temperaturas mais baixas o potássio pode se difundir das hemácias para o plasma mais rapidamente, devido à menor atividade da bomba de sódio-potássio. Além disso, amostras hemolisadas também podem apresentar níveis elevados de potássio, podendo tal fato ter contribuído para o aumento observado no presente estudo, uma vez que não foi possível determinar quais amostras estavam hemolisadas (TRIPLETT *et al.*, 2019; VLEESKENS; CLARKE, 2018).

## 5 CONCLUSÃO

Os erros induzidos nesse experimento não foram capazes de gerar diferenças significativas na hemogasometria de cães, exceto nos valores de lactato nas amostras mantidas a 21ºC. Entretanto existe uma tendência de alterações importantes ao longo do tempo, que reforça a importância do manejo adequado das amostras de sangue coletadas para hemogasometria.

## REFERÊNCIAS

ASSAL, A. N.; POULSEN, J. S. Acid-base status of equine blood during storage. **Nordisk veterinaermedicin**, v. 30, n. 9, p. 354–363, 1 set. 1978.

BAIRD, G. Preanalytical considerations in blood gas analysis. **Biochemia Medica**, v. 23, n. 1, p. 19–27, 15 fev. 2013.

DAVIS, M. D. *et al.* AARC Clinical Practice Guideline: Blood Gas Analysis and Hemoximetry: 2013. **Respiratory Care**, v. 58, n. 10, p. 1694–1703, 1 out. 2013.

FILHO, J. D. R. *et al.* Effects of time and temperature on blood gas and electrolytes in equine venous blood. **Acta Veterinaria Brno**, v. 89, n. 3, p. 239–246, 11 out. 2020.

GATTINONI, L.; PESENTI, A.; MATTHAY, M. Understanding blood gas analysis. **Intensive Care Medicine**, v. 44, n. 1, p. 91–93, 1 jan. 2018.

GOKCE, G. *et al.* Effect of time delay and storage temperature on blood gas and acid–base values of bovine venous blood. **Research in Veterinary Science**, v. 76, n. 2, p. 121–127, 1 abr. 2004a.

GOKCE, G. *et al.* Effect of time delay and storage temperature on blood gas and acid–base values of bovine venous blood. **Research in Veterinary Science**, v. 76, n. 2, p. 121–127, 1 abr. 2004b.

GONZALEZ, A. L.; WADDELL, L. S. Blood Gas Analyzers. **Topics in Companion Animal Medicine**, Point of Care Testing. v. 31, n. 1, p. 27–34, 1 mar. 2016.

HAWKINS, R. Managing the Pre- and Post-analytical Phases of the Total Testing Process. **Annals of Laboratory Medicine**, v. 32, n. 1, p. 5–16, 20 dez. 2011.

HOPPER, K. *et al*. Evaluation of acid–base disorders in dogs and cats presenting to an emergency room. Part 1: Comparison of three methods of acid–base analysis. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 24, n. 5, p. 493–501, 2014.

HUSSEIN, H. A.; AAMER, A. A. Influence of different storage times and temperatures on blood gas and acid-base balance in ovine venous blood. **Open Veterinary Journal**, v. 3, n. 1, p. 1–7, 3 jan. 2013.

IRIZARRY, R.; REISS, A. Arterial and venous blood gases: indications, interpretations, and clinical applications. **Compendium (Yardley, PA)**, v. 31, n. 10, p. E1-7; quiz E7, 1 out. 2009.

KADWA, A. R.; GRACE, J. F.; ZEILER, G. E. Sources of error in acid-base analysis from a blood gas analyser result: a narrative review. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 93, n. 2, p. 89–98, set. 2022.

KNOWLES, T. P. *et al*. Effects of Syringe Material, Sample Storage Time, and Temperature on Blood Gases and Oxygen Saturation in Arterialized Human Blood Samples. **Respiratory Care**, v. 51, n. 7, p. 732–736, 1 jul. 2006.

LEAL, M. L. DO R. *et al*. Influence of refrigeration on blood gas analysis of caprine venous blood. **Braz. j. vet. res. anim. sci**, p. 105–110, 2010.

LISS, H. P.; PIYNE, C. P. Stability of Blood Gases in Ice and at Room Temperature. **Chest**, v. 103, n. 4, p. 1120–1122, abr. 1993.

MAHONEY, J. J. *et al*. Changes in oxygen measurements when whole blood is stored in iced plastic or glass syringes. **Clinical Chemistry**, v. 37, n. 7, p. 1244–1248, 1 jul. 1991.

MCGROTTY, Y.; BILBROUGH, G. Blood gases, electrolytes and interpretation 2. Electrolytes. **In Practice**, v. 35, n. 3, p. 115–121, 2013.

MCGROTTY, Y.; BROWN, A. Blood gases, electrolytes and interpretation 1. Blood gases. **In Practice**, v. 35, n. 2, p. 59–65, 2013.

PICANDET, V.; JEANNERET, S.; LAVOIE, J.-P. Effects of Syringe Type and Storage Temperature on Results of Blood Gas Analysis in Arterial Blood of Horses. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 21, n. 3, p. 476–481, 2007.

PICCIONE, G. *et al*. Changes in gas composition and acid-base values of venous blood samples stored under different conditions in 4 domestic species. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 36, n. 4, p. 358–360, 2007.

REZENDE, M. L.; HASKINS, S. C.; HOPPER, K. The effects of ice-water storage on blood gas and acid–base measurements. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 17, n. 1, p. 67–71, 2007.

RIBEIRO FILHO, J. D. *et al*. Hemogasometria em cães com desidratação experimental tratados com soluções eletrolíticas comerciais administradas por via intravenosa. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1914–1919, out. 2008.

SANDHAGEN, B. *et al*. Distribution of Blood Gases, Glucose and Lactate within Stored Blood Units. **Vox Sanguinis**, v. 55, n. 3, p. 139–142, 1988.

SMEENK, F. W. *et al*. Effects of four different methods of sampling arterial blood and storage time on gas tensions and shunt calculation in the 100% oxygen test. **European Respiratory Journal**, v. 10, n. 4, p. 910–913, 1 abr. 1997.

SRISAN, P. *et al*. Effects of temperature and time delay on arterial blood gas and electrolyte measurements. **Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet Thangphaet**, v. 94 Suppl 3, p. S9-14, ago. 2011.

TESKE, E. Canine malignant lymphoma: A review and comparison with human non-hodgkin's lymphoma. **Veterinary Quarterly**, v. 16, n. 4, p. 209–219, dez. 1994.

TRIPLETT, K. E. *et al*. Can the blood gas analyser results be believed? A prospective multicentre study comparing haemoglobin, sodium and potassium measurements by blood gas analysers and laboratory auto-analysers. **Anaesthesia and Intensive Care**, v. 47, n. 2, p. 120–127, mar. 2019.

VLEESKENS, E.; CLARKE, R. J. Kinetic contribution to extracellular Na+/K+ selectivity in the Na+/K+ pump. **FEBS Open Bio**, v. 8, n. 5, p. 854–859, 2018.