

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Biomarcadores preditivos no diagnóstico dos desequilíbrios
hemogasométricos e bioquímicos no paciente equino com abdome agudo**

Guilherme Henrique Lopes Soares
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

GUILHERME HENRIQUE LOPES SOARES

**Biomarcadores preditivos no diagnóstico dos desequilíbrios
hemogasométricos e bioquímicos no paciente equino com abdome agudo**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Jose Dantas Ribeiro Filho

Coorientadores: Fabricio L. Valente
Raffaella B. C. T. Santos

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S676b
2025
Soares, Guilherme Henrique Lopes, 1993-
Biomarcadores preditivos no diagnóstico dos desequilíbrios
hemogasométricos e bioquímicos no paciente equino com
abdome agudo : hemogasometria em equinos com abdome agudo
/ Guilherme Henrique Lopes Soares. – Viçosa, MG, 2025.
1 dissertação eletrônica (68 f.): il.

Inclui apêndice.

Orientador: José Dantas Ribeiro Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Medicina Veterinária, 2025.

Referências bibliográficas: f. 62-67.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.227>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Cavalos - Doenças. 2. Abdome agudo. 3. Cólica. 4.
Gasometria. 5. Biomarcadores. I. Ribeiro Filho, José Dantas,
1961-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Medicina
Veterinária. III. Título.

CDD 22. ed. 616.1089755

GUILHERME HENRIQUE LOPES SOARES

**Biomarcadores preditivos no diagnóstico dos desequilíbrios
hemogasométricos e bioquímicos no paciente equino com abdome agudo**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de fevereiro de 2025.

Assentimento:

Guilherme Henrique Lopes Soares
Autor

Jose Dantas Ribeiro Filho
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 13/05/2025 às 19:08:08 e pelo orientador em 13/05/2025 às 22:45:47. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **DX2Q.TQIF.FVW1** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, toda honra e toda glória, pois a Ele pertencem.

Aos meus pais, Neide e Sérgio, especialmente à minha mãe, que sempre me apoiou e incentivou.

Aos meus orientadores, pelo aceite e pela confiança em meu trabalho. Em especial, ao Professor Dantas, sou imensamente grato por tudo o que me ensinou e orientou. Tenho uma grande admiração pelo senhor, por sua vasta experiência acadêmica e clínica, e por ter despertado em mim o interesse pela medicina laboratorial

associado à clínica do paciente.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pósgraduação.

Ao Centro Universitário Univértix, por disponibilizar o equipamento utilizado e os dados dos pacientes atendidos em seu hospital veterinário, além de sempre apoiar

e incentivar trabalhos como este.

A toda equipe do Hospital Veterinário Univértix, médicos veterinários e estagiários, pelo apoio e ajuda na coleta de dados e no processamento das amostras.

Ao Bruno, que autorizou o uso dos dados dos pacientes e que sempre me apoia. Obrigado pela parceria e confiança; tenho grande admiração por você e pelo seu

compromisso com uma medicina equina de excelência.

À Nadyne e à Taynara, que estiveram comigo durante esses anos, tornando o mestrado mais leve e agradável e sempre me ajudando.

À Lorena Meira, que, mesmo à distância, sempre me apoia e aconselha em todas as áreas da minha vida. Considero-a uma excelente colega de trabalho e uma grande amiga.

Aos equinos, que sempre me motivam a evoluir.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

SOARES, Guilherme Henrique Lopes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2025. **Biomarcadores preditivos no diagnóstico dos desequilíbrios hemogasométricos e bioquímicos no paciente equino com abdome agudo.** Orientador: Jose Dantas Ribeiro Filho. Coorientadores: Fabricio Luciani Valente e Raffaella Bertoni Cavalcanti Teixeira Santos.

O abdome agudo equino caracteriza-se como uma síndrome comum na rotina clínica do Médico Veterinário Hippiatra, associando-se a distúrbios hidroeletrólíticos e ácidobase que aumentam o risco de mortalidade. Este estudo objetivou avaliar os perfis ácido-base e bioquímico como biomarcadores preditivos do diagnóstico e prognóstico no paciente equino com abdome agudo ocasionado por processos inflamatórios, estrangulantes e não-estrangulantes. Os pacientes acometidos por abdome agudo foram assim distribuídos: Grupo inflamatório (Ginflamatório), Grupo estrangulativo (Gestrangulativo) e Grupo não-estrangulativo (GNão-estrangulativo). Foram coletadas amostras sanguíneas para análises hemogasométricas (pH, pO₂, pCO₂, HCO₃⁻, tCO₂, cBase (ef), cBase (b), cSO₂, Agap e DIF₃), bioquímicas (Na⁺, K⁺, Cl⁻, iCa²⁺, ureia, creatinina, glicose e lactato), além do Hct e cHgb. Nos animais do Ginflamatório detectou-se diminuição nos valores do pH, HCO₃⁻, tCO₂, cBase, cSO₂, e aumento nos do Agap. Nos animais do Gestrangulativo e GNÃOestrangulativo observou-se decréscimos menos acentuados nos valores de HCO₃⁻, tCO₂ e cBase (efc). No Ginflamatório detectou-se o menor valor de Cl⁻, enquanto nos grupos estrangulativo e não-estrangulativo registrou-se os menores valores de iCa⁺⁺. Em conclusão, os animais do grupo Inflamatório apresentaram acidose metabólica caracterizada pelo decréscimo nos valores do pH, HCO₃⁻, tCO₂, cBase e aumento nos do Agap. Apesar da complexidade da etiopatogenia nos casos de abdome agudo, esses resultados podem oferecer ao Veterinário auxílio preditivo de diagnóstico e prognóstico no paciente equino com abdome agudo.

Palavras-chave: Cavalos. Paciente, Cólica, Hemogasometria, Exame bioquímico

ABSTRACT

SOARES, Guilherme Henrique Lopes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2025. **Predictive biomarkers in the diagnosis of acid-base and biochemical imbalances in equine patient with acute abdomen.** Adviser: Jose Dantas Ribeiro Filho. Co-advisers: Fabricio Luciani Valente and Raffaella Bertoni Cavalcanti Teixeira Santos.

The equine acute abdomen is characterized as a common syndrome in the clinical routine of the Equine Veterinarian, associated with hydroelectrolytic and acid-base disorders that increase the risk of mortality. This study aimed to evaluate acid-base and biochemical profiles as predictive biomarkers for diagnosis and prognosis in equine patients with acute abdomen caused by inflammatory, strangulating, and nonstrangulating processes. Patients affected by acute abdomen were distributed as follows: Inflammatory Group (Ginflammatory), Strangulating Group (Gstrangulating), and Non-strangulating Group (Gnon-strangulating). Blood samples were collected for blood gas analysis (pH, pO₂, pCO₂, HCO₃⁻, tCO₂, cBase (ecf), cBase (b), cSO₂, Agap, and DIF3), biochemical analysis (Na⁺, K⁺, Cl⁻, iCa²⁺, urea, creatinine, glucose, and lactate), as well as Hct and cHgb. In the Ginflammatory group, a decrease in pH, HCO₃⁻, tCO₂, cBase, and cSO₂ values was detected, along with an increase in Agap levels. In the Gstrangulating and Gnon-strangulating groups, less pronounced decreases were observed in HCO₃⁻, tCO₂, and cBase (ecf) values. The lowest Cl⁻ values were detected in the Ginflammatory group, while the strangulating and non-strangulating groups showed the lowest iCa²⁺ values. In conclusion, animals in the Inflammatory group exhibited metabolic acidosis, characterized by decreased pH, HCO₃⁻, tCO₂, and cBase values, along with increased Agap levels. Despite the complexity of the etiopathogenesis of acute abdomen cases, these results may provide veterinarians with predictive assistance for the diagnosis and prognosis of equine patients with acute abdomen.

Keywords: Horses, Patient, Blood gas analysis, Biochemical examination

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Valores de Grau de acidez em escala (pH) de acordo com os grupos	22
Figura 2- Valores de Concentração de bicarbonato (cHCO_3^-) de acordo com os grupos.....	24
Figura 3 - Valores de pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2) de acordo com os grupos.....	25
Figura 4 - Valores de Concentração de base ($\text{cBase}_{\text{ecf}}$) de acordo com os grupos.....	27
Figura 5 - Valores de Concentração de base (cBase_{b}) de acordo com os grupos.....	27
Figura 6 - Valores de Dióxido de Carbono Total (tCO_2) de acordo com os grupos.....	29
Figura 7 - Valores de pressão parcial de oxigênio (pO_2) de acordo com os grupos.....	30
Figura 8 - Valores de Anion Gap (Agap) de acordo com os grupos.....	31
Figura 9 - Valores de Saturação de oxigênio (cSO_2) de acordo com os grupos.....	33
Figura 10 - Valores de Diferença de Íons fortes (DIF) de acordo com os grupos.....	35
Figura 11 - Valores de Sódio (Na^+) de acordo com os grupos.....	39
Figura 12 - Valores de Potássio (K^+) de acordo com os grupos.....	41
Figura 13 – Valores de Cloreto (Cl^-).....	44
Figura 14 – Valores de Cálcio Ionizado (iCa^{2+}).....	46
Figura 15 – Valores de Hematócrito (Hct).....	48
Figura 16 – Valores de Concentração de Hemoglobina (cHgb).....	50
Figura 17 – Valores de Glicose (Glu).....	51
Figura 18 – Valores de Lactato (Lac).....	53
Figura 19 - Valores de Nitrogênio Ureico (BUN).....	55
Figura 20 - Valores de Creatinina (Crea).....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização e distribuição dos pacientes equinos nos seus respectivos grupos conforme os processos, doenças ou síndromes geradoras do quadro de abdome agudo.....	18
Tabela 2 – Parâmetros hemogasométricos de equinos com abdome agudo de acordo com a origem da enfermidade. Resultados expressos em média \pm DP ou mediana (IQR).....	21
Tabela 3 – Parâmetros bioquímicos de equinos com abdome agudo de acordo com a origem da enfermidade. Resultados expressos em média \pm DP ou mediana (IQR).....	37
Tabela 4 - Valores de referências para intensidade dos desequilíbrios ácido-base em equinos.....	58
Tabela 5 – Diagnósticos dos distúrbios ácido-base referentes aos três grupos.....	58
Tabela 6 - Diagnóstico dos distúrbios ácido-base referentes as diversas etiologias de cólica.....	59
Tabela 7 - Parâmetros Hemogasométricos e Bioquímicos para Sangue Venoso de Equinos.....	67

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

pH	Potencial Hidrogeniônico
pO ²	Pressão Parcial de Oxigênio
pCO ²	Pressão Parcial de Dióxido de Carbono
cHCO ₃ ⁻	Concentração de Bicarbonato
tCO ₂	Dióxido de Carbono Total
cBase (b)	Concentração de Base no sangue
cBase (ecf)	Concentração de Base no Líquido Extracelular
sO ₂	Saturação de Oxigênio
Na ⁺	Sódio
Cl ⁻	Cloreto
Lac	Lactato
iCa ²⁺	Cálcio Ionizado
BUN	Nitrogênio Ureico
Crea	Creatinina
Glu	Glicose
Agap	Ânion Gap
DIF	Diferença de Íons Fortes
Hct	Hematócrito
cHgb	Concentração de Hemoglobina

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Síndrome cólica equina.....	12
2.2 Hemogasometria.....	13
3. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	17
3.1 Objetivos gerais.....	17
3.2 Objetivos específicos	17
3.3 Hipótese.....	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1 Local de execução.....	18
4.2 Ética.....	18
4.3 Animais.....	18
4.4. Delineamento experimental.....	19
4.5 Grupo experimental.....	20
4.6 Colheita, processamento e avaliações das amostras.....	20
4.7 Análise de dados.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÕES.....	61
7. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	61
8. REFERÊNCIAS.....	62
9. APÊNCIDE.....	68

1. INTRODUÇÃO

O organismo equino adequadamente hidratado é capaz de realizar processos que auxiliam na sua homeostase. Contudo, com a domesticação dessa espécie e consequente mudança no manejo, a desidratação se tornou um dos principais distúrbios observados. Como resultado, distúrbios hidroeletrolíticos e ácido base também passaram a ser corriqueiros e são relevantes no prognóstico do paciente (Fielding e Magdesian, 2015).

A desidratação pode ocorrer tanto em equinos saudáveis submetidos a atividades atléticas intensas, caracterizada por sudorese profusa e considerável perda de eletrólitos, quanto em equinos submetidos a períodos prolongados de jejum hídrico e alimentar. Entretanto, a incidência mais comum de quadros de desidratação está em equinos acometidos por uma variedade de doenças, como a síndrome cólica e diarreias. Nestes casos, ocorrem expressivas perdas hídricas e eletrolíticas (Ribeiro-Filho *et al.*, 2007).

A síndrome cólica equina é a emergência mais frequente na clínica médica, afetando aproximadamente um em cada quatro cavalos anualmente, representando cólicas de caráter clínicos e cirúrgicos. Este distúrbio acarreta considerável preocupação em relação ao bem-estar dos pacientes, além de representar prejuízo financeiro e emocional para os seus proprietários e, muitas vezes, causar o óbito do paciente (Bookbinder e Prisk, 2023)

A hemogasometria desempenha um papel crucial na avaliação da hidratação, estado ácido-base e níveis de eletrólitos no sangue. Essa análise laboratorial ajuda a determinar o perfil hidroeletrolítico, a perfusão tecidual e a função dos sistemas respiratório e renal nos equinos, aspectos fundamentais para avaliar a eficácia da hidratação e o estado fisiológico geral desses animais (Ribeiro-Filho *et al.*, 2020).

Um estudo conduzido por Viterbo *et al.*, (2023), envolvendo uma amostra de 352 equinos, revelou consideráveis disparidades nos resultados de avaliação de eletrólitos e equilíbrio ácido-base, ao comparar animais com síndrome cólica e saudáveis. O modelo de íons fortes apresenta uma perspectiva acerca da fisiopatologia dos distúrbios ácido-base. Essa abordagem quantitativa permite compreender como o pH pode ser modificado por variações nas concentrações plasmáticas de proteínas e fosfato em equinos, bem como por alterações nos íons fortes, tais como o sódio (Na^+) e o cloreto (Cl^-).

Posto isso, a hemogasometria emerge como um importante auxílio para o monitoramento e manejo adequado de equinos com cólica. Objetivando contribuir com informações essenciais para compreender e avaliar os parâmetros cardiovasculares, distúrbios respiratórios e desordens de origens metabólicas, orientando as intervenções terapêuticas de modo assertivo e preciso no atendimento de cólicas, pois na gastroenterologia equina ainda existe uma lacuna correlacionada aos distúrbios e a análise hemogasométrica e eletrolítica, que poderia contribuir significativamente para o entendimento e tratamento clínico dessas condições.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1: Síndrome Cólica Equina

Um estudo retrospectivo conduzido por Bowden *et al.*, (2020), envolvendo 914 equinos com cólica, revelou que 23,9% dos casos foram classificados como críticos, necessitando de intervenção cirúrgica, enquanto 18% foram submetidos à eutanásia. A maioria dos casos (58,1%), foi tratada clinicamente. Estima-se que 80 a 85% destes casos são interpretados como cólicas simples ou íleo adinâmico sem se chegar a um diagnóstico específico. O processo obstrutivo simples é causado por estase ou timpanismo, bloqueio do lúmen por uma massa de ingesta ou por um corpo estranho, ou ainda por compressão externa do intestino por uma aderência, abscesso ou tumor (Gillen e Archer, 2023).

As lesões intestinais com isquemia são de significativa importância devido à sua etiologia e à complexidade variada de sua fisiopatogenia, bem como pelas sequelas e complicações subsequentes que podem ocorrer. Além disso, o comprometimento sistêmico associado e o fato de serem afecções que, invariavelmente, só podem ser tratadas cirurgicamente ressaltam a gravidade desses casos. Vinte por cento dos pacientes submetidos a tratamento cirúrgico apresentaram infecções da ferida cirúrgica no período pós-operatório, sendo essa ocorrência correlacionada com o estado inicial do paciente e a abordagem terapêutica adotada (Aitken, 2023).

As enterites e tiflocolites são afecções gastrointestinais que causam episódios de desconforto abdominal, que podem variar de moderada a intensa. Essas condições envolvem inflamação intensa no segmento intestinal e destruição de enterócitos e distúrbios da permeabilidade da mucosa intestinal, possibilitando a translocação de

patógenos para a corrente sanguínea. A etiologia das enterites e tiflocolites pode estar associada a diversos agentes patogênicos, incluindo bactérias, fungos, vírus e parasitas, e frequentemente relacionada às disbioses intestinais (Bianchi *et al.*, 2019).

Afecções inflamatórias gastrointestinais resultam em intensa desidratação, com perdas hidroeletrólíticas significativas quando presentes refluxo ou diarreia. Essas perdas ocasionam desequilíbrios como hiponatremia, hipocalemia e hipocloremia, que estão associados a alterações sistêmicas e desequilíbrio ácido-base. Um estudo realizado por Di Filippo *et al.*, (2008), verificou ocorrência de acidose metabólica relacionada à hipovolemia dos equinos com cólica e acidose metabólica em equinos com cólica, relacionada ao aumento da produção de lactato durante a glicólise anaeróbica decorrente da hipovolemia.

A cólica equina apresenta desafios tanto no diagnóstico quanto no tratamento, por se tratar de uma síndrome, assim sendo sua natureza multifatorial, que envolve uma variedade de fatores sistêmicos e metabólicos. Muitos equinos com cólica exibem sinais clínicos que se assemelham à síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS). Doenças inflamatórias intestinais, obstruções ou estrangulamentos frequentemente são associadas a SIRS e endotoxemia (Moore e Vandenplas, 2014).

Os critérios utilizados para identificar SIRS não fornecem informações sobre a causa subjacente da cólica devido à sua falta de precisão. No entanto, o principal critério de tratamento é o restabelecimento do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base. A reposição adequada está diretamente relacionada ao prognóstico do paciente, principalmente quando a hidratação necessária ultrapassa a manutenção, requerendo reposição (Nocera *et al.*, 2021).

2.2: Hemogasometria

Os principais parâmetros avaliados na hemogasometria incluem o pH sanguíneo, os níveis de dióxido de carbono no plasma ($t\text{CO}_2$), bicarbonato e concentração de base (cBase), juntamente com as pressões parciais de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), oxigênio ($p\text{O}_2$) e saturação de oxigênio (SaO_2). Esta análise pode ser conduzida tanto em amostras de sangue venoso quanto arterial, com o intuito de estabelecer uma avaliação clínica do equilíbrio ácido-base. Os eletrólitos podem ser aferidos na análise de hemogasometria em alguns equipamentos, os principais são o sódio (Na^+), potássio (K^+), cloreto (Cl^-) e cálcio ionizado ($i\text{Ca}^{2+}$) (Peiró *et al.*, 2010).

O pH sanguíneo dos equinos constitui um indicador crucial do equilíbrio ácido base no sangue, com valores normais variando entre 7,38 e 7,44. Desvios desses valores de referência podem indicar acidemia ou alcalemia. Este equilíbrio é essencial para o funcionamento adequado das enzimas e dos processos metabólicos no organismo. A variação do pH pode ocorrer devido a exercícios intensos, que promovem o acúmulo de ácido láctico que aumenta a concentração de H^+ e diminui o pH, doenças respiratórias que comprometem a troca gasosa, distúrbios renais que afetam a excreção de ácidos e bases, enfermidades gastrointestinais ou uma dieta inadequada (Ribeiro-Filho *et al.*, 2007).

A avaliação da pO_2 indica a eficácia das trocas gasosas entre os alvéolos e capilares pulmonares, sendo mensurada na hemogasometria em milímetros de mercúrio (mmHg). Valores normais de pO_2 em repouso, variam entre 90 e 100 mmHg. Níveis baixos de pO_2 podem indicar hipoxemia, resultante de doenças pulmonares, insuficiência cardíaca ou distúrbios ácido base. Embora os distúrbios ácido base afetem primariamente o pH e a concentração de íons bicarbonato e dióxido de carbono, as alterações na ventilação e perfusão associadas podem impactar indiretamente a pO_2 . A interpretação da pO_2 deve ser feita em conjunto com outros parâmetros, como a SaO_2 (Winiszewski *et al.*, 2022).

O parâmetro de pCO_2 quantifica o CO_2 dissolvido, refletindo a eficiência da ventilação pulmonar. Com trocas gasosas adequadas, os níveis de dióxido de carbono permanecem nos valores de referência para equinos, entre 38 e 44 mmHg. Contudo, se houver alguma falha nas trocas gasosas decorrente de hipoventilação pulmonar, ocorrerá acúmulo de CO_2 no sangue. Dessa forma, o pCO_2 estará acima dos valores de referência, o que é comum em quadros de acidose respiratória. Em casos de hiperventilação pulmonar, as trocas gasosas ocorrerão em excesso, resultando na diminuição do pCO_2 , alteração normalmente identificada em quadros de alcalose respiratória (Silva *et al.*, 2023).

A SaO_2 está relacionada ao equilíbrio ácido base, o qual é fundamental para a manutenção da homeostase. Na acidose respiratória, o acúmulo CO_2 reduz o pH sanguíneo, resultando em dissociação da oxihemoglobina e comprometendo a oxigenação tecidual. Na alcalose respiratória, a hiperventilação eleva o pH, dificultando a liberação de oxigênio nos tecidos. Desequilíbrios metabólicos, como a acidose metabólica, também influenciam negativamente a saturação de oxigênio, prejudicando a oxigenação dos tecidos. Portanto, a manutenção de um pH sanguíneo adequado é crucial para assegurar o transporte eficiente de oxigênio no organismo (Dumont, 2015).

A alteração dos valores de ânion gap pode decorrer tanto do aumento de cátions não mensuráveis quanto da diminuição de ânions não mensuráveis. As principais alterações

metabólicas associadas à diminuição do ânion gap incluem hipercalcemia, hipermagnesemia, hipergamaglobulinemia e hipoalbuminemia. O ânion gap tem se mostrado uma ferramenta valiosa na identificação das diversas etiologias da acidose metabólica. Sua elevação está geralmente associada à acidose metabólica normoclorêmica, enquanto, nos casos de acidose metabólica hiperclorêmica, os valores do ânion gap tendem a permanecer dentro dos limites de referência (Farias *et al.*, 2011).

A Diferença de Íons Fortes (DIF) constitui um parâmetro fundamental na análise do equilíbrio ácido-base em equinos, por expressar a diferença entre as concentrações de cátions e ânions fortes presentes no plasma sanguíneo. Variações nesse parâmetro podem refletir alterações metabólicas relevantes, especialmente em condições de exercício físico intenso ou durante a hidratação com soluções eletrolíticas. Nesse contexto, a literatura evidencia a relevância do monitoramento da DIF em equinos, tanto em ambientes clínicos quanto em situações de esforço físico, visando à identificação precoce de distúrbios ácido-base e à adoção de medidas terapêuticas apropriadas (Constable *et al.*, 2005).

O $t\text{CO}_2$ representa a soma total do CO_2 no sangue. O plasma representa 7% do transporte, seguido pela hemoglobina que se associa formando a carboxihemoglobina, representando 23%. O principal responsável pelo transporte é o bicarbonato, que representa 70%, sendo um indicador crucial do estado ácido-base do paciente. Segundo Yee *et al.*, (2022), o HCO_3^- representa 95% do $t\text{CO}_2$, sendo que os valores fisiológicos de $t\text{CO}_2$ variam entre 28 e 30 mEq/L. A interpretação do $t\text{CO}_2$, juntamente com outros parâmetros, é essencial para uma avaliação completa do equilíbrio ácido-base.

A concentração da base (cBase) é calculado a partir do pH sanguíneo e da $p\text{CO}_2$, constituindo um parâmetro crucial para a identificação de acidose ou alcalose metabólicas. Os valores de bicarbonato e a cBase são equivalentes tanto no sangue arterial quanto no venoso. Na análise da hemogasometria, valor abaixo de 0 mmol/L indica um déficit de bases, comum em casos de acidose metabólica. Em contraste, valores acima de 5 mmol/L indicam um excesso de bases no organismo, refletindo quadros de alcalose metabólica (Ribeiro-Filho *et al.*, 2020).

O nitrogênio ureico (BUN, do inglês *Blood Urea Nitrogen*) é um composto nitrogenado presente no sangue, derivado da ureia, que é o principal produto do metabolismo de proteínas no fígado. Ele reflete a taxa de excreção de ureia pelos rins e é utilizado como indicador da função renal e do estado metabólico. Níveis elevados de BUN podem indicar insuficiência renal, desidratação, ou aumento do catabolismo proteico,

enquanto níveis baixos podem estar associados a doenças hepáticas, desnutrição ou ingestão proteica reduzida (Pagana *et al.*, 2021)

O íon sódio (Na^+) é essencial para o equilíbrio eletrolítico, atuando na regulação osmótica e na geração de potencial de ação em tecidos excitáveis. A concentração plasmática de sódio reflete o estado de hidratação e volemia do organismo. Distúrbios como hipernatremia e hiponatremia podem ocorrer, apresentando sintomas neurológicos graves ou assintomáticos. Hipernatremia está associada à desidratação, enquanto hiponatremia reflete perda excessiva de sódio, podendo levar a desequilíbrios graves (Lindinger, 2021).

O íon potássio (K^+) é essencialmente intracelular, com regulação envolvendo ingestão, absorção e excreção. Hipocalemia resulta em hiperpolarização e sintomas como fraqueza muscular e hipomotilidade intestinal. Perdas de potássio ocorrem via gastrointestinal ou renal, enquanto a hipercalemia pode desencadear arritmias cardíacas graves. A regulação dos níveis de potássio é vital para a saúde celular e cardíaca, com causas de desequilíbrio diversas, incluindo dieta e problemas renais. Monitorização e reposição precisas de potássio são essenciais, especialmente em casos de perdas por refluxo e diarreia, ou durante a hidratação com soluções hidroeletrólíticas com baixo teor de potássio pois estimula a diurese e consequente perda de potássio (Gomes e Pereira, 2021).

O ânion cloreto (Cl^-) acompanha a distribuição do sódio no líquido extracelular e é absorvido no trato gastrointestinal. Além de sua função na eletroneutralidade e na pressão osmótica, regula o equilíbrio ácido base e a contração muscular. Sua regulação ocorre pela excreção urinária e reabsorção passiva nos túbulos renais. Desajustes nos níveis de cloreto estão frequentemente associados a desequilíbrios de sódio, manifestando-se como hiperclorêmia ou hipoclorêmia. Enquanto a hiperclorêmia é geralmente assintomática, a hipoclorêmia pode causar sintomas como sudorese excessiva e desequilíbrios ácido base, como a acidose metabólica (Kirsch e Sandersen, 2020).

A desidratação é uma ocorrência comumente observada na clínica médica de equinos, sendo um dos principais fatores responsáveis pela ocorrência da acidose metabólica nesses indivíduos, e pode ser classificada como hipotônica, isotônica ou hipertônica. Na desidratação isotônica, ocorre uma redução no volume do líquido extracelular, sem que haja alterações na pressão osmótica. Portanto, não há variações no volume de líquido intracelular (Alves *et al.*, 2013).

Distúrbios eletrolíticos e ácido base, são comuns em cavalos com enfermidades gastrointestinais e são uma causa significativa de mortalidade. Eles são especialmente prevalentes em cavalos tratados cirurgicamente, podendo estar presente antes, durante e após a cirurgia, devido a desvio de fluxo sanguíneo e resposta inflamatória intensa e perda hídrica (Adami *et al.*, 2020).

Borer e Corley, (2006), verificaram que 54% dos cavalos admitidos por cólica cirúrgica apresentavam concentrações séricas de magnésio ionizado abaixo do intervalo de referência pré-operatório, enquanto 86% demonstraram concentrações subnormais de cálcio ionizado. As anormalidades eletrolíticas são particularmente prevalentes em equinos com obstruções intestinais estrangulantes. Esses animais exibem concentrações séricas pré-operatórias mais baixas de magnésio e cálcio ionizado quando comparados aos cavalos com lesões não estrangulantes (Garcia-Lopez *et al.*, 2001). Adicionalmente, os equinos com diminuição do magnésio ionizado pré-operatório apresentaram maior probabilidade de serem submetidos à eutanásia durante o procedimento cirúrgico.

Estudos envolvendo equinos, têm estabelecido uma relação entre altas concentrações plasmáticas de lactato em diversos desfechos clínicos, tais como o prognóstico de equinos com cólica, taxas de mortalidade, presença de lesões intestinais estrangulantes ou não, bem como o tempo de sobrevivência após a alta hospitalar, também estão associadas a cálcio ionizado baixo em pacientes em choque, e é possível que o lactato pode quelar os íons de cálcio induzindo bloqueio atrioventricular, taquicardia ventricular e despolarizações prematuras (Paim *et al.*, 2019).

A rápida reposição de eletrólitos em equinos ocorre por meio da administração de soluções balanceadas, sendo esta efetuada por via parenteral intravenosa ou enteral realizada por meio de sondagem nasogástrica ou nasoesofágica. A hidratação enteral (HET) pode ser realizada de forma intermitente em bolus ou em fluxo contínuo. Uma das principais complexidades ligadas à administração da solução enteral é a garantia de que o sistema gastrointestinal esteja apto a receber o volume de solução de maneira eficaz e absorver todos os eletrólitos necessários (Silveira *et al.*, 2012).

3. OBJETIVOS E HIPÓTESE

Objetivo Geral

- Este estudo objetivou avaliar os perfis ácido-base e bioquímico como biomarcadores preditivos do diagnóstico e prognóstico no paciente equino com abdome agudo associados a processos inflamatórios, estrangulantes e não-estrangulantes.

Objetivo Específico

- Aferir, interpretar e comparar os componentes da hemogasometria venosa e do exame bioquímico realizados imediatamente após a chegada do paciente equino com abdome agudo ao hospital veterinário, para que possam ser utilizados como fatores preditivos de diagnóstico e prognóstico em processos inflamatórios, estrangulantes e não-estrangulantes;
- Reconhecer e caracterizar as variáveis hemogasométricas e bioquímicas presentes no paciente equino com abdome agudo associado a processos inflamatórios, estrangulantes e não-estrangulantes para que possam ser concebidas como distúrbios preponderante nesse tipo de paciente, quando não se dispõe do exame laboratorial.

Hipótese

- Hipotetizamos que a hemogasometria e o exame bioquímico podem ser utilizados como fatores preditivos de diagnóstico e prognóstico.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Locais de execução

A condução do experimento foi realizada nas dependências do Hospital Veterinário, localizado no Centro Universitário Univértix, e no Departamento de Medicina Veterinária, localizado na Universidade Federal de Viçosa (DVT/UFV).

4.2: Ética

A realização deste estudo experimental seguiu as normas de conduta para o uso de animais no ensino, pesquisa e extensão, do Departamento de Veterinária (DVT) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sob a responsabilidade do Professor José Dantas Ribeiro Filho, CRMV-MG 5316. O protocolo experimental foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Centro Universitário Univértix, sob o processo nº 5/2024.

4.3: Animais

Os animais utilizados no presente estudo são pacientes do Hospital Veterinário do Centro Universitário Univértix, visando à investigação e tratamento de síndromes ou doenças gastrointestinais. Este processo abrange pacientes clínicos e cirúrgicos, ocorrendo no período compreendido entre fevereiro e setembro de 2024.

Imediatamente após a chegada dos animais ao Hospital Veterinário foram realizados exames físicos por meio de abordagem semiológica, abrangendo avaliações que compreendem exames como inspeção, palpação e ausculta da frequência cardíaca, respiratória, coloração de mucosas, temperatura corporal e motilidade intestinal.

4.4: Delineamento experimental

No presente estudo foi adotado o delineamento observacional, com uma coorte retrospectiva. Os grupos são definidos com base na condição clínica, sem manipulação experimental, e com análise estatística para comparar as variáveis entre esses grupos.

4.5: Grupos experimentais

Após o exame físico e caracterização do diagnóstico clínico, os pacientes foram distribuídos em três grupos experimentais, descritos a seguir:

- Grupo Inflamatório (GInflamatório) – constituído por 22 pacientes
- Grupo Estrangulativo (Gestrangulante) – constituído por 35 pacientes
- Grupo Não-estrangulativo (GNão-estrangulante) – constituído por 15 pacientes

Tabela 1. Caracterização e distribuição dos pacientes equinos nos seus respectivos grupos conforme os processos, doenças ou síndromes geradoras do quadro de abdome agudo.

Grupos	Enfermidades
Inflamatórias (Ginflatatório) (n = 22)	Gastrite (4)
	Enterite anterior (4)
	Tiflíte (3)
	Colite (11)
Estrangulativas (Gestrangulativo) (n= 15)	Encarceramento nefroesplênico (3)
	Torção de intestino grosso (3)
	Hérnia inguinoescrotal (4)
	Intussuscepção do intestino delgado (1)
	Intussuscepção do intestino grosso (1)
Não-estrangulativas (GNão-estrangulativo) (n= 35)	Ruptura intestinal (3)
	Deslocamento do intestino grosso (5)
	Compactação gástrica (2)
	Compactação intestino delgado (3)
	Compactação cólon maior (15)
	Compactação cólon menor (8)
	Compactação de ceco (1)
Enterolitíase (1)	

4.6: Colheita, processamento e avaliação das amostras

A colheita de amostras de sangue venoso foi realizada por meio da punção da veia jugular externa, de forma asséptica com o volume coletado de 0,7 ml. Tal procedimento antecedeu quaisquer administrações de fármacos ou soluções hidroeletrólíticas. As seringas destinadas à hemogasometria, da marca BD, são passíveis de utilização para a mensuração tanto de gases sanguíneos quanto para outras análises pertinentes à terapia intensiva. Estas seringas são preenchidas com heparina de lítio contendo cálcio, a proporção de 50 UI de heparina por mL de sangue, conforme estabelecido pela International Federation of Clinical Chemistry (IFCC). A aplicação da heparina é realizada por aspersão na parede da seringa, proporcionando resultados mais precisos e prevenindo a formação de microcoágulos.

Imediatamente após a coleta, um volume aproximado de 92 a 100 microlitros (μL) de sangue foi injetado no cartão de teste do analisador. Ao atingir a quantidade necessária, um sinal sonoro foi emitido pelo equipamento, indicando o limite adequado para a análise. A amostra foi processada utilizando o analisador de gases sanguíneos E poc® da Siemens Healthineers . Na avaliação hemogasométrica aferiu-se o pH, pressão parcial de oxigênio ($p\text{O}_2$), pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), concentração de bicarbonato (HCO_3^-), conteúdo de tCO_2 , concentração de base do líquido extracelular (cBase ecf), concentração de base do sangue (cBase b), saturação de oxigênio (cSO₂), hematócrito (Hct) e concentração de hemoglobina (cHgb). Na mesma amostra biológica, o hemogasômetro mensurou o sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio ionizado ($i\text{Ca}^{2+}$), cloreto (Cl), ureia, creatinina, lactato e glicose sanguíneos.

Para o cálculo do Anion Gap (Agap) e Diferença de Íons Fortes (DIF₃) foram utilizadas as seguintes fórmulas:

- $\text{Agap (mmol/L)} = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$
- $\text{DIF}_3 \text{ (mmol/L)} = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - [\text{Cl}^-]$

4.7: Análise de dados

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para normalidade dentro de cada grupo, ao teste de Levene para homogeneidade de variâncias e a verificação da presença de *outliers*. Quando apresentaram distribuição normal, variâncias homogêneas e ausência de *outliers* extremos, foi procedida ANOVA seguida pelo teste de Tukey, em caso de significância. Se não cumprissem algum dos pressupostos da ANOVA, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Dunn. Para todos os testes foi considerado nível de significância de 5%. As análises foram realizadas no *software* RStudio 2024.04.2+764.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos valores hemogasométricos de pH, $p\text{O}_2$, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , tCO_2 , cBase (ecf), cBase (b), cSO₂, Agap, DIF₃, estão apresentados na tabela 2 e da avaliação bioquímica de Na^+ , K^+ , Cl⁻, $i\text{Ca}^{2+}$, BUN, creatinina, glicose, lactato, Htc e cHgb estão expressos na tabela 3.

Os valores de pH foram significativamente menores no grupo Inflamatório (Ginflamatório) em comparação ao grupo Não-estrangulante (GNão-estrangulativo), o que

foi acompanhado pelos resultados de concentração de HCO_3^- . As concentrações de bases, (cBase-ecf e cBase-b) foram estatisticamente menores no grupo Inflamatória em relação aos demais grupos. A concentração de saturação de O_2 (c SO_2) e o total de dióxido de carbono (t CO_2) foram significativamente menores nos animais do Ginflamatório em comparação aos animais do GNão-estrangulativo. Por sua vez, os valores das pressões parciais de CO_2 e O_2 , bem como o Anion gap (Agap) e a diferença entre íons fortes (DIF) não diferiram estatisticamente entre os grupos.

Dos parâmetros bioquímicos avaliados neste estudo, apenas os valores de cloreto e cálcio ionizado diferiram estatisticamente entre os grupos. Os valores de cloreto foram significativamente menores no Ginflamatório em relação ao GNão-estrangulativo. Por outro lado, os valores de cálcio ionizado foram significativamente menores nos Gestrangulativ e GNão-estrangulativo em comparação ao Ginflamatório.

Tabela 2 – Comparação dos valores hemogasométricos entre pacientes com abdome agudo associados a processos inflamatório, estrangulante e não-estrangulante. Resultados expressos em média \pm DP ou mediana (IQR).

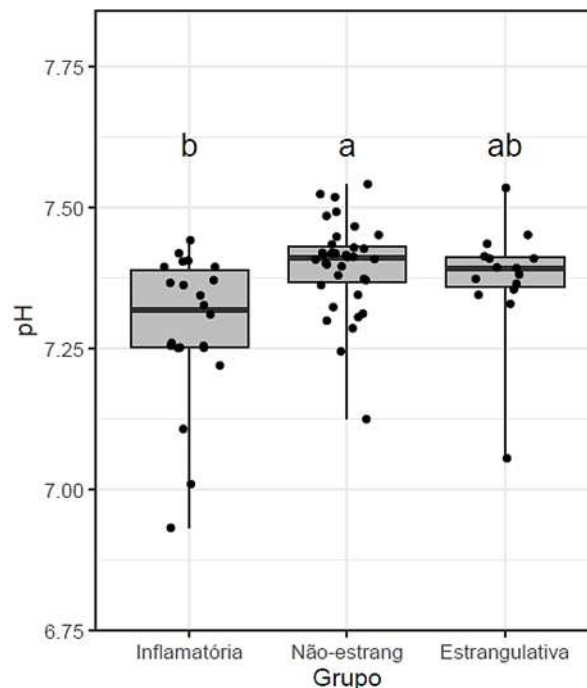
Parâmetro	Grupo (origem da enfermidade)			p-valor*	Tamanho do efeito**
	Inflamatório	Não-estrangulante	Estrangulante		
pH	7,32 (0,14) ^b	7,41 (0,07) ^a	7,38 (0,06) ^{ab}	<0,001	0,160
pCO ₂	38,38 \pm 5,75 ^a	38,58 \pm 5,50 ^a	40,78 \pm 4,75 ^a	0,270	-
pO ₂	33,85 (10,33) ^a	38,6 (11,8) ^a	35,1 (10,6) ^a	0,128	-
cHCO ₃ ⁻	19,82 \pm 5,57 ^b	23,89 \pm 4,12 ^a	24,30 \pm 3,93 ^{ab}	0,002	0,156
cBase(ecf)	-7,30 \pm 7,65 ^b	-0,94 \pm 5,12 ^a	-0,78 \pm 5,16 ^a	<0,001	0,198
cSO ₂	58,99 \pm 16,61 ^b	74,07 \pm 15,53 ^a	69,18 \pm 15,96 ^{ab}	0,004	0,141
tCO ₂	18,95 (6,83) ^b	24,3 (4,4) ^a	25 (4,35) ^a	<0,001	0,205
cBase(b)	-6,59 \pm 7,39 ^b	-0,30 \pm 4,87 ^a	0,12 \pm 2,92 ^a	<0,001	0,243
Agap	23,3 (21) ^b	13,5 (6,3) ^a	15,5 (4,45) ^a	<0,001	0,145
DIF ₃	40,58 \pm 10,96 ^a	39,33 \pm 4,22 ^a	41,06 \pm 3,02 ^a	0,701	-

^{a,b} Letras sobrescritas diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) ; * Variáveis apresentadas em média \pm DP analisadas por ANOVA, variáveis apresentadas em mediana (IQR) analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis; ** Valor de η^2 conforme descrito em Cohen (1988); IQR, interquartil; DP, desvio-padrão; pCO₂, pressão parcial de dióxido de carbono; pO₂, pressão parcial de oxigênio; cHCO₃⁻, concentração de bicarbonato; cBase (ecf) e cBase (b), concentração de base; cSO₂, concentração de saturação de oxigênio; tCO₂, total de dióxido de carbono; Agap, anion gap; DIF₃, diferença entre íons fortes

O valor da mediana de pH do Ginflamatório (7,32) mostrou-se abaixo do valor de referência para a espécie (7,38–7,44) caracterizando um quadro de acidemia. Dentro do mesmo grupo (n= 22), 16 equinos (72%) apresentaram valores de pH abaixo de 7,38. O valor da mediana para o pH do Gestrangulativo (7,38) manteve-se no limite inferior de referência para a espécie, apesar de 6 equinos (40%) terem apresentado valores de pH compatíveis com acidemia, observou-se também 13% dos indivíduos do grupo com valores de pH acima de 7,44, caracterizando quadro de alcalemia, totalizando 53% de algum tipo de distúrbio de pH para o grupo.

O GNão-Estrangulativo obteve mediana para o pH em 7,41, dentro dos intervalos de referência para a espécie, contudo, pode-se observar 51,5% de ocorrência de alterações do pH venoso, sendo que 31,5% dos pacientes manifestaram acidemia, enquanto 22% manifestaram alcalemia. Quando comparados os valores de pH entre os grupos, evidenciou-se diferença estatisticamente significativa entre os Ginflamatório e GNão-estrangulativo, com valores menores de pH observados no Ginflamatório, mostrando acidemia em quadros de abdômen agudo causados por afecções inflamatórias.

Figura 1- Valores de Grau de acidez em escala (pH) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Equinos com cólicas associadas a processos inflamatórios resulta de alterações no transporte de líquidos e íons pela mucosa intestinal, devido ao caráter difuso das lesões, alteração de permeabilidade de grandes áreas e alterações vasculares comprometendo a

barreira epitelial e aumentando sua permeabilidade (Blikslager *et al.*, 2017). Esses processos levam a perdas significativas por má absorção e hipersecreção, frequentemente manifestadas como diarreia e refluxo, gerando quadros de desidratações intensas. A redução dos valores de pH observada nesses casos está associada a distúrbios metabólicos, hipovolemia e aumento da produção de substâncias ácidas.

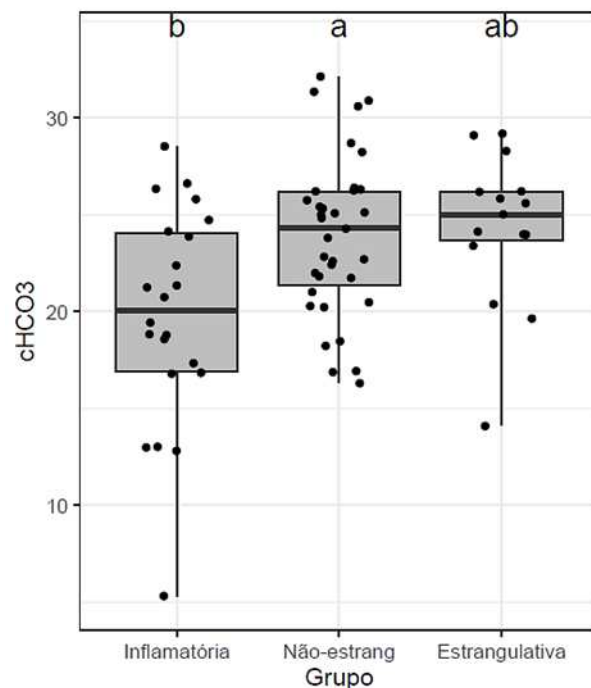
A redução do pH sanguíneo também está associada a eventos como hipoperfusão tecidual e translocação bacteriana através da mucosa intestinal, que resultam em endotoxemia (Arantes, 2023). Esse quadro promove a liberação de espécies reativas de oxigênio, histamina, cininas e citocinas pró-inflamatórias, como interleucinas e TNF- α , amplificando a inflamação. A hipóxia tecidual ativa a glicólise anaeróbica, elevando os níveis de lactato, enquanto a disfunção renal reduz a excreção de íons hidrogênio (H^+) e a reabsorção de bicarbonato (HCO_3^-), contribuindo para o desequilíbrio ácido-base. Esses processos químicos combinados resultam em um ambiente sanguíneo mais ácido, refletindo a gravidade do quadro inflamatório (Reed e Bayly, 2000).

No presente estudo, observa-se que as cólicas associadas a processos inflamatórios demonstram maior predisposição para induzir acidose em comparação aos outros tipos. As cólicas decorrentes de processos estrangulativos, embora possam ocasionalmente resultar em acidemia, apresentam essa alteração com menor frequência, seguidas pelas cólicas Não-Estrangulativas. Contudo, é certo que há uma alta frequência de distúrbios metabólicos em equinos com cólica, independente do distúrbio e da gênese. Embora o pH sanguíneo seja um parâmetro relevante, ele isoladamente não é suficiente para diagnosticar alterações metabólicas. Para uma análise mais precisa, é imprescindível correlacionar os valores de pH com outros biomarcadores, como a pCO_2 , $cHCO_3^-$, tCO_2 e $cBase$, permitindo uma compreensão mais abrangente do quadro clínico.

Os valores das médias para concentração de bicarbonato ($cHCO_3^-$) apresentaram-se menores que os valores de referência para todos os grupos analisados. O Ginflamatório exibiu os menores valores médios de $cHCO_3^-$ ($19,82 \pm 5,57$), havendo diferença significativa entre o Ginflamatório e GNão-estrangulativo. Os GNão-estrangulativo e Gestrangulativo obtiveram valores semelhantes, ainda assim, abaixo do valor de referência para a espécie, respectivamente, ($23,89 \pm 4,12$) e ($24,30 \pm 3,93$). No Ginflamatório somente 3 equinos (13%) apresentaram valores na faixa de normalidade, seguidos de 10 animais (29%) no GNão-estrangulativo e 3 animais (20%) no Gestrangulativo, com maiores intensidades de perda no Ginflamatório.

A redução de cHCO_3^- no Ginflamatório está associada à maior demanda metabólica e à produção excessiva de ácidos fixos, como o lactato, devido à hipóxia tecidual, inflamação sistêmica e perdas diretas pelo trato gastrointestinal, especialmente em casos de diarreia intensa, onde líquidos ricos em bicarbonato são eliminados. Esses fatores comprometem a capacidade compensatória do sistema tamponante de bicarbonato, levando ao consumo dessa base na tentativa de neutralizar os íons H^+ acumulados. sendo o impacto das distintas etiologias do abdome agudo equino no equilíbrio ácido-base.

Figura 2- Valores de Concentração de bicarbonato (cHCO_3^-) de acordo com os grupos. a,b Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)

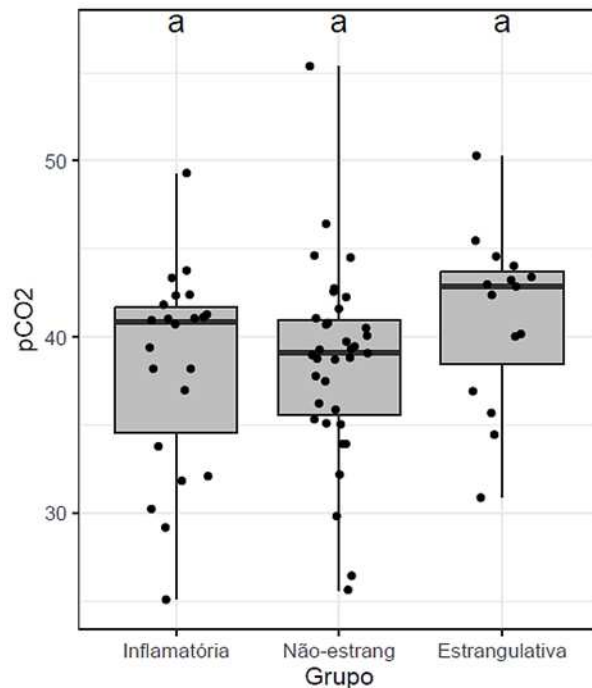


Nos GNão-estrangulativo e Gestrangulativo, decréscimos menos acentuados nos valores de cHCO_3^- sugerem menor consumo de base, possivelmente associado a uma resposta compensatória mais eficaz ou menor produção de substâncias ácidas. Además, essa diferença pode também estar relacionada ao menor grau de inflamação sistêmica e à preservação relativa da perfusão tecidual, particularmente nos casos Não-estrangulativos. Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro Filho *et al.*, (2020), que identificaram a correlação entre a redução de cHCO_3^- e o aumento da gravidade dos distúrbios metabólicos em equinos com cólicas intensas. Esses achados

reforçam a importância da avaliação de HCO_3^- como indicador sensível do estado ácido-base e marcador prognóstico em equinos com abdome agudo.

Os valores de pCO_2 venoso não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com diferentes etiologias de abdome agudo ($p = 0,270$), com médias de $38,38 \pm 5,75$ mmHg no Ginflamatório, $38,58 \pm 5,50$ mmHg no GNão-estrangulativo e $40,78 \pm 4,75$ mmHg no Gestrangulativo. Esses resultados indicam que a pressão parcial de dióxido de carbono permaneceu em uma faixa homogênea entre os grupos, sugerindo que os mecanismos ventilatórios e a perfusão pulmonar não foram significativamente afetados primariamente em relação à etiologia do abdome agudo ou secundariamente por mecanismo de compensação.

Figura 3 - Valores de pressão parcial de gás carbônico (pCO_2) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



No entanto, valores reduzidos de pCO_2 foram observados em 10 animais (45%) do Ginflamatório, 22 animais (62%) do GNão-estrangulativo e 4 animais (26%) do Gestrangulativo. Essa redução pode sinalizar a presença de acidose metabólica compensada por uma alcalose respiratória, na qual a hiperventilação atua na remoção excessiva de dióxido de carbono (CO_2), contribuindo para a manutenção do equilíbrio ácido-base desses pacientes. Esses resultados reforçam a relevância da análise integrada dos parâmetros ácido-base na compreensão das alterações metabólicas e respiratórias

em equinos acometidos por abdome agudo, proporcionando subsídios fundamentais para o manejo clínico desses pacientes.

Estudos prévios, como o de Di Filippo *et al.*, (2008), corroboram essa hipótese ao relatar valores reduzidos de $p\text{CO}_2$ em equinos com abdome agudo, frequentemente associados à redução de cHCO_3^- e cBase , caracterizando um quadro de acidose metabólica compensada por alcalose respiratória.

Os resultados dos parâmetros cBase (efc) e cBase (b) apresentaram valores inferiores aos de referência em todos os grupos analisados, com exceção do Gestrangulativo com a cBase (b) , cujos valores se mantiveram na faixa de normalidade. O Ginflamatório exibiu os menores valores médios (-7,30 para efc e -6,59 para b), demonstrando um déficit de bases, seguido pelos GNão-estragulativo (-0,94 para efc e -0,30 para b) e Gestrangulativo (-0,78 para efc). Entre os animais do Ginflamatório, 19% (4 pacientes) apresentaram valores na faixa de normalidade (0 a 5 mmol/L). No Gestrangulativo, 53% (8 pacientes) exibiram parâmetros sem alterações, enquanto no GNão-estragulativo, 37% (13 pacientes) também se mantiveram na faixa de normalidade, com 11% (4 pacientes) apresentando valores acima da média, indicando alcalose metabólica. Esses resultados sugerem que animais com abdome agudo decorrente de processos inflamatórios são mais propensos a apresentar alterações metabólicas significativas, refletidas pelo déficit de base (acidose metabólica).

Figura 4 - Valores de Concentração de base (cBase_ecf) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)

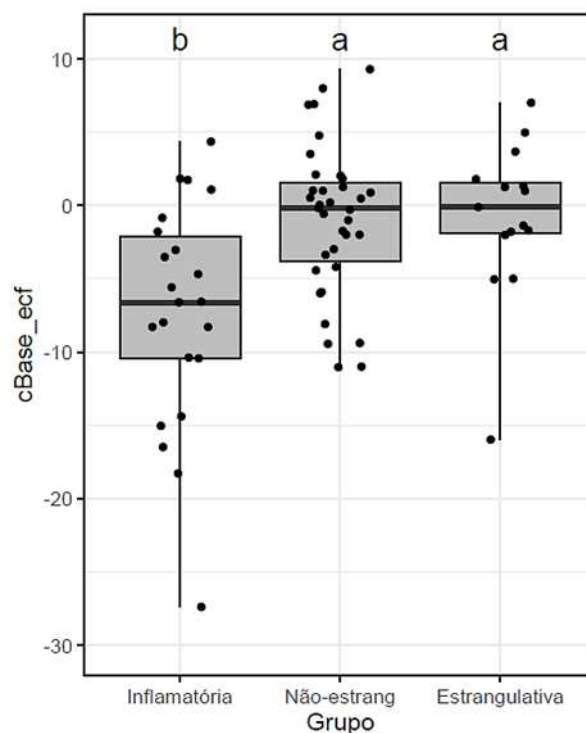
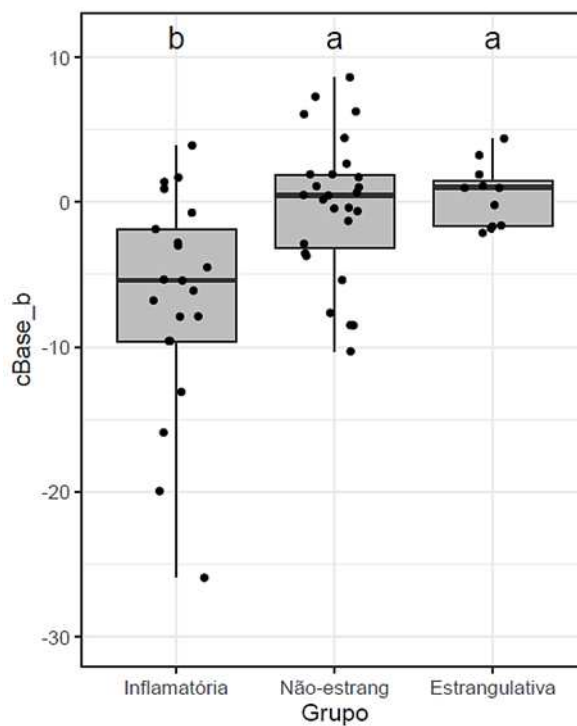


Figura 5 - Valores de Concentração de base (cBase_b) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)

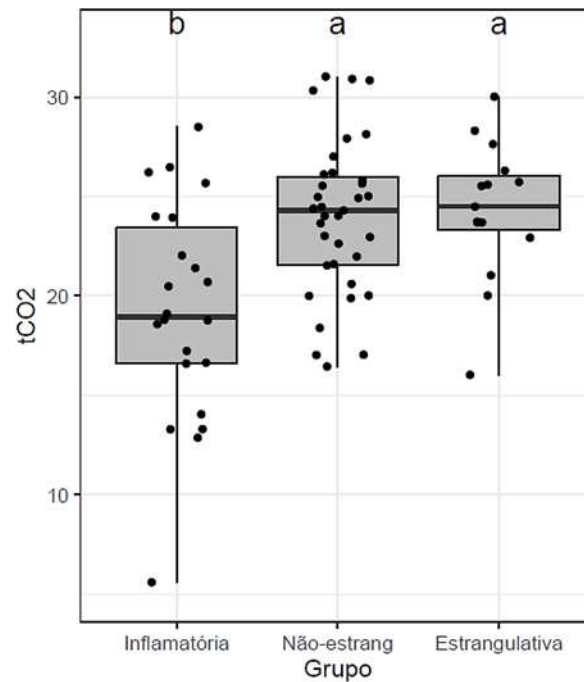


Em um estudo conduzido por Nappert e Johnson (2001), com uma amostra de 50 equinos, foram observados decréscimos nos valores de cBase em animais diagnosticados com abdome agudo. De forma semelhante, a pesquisa realizada por Viterbo *et al.*, (2023) também identificou valores abaixo do esperado para equinos acometidos por cólicas, especificamente em um subgrupo caracterizado por processos estrangulativos seguidas de ruptura intestinal e eutanásia ou óbito. O que difere do presente estudo, onde valores de cBase (b) no Gestrangulativo estiveram na faixa de normalidade, seguindo o grupo Inflamatório com déficit de base importante.

Os valores de pH e pCO_2 , muitas vezes, não refletem diretamente os distúrbios acido-base primários, mas representam as respostas compensatórias do organismo. Nesse contexto, a cBase é uma medida do desvio da base-tampão em relação aos valores de referência do bicarbonato. Gonzáles e Silva (1969), relata que a base-tampão corresponde à soma de todos os ânions presentes no sangue em condições padrão. Em casos de acidose metabólica, o valor do cBase indica a quantidade de bicarbonato necessária para restaurar o equilíbrio acido-base.

Os valores do dióxido de carbono total no plasma (tCO_2) apresentaram comportamento semelhante ao do HCO_3^- , valores inferiores aos valores de referência em todos os grupos analisados, porém no Ginflamatório foram registrados os menores valores (Tabela 2). No Ginflamatório, os menores valores foram observados (18,95 mmol/L), com apenas um animal (4,5%) exibindo tCO_2 na faixa de normalidade. Dois animais (13%) no Gestrangulativo e quatro (11%) no GNão-estragulativo apresentaram valores de tCO_2 na faixa de normalidade.

Figura 6 - Valores de ($t\text{CO}_2$) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)

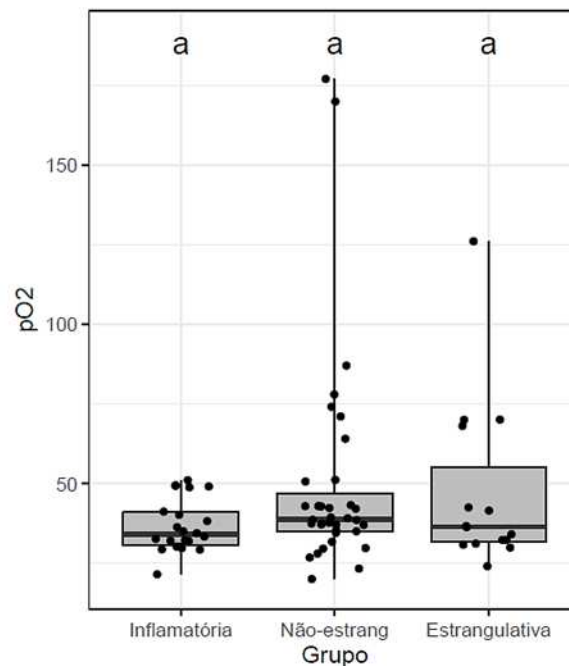


Um estudo conduzido por Navarro *et al.*, (2005) apresentou resultados semelhantes na análise de $t\text{CO}_2$, identificando redução em todos os grupos de equinos com abdome agudo, com maior intensidade nos casos de cólicas de origem inflamatória, o que corrobora os achados do presente trabalho. Esses valores acompanham as variações observadas na concentração de HCO_3^- , considerando que este íon representa aproximadamente 95% do $t\text{CO}_2$ (Yee *et al.*, 2022) e é influenciado por diversos fatores, como exercício, dieta, administração de eletrólitos e variações diurnas (Waller *et al.*, 2010). Slawuta *et al.*, (2010), também demonstraram uma correlação significativa entre as alterações nas concentrações de HCO_3^- e $t\text{CO}_2$ e as variações de $p\text{CO}_2$, embora não tenham identificado essa relação entre alterações em cBase e $p\text{CO}_2$. Esses resultados destacam a relevância da cBase como o parâmetro mais preciso para avaliar o componente não respiratório do equilíbrio ácido-base.

Os valores de $p\text{O}_2$ venoso não apresentaram diferenças significativas entre os grupos avaliados. No entanto, o Ginflamatório apresentou uma mediana de 33,85 mmHg, inferior ao valor de referência para a espécie, com 9 animais (40%) exibindo valores abaixo do intervalo de normalidade e 4 animais (18%) apresentando valores acima. No GNão-estrangulativo, 9 animais (25%) exibiram valores abaixo do normal, enquanto 2 animais (5%) apresentaram um aumento significativo de $p\text{O}_2$, associados a diferentes condições clínicas: compactação do intestino delgado e deslocamento do intestino grosso. Por outro

lado, o Gestrangulativo manteve, em sua maioria, valores na faixa de normalidade, com apenas um animal (6%) apresentando pO_2 elevada, associado a um caso de hérnia inguinoescrotal.

Figura 7 - valores de pressão parcial de oxigênio (pO_2) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



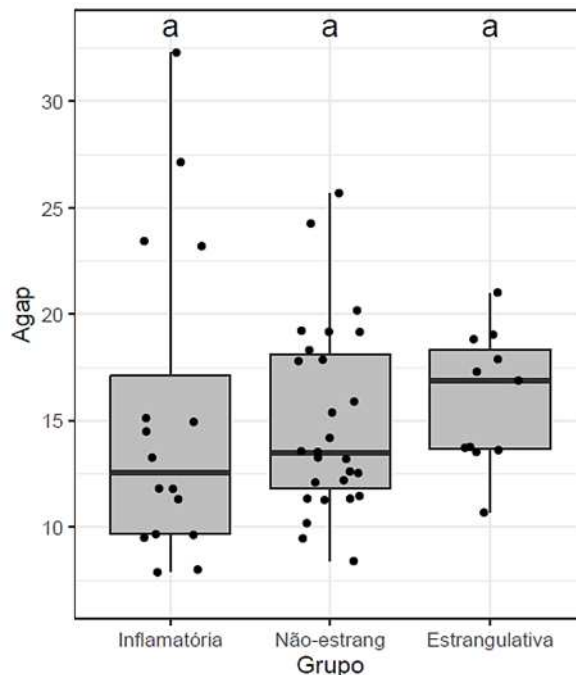
Um estudo conduzido por Chong *et al.*, (2021) determinou que os valores de pO_2 obtidos por mensuração arterial são mais confiáveis em comparação aos obtidos pela via venosa, uma vez que não há uma relação consistente entre essas duas variáveis. Adicionalmente, Viterbo *et al.*, (2023) relataram uma redução nos valores de pO_2 em equinos com cólicas de origem estrangulativa no intestino delgado que evoluíram para óbito. No presente estudo, observou-se uma redução nos valores de pO_2 em três equinos associados a óbitos: dois deles foram submetidos à eutanásia em decorrência de ruptura intestinal, enquanto o terceiro apresentava enterite anterior com diagnóstico de *Lawsonia intracellularis* associado a acidose metabólica persistente.

Esses dados indicam que a pressão parcial de oxigênio permaneceu semelhante entre os diferentes grupos, sugerindo que as condições avaliadas não resultaram em comprometimentos distintos da oxigenação tecidual. Embora as alterações na perfusão e na captação de oxigênio sejam características frequentes em equinos com abdome agudo, a homogeneidade dos valores de pO_2 sugere que este parâmetro, isoladamente, não é capaz de refletir diferenças significativas entre as etiologias analisadas. A combinação do pO_2 com outros marcadores hemogasométricos pode proporcionar uma

avaliação mais detalhada sobre o estado de oxigenação e perfusão, ampliando a compreensão das implicações metabólicas e respiratórias nos distintos grupos estudados.

Os valores de Anion Gap (Agap) apresentaram diferenças significativas entre os grupos avaliados. O Ginflamatório apresentou aumento significativo no seu valor (Tabela 2). Dez equinos (45%) com abdome agudo de origem inflamatória apresentaram Agap acima dos valores de referência, sendo 1 animal (4,5%) diagnosticado com tífite, 3 animais (13%) com enterite anterior e 6 animais (27%) com colite dorsal direita. No GNão-estrangulativo, 10 equinos (28%) exibiram valores de AGap acima do intervalo de referência, relacionados às seguintes condições: 2 animais (5,7%) com compactação do cólon maior, 5 animais (14%) com compactação do cólon menor, 1 animal (2,8%) com deslocamento do cólon, 1 animal (2,8%) com compactação do ceco e 1 animal (2,8%) com obstrução intestinal por enterólito. Por sua vez, no Gestrangulativo, 6 equinos (40%) apresentaram Agap elevado, sendo 2 animais (13%) com hérnia inguinoescrotal, 1 animal (2,8%) com intussuscepção cecal, 1 animal (2,8%) com encarceramento nefroesplênico e 2 animais eutanasiados em decorrência de ruptura intestinal.

Figura 8 - valores de Ânion Gap (Agap) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Um estudo experimental conduzido por Costa *et al.*, (2008), no qual foi induzida obstrução de jejuno em equinos, demonstrou a ausência de diferenças significativas nos

valores de Agap, corroborando os achados de Castro (2013), que também relatou os valores de Agap na faixa de normalidade em 90% dos equinos acometidos por abdômen agudo. Esses resultados divergem do estudo de Navarro *et al.*, (2005), que identificou aumento de Agap em equinos com cólicas comparado a equinos saudáveis. Elsayaf *et al.*, (2024) relataram um aumento significativo do Agap em equinos acometidos por cólica, associado à redução nos valores de $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , $t\text{CO}_2$, $i\text{Ca}^{2+}$ e $c\text{Base}$, em consonância com os achados do presente estudo. Ressalta-se que no presente ensaio, 26 equinos (37%) com diferentes etiologias de cólicas apresentaram elevação nos valores de Agap.

Por outro lado, Viterbo *et al.*, (2023) relataram que apenas equinos com ruptura intestinal apresentaram elevação do Agap, achado que está em concordância com o presente estudo. Neste, os dois equinos submetidos à eutanásia devido à ruptura intestinal apresentaram Agap elevado (18,8 e 16,9 mmol/L), e um outro equino, que evoluiu para óbito por sepse, devido a colite dorsal direita, também apresentou Agap significativamente elevado (23,4 mmol/L).

Em equinos acometidos por cólica, o aumento do Agap está relacionado à acumulação de ácidos orgânicos, como o lactato, resultante de hipóxia tecidual e metabolismo anaeróbico, frequentemente desencadeados por desidratação e hipovolemia. Deve-se ressaltar que embora raras, a desidratação e alcalose ocasionada por hipocloremia podem gerar elevação nos valores do Agap, como é visto no discreto decréscimo na concentração sérica de cloreto decorrente de refluxo gástrico ou perdas intestinais. Entretanto, como citou Carlson e Bruss (2008) o mais comumente observado é a elevação do ânion gap associada ao desenvolvimento de uma acidose metabólica na qual há um aumento de ânions, que não são rotineiramente medidos no laboratório clínico. Isso é chamado de acidose com aumento no valor do anion gap e pode estar associada a um acúmulo de ácidos metabolizáveis como em uma acidose láctica associada a exercícios anaeróbicos, sobrecarga de grãos ou choque hipovolêmico ou cetoacidose resultante de diabetes ou cetose ou com o acúmulo de ácidos não metabolizáveis como em acidose urêmica ou várias intoxicações.

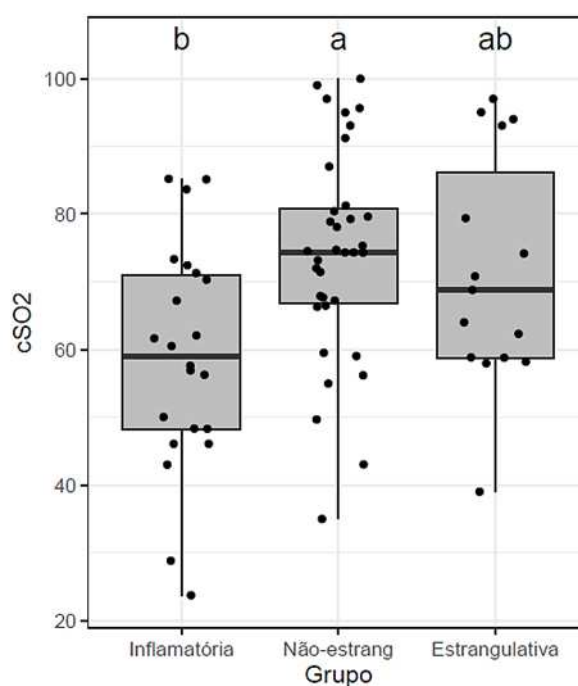
Esses distúrbios resultam em alterações ácido-base significativas, caracterizadas por acidose metabólica com anion gap elevado. Assim, o monitoramento das concentrações de cloreto, bicarbonato e Agap é fundamental para a avaliação e manejo clínico de equinos com cólica (Di Filippo *et al.*, 2008; Farias *et al.*, 2011).

Os valores de saturação de oxigênio venoso ($c\text{SO}_2$) apresentaram diferenças significativas entre os grupos com diferentes etiologias de abdome agudo ($p = 0,004$). O

grupo Inflamatório exibiu os menores valores médios ($58,99 \pm 16,61$), com diferença significativa em relação ao GNão-estrangulativo. Os GNão-estrangulativo ($74,07 \pm 15,53$) e Gestrangulativo ($69,18 \pm 15,96$) apresentaram valores semelhantes, situando-se na faixa de referência. Ressalta-se que o grupo Inflamatório, representando 29% dos equinos avaliados, apresentou valores de cSO_2 abaixo da média da faixa de referência em 11 animais (50% do grupo). No GNão-estrangulativo, 7 animais (20%) apresentaram valores abaixo do intervalo de normalidade, enquanto no Gestrangulativo, 5 animais (33% do grupo) também exibiram valores inferiores.

Neste estudo, diferentes etiologias de cólicas associadas a processos inflamatórios foram associadas a valores reduzidos de cSO_2 . No Ginflamatório, destacaram-se casos de colite dorsal direita, com 7 animais (31%), enterite anterior em 2 animais (9%), tífite em 1 animal (4,5%) e gastrite em 1 animal (4,5%). No GNão-Estrangulativo, as etiologias incluíram compactação de cólon maior em 3 animais (8,5%), deslocamento de intestino grosso em 2 animais (6%), enterite anterior em 1 animal (6%) e gastrite em 1 animal (3%), todos apresentando valores abaixo da referência. Por fim, no Gestrangulativo, 1 animal com encarceramento nefroesplênico (7%), 1 animal com hérnia inguinoescrotal (7%), 1 animal com torção de intestino grosso (7%) e 2 animais com rupturas intestinais (13%) também exibiram valores reduzidos de cSO_2 .

Figura 9 - valores de (cSO_2) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Há uma lacuna significativa na literatura relacionada à saturação de oxigênio capilar (cSO_2) em equinos com abdome agudo. No entanto, um estudo experimental conduzido por Ribeiro Filho *et al.*, (2007), no qual foi induzida compactação de cólon maior, relatou que um grupo de equinos apresentou saturação de oxigênio abaixo do valor de referência devido à hipóxia, causado por broncopneumonia, pois alguns animais desenvolveram processo inflamatório infeccioso pulmonar durante a fase de indução da compactação. Em outro estudo, Mirle *et al.*, (2017) destacou a importância da avaliação da cSO_2 em relação à etiologia da cólica, observando que equinos com estrangulamento ou inflamação intestinal frequentemente apresentam espessamento da parede intestinal, resultando em isquemia e perfusão reduzida no segmento afetado.

À medida que a oxigenação tecidual diminui, ocorre a ativação da glicólise anaeróbica, levando à inibição da produção de adenosina trifosfato (ATP) e, em última instância, à morte celular (Freeman *et al.*, 2000). Devido à sua estrutura vascular, as microvilosidades das mucosas intestinais são particularmente sensíveis à redução na saturação de oxigênio, iniciando um processo degenerativo (Reed *et al.*, 2010). Segundo Reichert *et al.*, (2014), a saturação de oxigênio em intestinos saudáveis é de 81,04% ($\pm 12,62\%$) no intestino delgado e 83,44% ($\pm 11,79\%$) no intestino grosso. Esses dados reforçam a relevância da monitorização da cSO_2 na identificação de alterações isquêmicas e na avaliação da gravidade das condições abdominais em equinos.

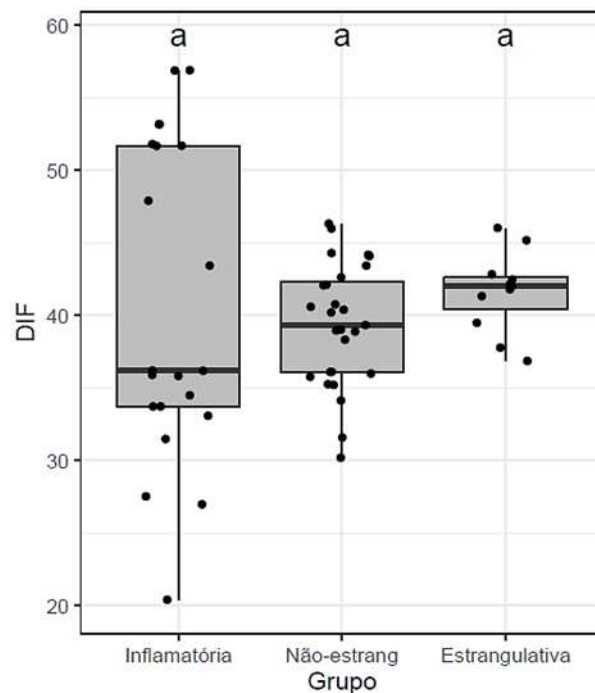
Os valores da Diferença de Íons Fortes (DIF_3) não apresentaram diferenças significativas entre os grupos avaliados, com as médias de todos os grupos situando-se na faixa de referência (37 a 42 mmol/L) (Tabela 2). Os valores médios observados foram: Ginflamatório ($40,5 \pm 10,96$ mmol/L), GNão-estrangulativo ($39,33 \pm 4,22$ mmol/L) e Gestrangulativo ($41,06 \pm 3,02$ mmol/L). No entanto, foi constatado que 12 equinos (54%) do grupo Inflamatório apresentaram valores de DIF_3 abaixo da faixa de referência, enquanto 1 equino (4,5%) apresentou valor acima. No GNão-estrangulativo, 9 equinos (25%) registraram valores abaixo da referência, e 6 equinos (17%) apresentaram valores superiores. No Gestrangulativo, apenas 2 equinos (5%) apresentaram valores acima da faixa de referência, sendo que os demais indivíduos se mantiveram dentro dos limites de referência.

Os equinos que apresentaram alterações nos valores de Diferença de Íons Fortes (DIF_3) no grupo Inflamatório estavam associados às seguintes etiologias de cólica: colite dorsal direita, com 5 animais (22%) apresentando valores abaixo da faixa de referência e 4 animais (18%) com valores acima; tiflite, com 2 animais (9%) apresentando valores

acima e 1 animal (4,5%) com valores abaixo; enterite anterior, com 2 animais (9%) apresentando valores acima e 2 animais (9%) com valores abaixo; e gastrite, com 1 animal (4,5%) apresentando valores acima e 2 animais (9%) com valores abaixo.

No GNão-estrangulativo, as alterações nos valores de DIF foram observadas em equinos com: compactação de cólon maior, com 6 animais (17%) apresentando valores acima e 4 animais (11,5%) com valores abaixo; compactação de cólon menor, com 3 animais (8,5%) apresentando valores acima e 2 animais (5,5%) com valores abaixo; compactação gástrica, com 1 animal (3%) apresentando valor abaixo; deslocamento de intestino grosso, com 1 animal (3%) apresentando valor acima; e compactação de ceco, com 1 animal (3%) apresentando valor acima. No Gestrangulativo, as alterações foram associadas às seguintes condições: encarceramento nefroesplênico, com 1 animal (2,8%) apresentando valor abaixo e 2 animais (5,7%) com valores acima; intussuscepção de intestino grosso, com 1 animal (2,8%) apresentando valor acima; e ruptura intestinal, com 2 animais que apresentaram valores acima e foram submetidos à eutanásia em decorrência do diagnóstico.

Figura 10 - valores de Diferença de Íons fortes (DIF) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Em um estudo conduzido por Navarro *et al.*, (2005), equinos com cólica foram divididos em grupos de acordo com a etiologia: obstrução, isquemia, inflamatório e

diarreia. Os autores relataram que o grupo com diarreia foi o único a apresentar valores elevados de diferença de íons fortes (DIF), resultado que difere do presente estudo, no qual, em uma análise geral, não foram observadas diferenças significativas de DIF entre os grupos. No entanto, ao analisar os indivíduos de forma isolada, considerando a abordagem clínica, foram encontradas diferenças significativas associadas a diversas etiologias de abdômen agudo.

Adicionalmente, em um estudo realizado por Gomez *et al.*, (2013), envolvendo 54 equinos com abdômen agudo devido a colite, foi identificada acidose metabólica associada à redução da diferença de íons fortes (DIF < 38 mEq/L) em 39 (72%) animais, sem casos de alcalose por íons fortes. A redução do DIF foi atribuída principalmente à hiponatremia e ao aumento das concentrações de L-lactato. Entre os cavalos com acidose por DIF, 9 (24%) apresentaram hiponatremia isolada, 5 (13%) hiperlactatemia isolada e 12 (31%) apresentaram ambas as condições, que entra em concordância com o presente estudo onde 7 equinos (32%) tiveram redução de DIF associado a acidose metabólica com quadros de colite dorsal direita e tiflíte.

De acordo com a abordagem físico-química, o equilíbrio ácido-base do plasma é controlado por variáveis independentes, como a concentração de íons fortes em solução, conhecida como diferença de íons fortes (DIF), a pressão parcial de dióxido de carbono (PCO_2) e a concentração total de ácidos fracos em solução (A_{tot}). Essas variáveis independentes influenciam diretamente as variáveis dependentes relacionadas ao estado ácido-base, incluindo a concentração de íons hidrogênio (H^+), bicarbonato (HCO_3^-) e dióxido de carbono total (tCO_2). Alterações nas variáveis dependentes só ocorrem quando pelo menos uma das variáveis independentes é modificada (Constable *et al.*, 2005).

Tabela 3: Comparação dos valores bioquímicos entre pacientes com abdome agudo associados a processos inflamatório, estrangulante e não-estrangulante.. Resultados expressos em média \pm DP ou mediana (IQR).

Parâmetro	Grupo (origem da enfermidade)			p-valor*	Tamanho do efeito**
	Inflamatória	Não-estrangulativa	Estrangulativa		
Na ⁺	133,96 \pm 8,66 ^a	136,31 \pm 7,18 ^a	136,20 \pm 4,30 ^a	0,431	-
K ⁺	3,30 (0,95) ^a	3,20 (0,40) ^a	3,20 (0,63) ^a	0,935	-
Cl ⁻	96 (9) ^b	102 (9) ^a	100 (7,75) ^{ab}	0,046	0,056
Ca ⁺⁺	1,63 \pm 0,19 ^a	1,44 \pm 0,18 ^b	1,38 \pm 0,15 ^b	<0,001	0,261
Hct	32,5 (12,03) ^a	34 (8) ^a	37 (10,25) ^a	0,232	-
cHgb	11,3 (3,8) ^a	11,5 (2,75) ^a	12,5 (3,88) ^a	0,243	-
Glu	128 (49,5) ^a	141 (54) ^a	140 (50) ^a	0,637	-
Lac	2,03 (1,53) ^a	2,64 (4,59) ^a	2,27 (9,93) ^a	0,182	-
BUN	12 (13) ^a	15 (6) ^a	18 (6,75) ^a	0,683	-
Crea	1,28 (2,41) ^a	1,35 (0,45) ^a	1,50 (0,95) ^a	0,390	-

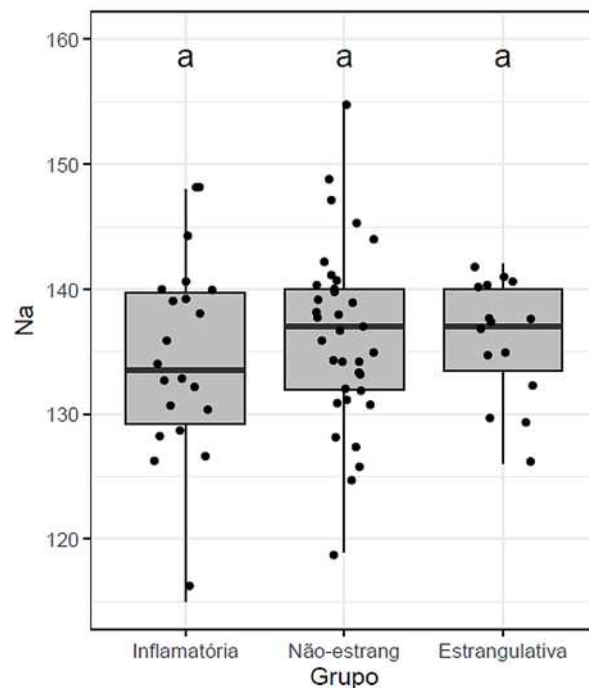
^{a,b} Letras sobrescritas diferentes indicam diferença significativa ($p < 0,05$) ; * Variáveis apresentadas em média \pm DP analisadas por ANOVA, variáveis apresentadas em mediana (IQR) analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis; ** Valor de η^2 conforme descrito em Cohen (1988); IQR, interquartil; DP, desvio-padrão; Na⁺, sódio; K⁺, potássio; Cl⁻, cloreto; Ca⁺⁺, cálcio ionizado; Hct, hematócrito; cHgb, hemoglobina; Glu, glicose; Lac, lactato; Crea, creatinina; BUN, nitrogênio ureico.

Os valores de sódio (Na^+) não apresentaram diferenças significativas entre os grupos avaliados, com as médias de todos os grupos situando-se dentro da faixa de referência (132 a 138 mmol/L) (Tabela 3). As médias observadas foram: Ginflamatório ($133,96 \pm 8,66$ mmol/L), GNão-estrangulativo ($136,31 \pm 7,18$ mmol/L) e Gestrangulativo ($136,20 \pm 4,30$ mmol/L). Entretanto, a análise individual revelou alterações dentro de cada grupo. No Ginflamatório, 8 animais (36%) apresentaram valores de sódio abaixo da faixa de referência e 8 animais (36%) tiveram valores acima. No GNão-estrangulativo, 8 animais (23%) apresentaram valores abaixo da referência e 13 animais (37%) tiveram valores acima. No Gestrangulativo, 3 animais (20%) apresentaram valores abaixo da faixa de referência, enquanto 5 animais (33%) apresentaram valores acima.

No Ginflamatório, destacaram-se as seguintes etiologias: colite dorsal direita com 2 animais (9%) apresentando valores de sódio abaixo da faixa de referência e 6 animais (27%) com valores acima; tiflíte com 2 animais (9%) apresentando valores abaixo; enterite anterior com 2 animais (9%) com valores abaixo; e gastrite com 2 animais (9%) também com valores abaixo. No GNão-estrangulativo, as alterações foram associadas a: compactação de intestino delgado em 2 animais (6%) com valores abaixo e 1 animal (3%) com valor acima; compactação de ceco em 1 animal (3%) com valor abaixo; deslocamento de intestino grosso em 1 animal (3%) com valor abaixo; compactação de cólon maior em 1 animal (3%) com valor abaixo e 7 animais (20%) com valores acima; compactação de cólon menor em 4 animais (11%) com valores abaixo e 2 animais (6%) com valores acima; e obstrução por enterolitíase em 1 animal (3%) com valor abaixo.

No Gestrangulativo, foram observadas as seguintes etiologias: hérnia inguinoescrotal com 1 animal (6,5%) apresentando valor abaixo e 1 animal (6%) com valor acima; intussuscepção de intestino delgado em 1 animal (6%) com valor acima; torção de intestino delgado em 1 animal (6%) com valor acima; encarceramento nefroesplênico em 1 animal (6%) com valor acima; e rupturas intestinais em 2 equinos (13%) com valores acima da faixa de referência. Esses dados ressaltam a diversidade de alterações nos níveis de sódio entre diferentes etiologias de cólica e destacam a necessidade de avaliação individualizada em equinos acometidos por abdome agudo.

Figura 11 - valores de Sódio (Na⁺) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



O sódio é um eletrólito fundamental para a manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico, da função celular e da estabilidade do sistema cardiovascular em equinos. Em casos de cólica, alterações nos níveis séricos de sódio podem exacerbar quadros de desidratação e comprometer funções vitais. Estudos prévios, como os realizados por Castro (2013) e Nappert *et al.*, (2001), não identificaram diferenças significativas nos níveis de Na⁺ entre equinos saudáveis e aqueles acometidos por diversas etiologias de abdome agudo. Esses achados divergem com os resultados obtidos por Viterbo *et al.*, (2023), que observaram diferenças significativas nos valores de Na⁺ ao comparar equinos com cólica a indivíduos hígidos.

De forma semelhante, Navarro *et al.*, (2005) relataram reduções significativas nos valores de Na⁺ em equinos com diarreia, corroborando os resultados de El Sawaf *et al.*, (2024), que evidenciaram uma redução significativa da concentração de sódio ($p \leq 0,001$) em equinos com colite. No entanto, os dados do presente estudo apresentam divergências, visto que apenas 2 (18%) dos 11 animais diagnosticados com colite apresentaram valores de sódio abaixo do intervalo de referência, enquanto 6 animais (54%) demonstraram concentrações aumentadas. Esses resultados sugerem uma

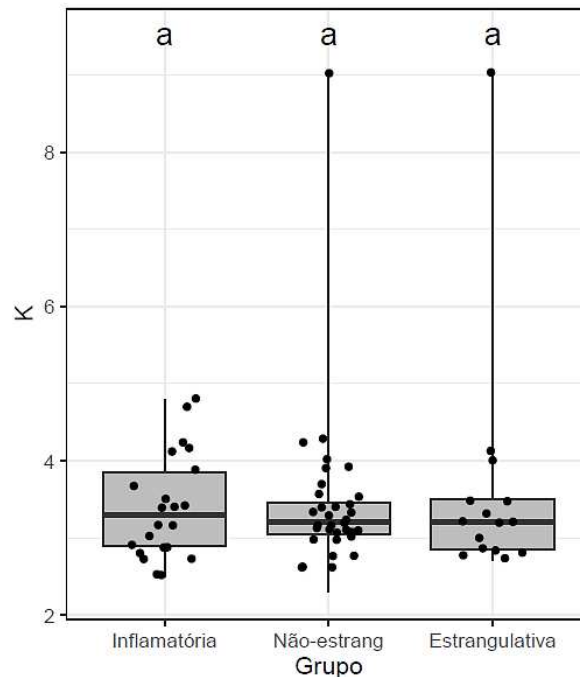
variabilidade considerável na resposta do sódio sérico em equinos com colite, destacando a necessidade de maior investigação.

O sódio pode se alterar na cólica devido a perdas excessivas pelo trato gastrointestinal, especialmente em casos de diarreia, onde grandes volumes de sódio são eliminados nas fezes (Gomez *et al.*, 2013). Danos à mucosa intestinal podem prejudicar a reabsorção de sódio no ceco e no cólon, enquanto toxinas bacterianas podem estimular a secreção de eletrólitos para o lúmen intestinal (Blikslager *et al.*, 2017). Além disso, a hipovolemia causada por desidratação pode comprometer a perfusão tecidual, alterando a redistribuição de sódio entre os compartimentos corporais. A administração de soluções intravenosas ricas em sódio ou medicamentos também pode impactar os níveis de sódio. Por fim, essas alterações contribuem para desequilíbrios ácido-base, como a acidose metabólica (Ribeiro Filho *et al.*, 2020).

Os níveis de potássio (K^+) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos avaliados (Tabela 3), com as medianas de todos os grupos permanecendo na faixa de referência (3 a 4,5 mmol/L). Os valores medianos foram de 3,30 mmol/L no Ginflamatório, 3,20 mmol/L no GNão-estrangulativo e 3,20 mmol/L no Gestrangulativo. Entretanto, uma análise individual revelou variações entre os indivíduos e as diferentes etiologias de abdome agudo. No Ginflamatório, 5 equinos (22%) com colite dorsal direita apresentaram níveis abaixo da faixa de referência. Adicionalmente, 2 equinos (9%) com enterite anterior e 1 equino (4,5%) com gastrite também apresentaram níveis reduzidos.

No GNão-estrangulativo, 2 equinos (6%) com compactação de cólon menor, 3 equinos (8,5%) com compactação de cólon maior e 1 equino (2,8%) com diagnóstico de enterolitíase exibiram valores de potássio abaixo da faixa de referência. No Gestrangulativo, 2 equinos (13%) com torção de intestino grosso apresentaram níveis de potássio abaixo da referência, assim como 1 equino (6,5%) com encarceramento nefroesplênico, 1 equino (6,5%) com intussuscepção de intestino delgado, 1 equino (6,5%) com ruptura intestinal e 1 equino (6,5%) com hérnia inguinoescrotal. Este último, no entanto, apresentou valores de potássio acima da faixa de referência.

Figura 12 - valores de Potássio (K⁺) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Rani *et al.*, (2018) e Karela *et al.*, (2023) relataram que não houve diferenças significativas nos níveis de potássio ao comparar equinos com cólica e equinos hígidos, resultados que estão em conformidade com o presente estudo, no qual permaneceram com os valores na faixa de referência e não foram observadas diferenças significativas nos grupos de equinos com abdome agudo. No entanto, esses achados divergem do estudo de Gomez *et al.*, (2013), que identificou hipocalemia ($< 2,4$ mEq/L) em 41 equinos (76%) com cólica de origem inflamatória.

Nappert *et al.*, (1999) destacaram que os níveis de K⁺ apresentaram diferenças significativas em cólicas associadas a grandes perdas hidroeletrólíticas para o trato intestinal, especialmente em casos com diarreia, o que corrobora os resultados do presente estudo em uma análise individual, no qual 8 equinos (36%) apresentaram hipocalemia, sendo que 5 desses (62%) tinham colite dorsal direita apresentando diarreia e 2 (25%) apresentavam enterite anterior com refluxo.

Viterbo *et al.*, (2023) relataram perdas de potássio associadas a diferentes tipos de cólica, observando que a hipocalemia foi mais prevalente em casos de cólica de origem estrangulativa, achado que converge com o estudo de Elsayaf *et al.*, (2024), que identificou uma redução significativa ($p \leq 0,001$) nos níveis de potássio em equinos com deslocamentos e estrangulamentos intestinais. Esses dados também corroboram o

presente estudo, no qual 5 equinos (14%) do Gestrangulativo apresentaram níveis de potássio abaixo dos valores de referência.

O potássio é absorvido predominantemente por transporte ativo no intestino delgado. Em situações patológicas que resultam em níveis elevados de sódio no intestino grosso, pode ocorrer uma absorção compensatória de sódio associada à secreção de potássio no cólon, o que leva à excreção aumentada de potássio pelas fezes. De forma semelhante, a reabsorção de sódio pelo epitélio do túbulo distal do rim está diretamente relacionada à secreção de potássio, e o aumento na concentração de sódio nesse segmento tubular pode intensificar a perda urinária de potássio. Além disso, a presença de ânions não reabsorvíveis no fluido tubular distal, como sulfatos, fosfatos ou lactato, interfere na reabsorção de potássio, contribuindo para a sua excreção aumentada (Di Filippo *et al.*, 2008).

A hidratação prolongada com soluções como o Ringer com lactato, que apresenta baixa concentração de potássio, pode induzir diurese associada à sobrecarga de sódio, contribuindo para o desenvolvimento de hipocalcemia (Ribeiro Filho *et al.*, 2020). Adicionalmente, em equinos que apresentam grandes volumes de refluxo gástrico, há significativa perda de íons cloreto, o que favorece o surgimento de alcalose metabólica, a qual está frequentemente acompanhada por uma redução nos níveis séricos de potássio (Johnson, 1995). A hipercalemia é frequentemente associada à acidose metabólica, decorrente do mecanismo de troca iônica entre potássio e hidrogênio através das membranas celulares. Entretanto, esse fenômeno é mais comumente observado em casos de acidose mineral (inorgânica) do que em acidose láctica. Em equinos acometidos por cólica, a principal etiologia da acidose está relacionada ao acúmulo de ácido láctico, resultado de perfusão tecidual insuficiente e hipovolemia (Borer e Corley, 2006).

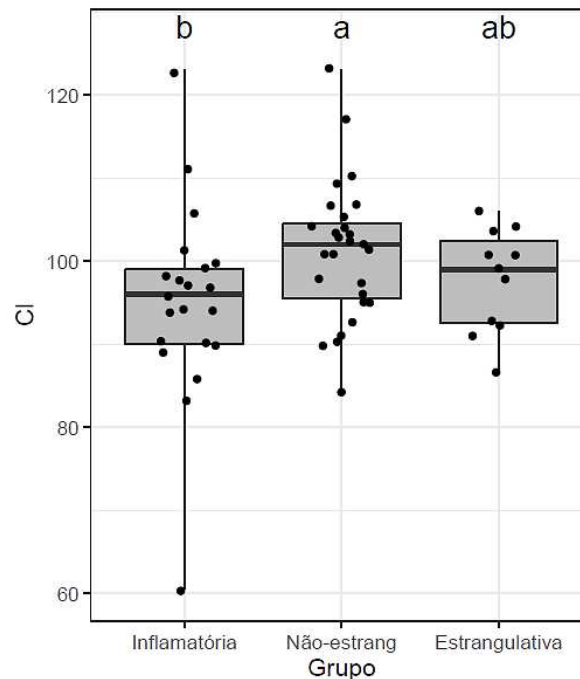
Os níveis de cloreto (Cl^-) apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com diferentes etiologias de abdome agudo, embora as medianas de todos os grupos tenham permanecido na faixa de referência (95 a 105 mmol/L) (Tabela 3). O Ginflamatório apresentou os menores valores (96 mmol/L), demonstrando diferença significativa em relação ao GNão-estragulativo. Os GNão-estragulativo (102 mmol/L) e Gestrangulativo (100 mmol/L) exibiram valores semelhantes, ambos na faixa de normalidade.

Os percentuais apresentados foram calculados com base no total de exames concluídos com sucesso por indivíduo, ou seja, aqueles que não apresentaram falhas durante o processo analítico. Ressalta-se que, em 18 equinos, não foi possível realizar a

análise da concentração de cloreto. No Ginflamatório (n=21), 10 animais (45%) apresentaram hipocloremia, enquanto 3 (11%) exibiram hiperclorremia. No GNão-estrangulativo (n=27), 5 animais (18,5%) tiveram níveis abaixo da faixa de referência, e 6 (22%) apresentaram valores acima. Já no Gestrangulativo (n=11), 4 animais (36%) demonstraram hipocloremia, e 1 (9%) exibiu valores superiores ao limite de referência. Na análise individual, observou-se que 5 equinos (24%) diagnosticados com colite dorsal direita apresentaram hipocloremia, enquanto 2 equinos (9,5%) apresentaram hiperclorremia. Entre os equinos com diagnóstico de enterite anterior, 3 (14%) apresentaram hipocloremia, e 1 (5%) apresentou hiperclorremia. Além disso, 1 equino (5%) diagnosticado com tiflíte e 1 equino (5%) com gastrite também demonstraram hipocloremia.

No GNão-estrangulativo, 4 equinos (15%) com compactação de cólon menor apresentaram hipocloremia e 2 (7%) manifestaram hiperclorremia; 1 equino (3,5%) com compactação de ceco apresentou hipocloremia; 3 equinos (11%) com compactação de cólon maior apresentaram hiperclorremia; e 1 equino (3,5%) com enterolitíase também apresentou hiperclorremia. No Gestrangulativo, verificou-se que 1 equino (9%) com torção de intestino grosso apresentou hipocloremia, assim como 1 equino (9%) intussuscepção de ceco. Adicionalmente, 2 equinos (18%) com ruptura intestinal apresentaram hipocloremia, enquanto 1 equino (9%) apresentou hiperclorremia.

Figura 13 - valores de Cloreto (Cl) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Em estudos prévios conduzidos por Rani et al. (2018), foi relatado que não houve diferenças significativas entre equinos com cólica e equinos saudáveis no que diz respeito às alterações eletrolíticas. Em contrapartida, Hesselkilde et al. (2014) observaram que equinos atendidos inicialmente por abdome agudo apresentaram hipocloremia quando comparados a equinos hígidos, resultado que corrobora com o presente estudo. Neste, dos 59 equinos avaliados, 19 (32%) apresentaram hipocloremia, enquanto 10 (17%) demonstraram hiperclorêmia. De acordo com Corley (2007), a hiperclorêmia está entre os distúrbios eletrolíticos mais frequentemente observados em equinos. A hipocloremia, por sua vez, também pode ser identificada, especialmente em casos de equinos com lesões estrangulantes no intestino delgado, condição em que ocorre perda de cloreto devido ao refluxo enterogástrico. Esse achado diverge parcialmente do presente estudo, no qual três equinos no ginflamatório com diagnóstico de enterite anterior apresentaram refluxo associado a quadros de hipocloremia.

Em estudo realizado por Gomez et al. (2013), observou-se que 12 equinos (22%) diagnosticados com colite apresentaram hiperclorêmia, enquanto 28 (52%) demonstraram hipocloremia. A acidose por íons fortes, decorrente da redução do DIF, foi identificada como o principal distúrbio ácido-base nesses casos. No presente estudo, 7 equinos diagnosticados com colite, 5 apresentaram hipocloremia associada à hipernatremia, aumento do DIF e do Agap, além de redução dos níveis de HCO_3^- e pH. Outros 2 equinos

apresentaram hiperclorêmia acompanhada de déficit de base, lactatemia e diminuição do DIF.

O DIF pode ser influenciado por diferentes mecanismos que levam à acidose metabólica, como redução de sódio Na^+ , aumento de cloreto Cl^- , produção endógena de ânions fortes (acidose láctica) e excreção comprometida de ânions não mensuráveis. Alterações eletrolíticas plasmáticas, incluindo hiponatremia e hiperlactatemia, frequentemente observadas na presença de normoclorêmia ou hiperclorêmia, foram apontadas como possíveis causas da redução do DIF plasmático (Gomez *et al.*, 2013; Adami *et al.*, 2020).

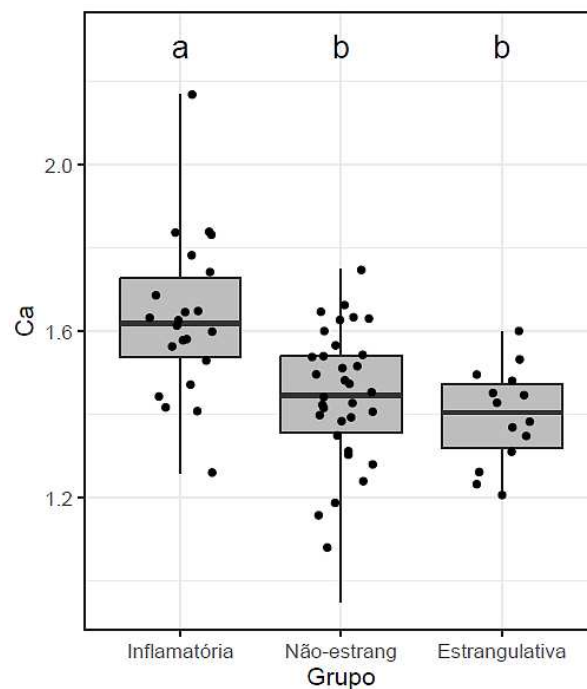
A hipoclorêmia em equinos frequentemente resulta da perda significativa de fluido gástrico por refluxo, rico em íons hidrogênio e cloreto, sendo geralmente acompanhada de alcalose metabólica (Corley e Borer, 2006). Além disso, o uso de diuréticos, penicilina sódica ou fluidos contendo bicarbonato pode induzir esse distúrbio. Por outro lado, a hiperclorêmia é altamente prevalente (54%) em pacientes de cólica e pode ser decorrente de perda de água em maior proporção que eletrólitos, frequentemente associada à hipernatremia (Corley e Borer, 2006). Outros fatores incluem compensação metabólica para alcalose respiratória, acidose tubular renal e perda de água e sódio em casos de diarreia. A administração de soluções de cloreto de sódio a 0,9% ou 7,2% também pode causar hiperclorêmia, com aumento desproporcional de cloreto em relação ao sódio (Ribeiro-Filho *et al.*, 2020). Alterações no metabolismo do potássio, como hipocalemia ou hipercalemia, podem acompanhar a hiperclorêmia.

Os valores de cálcio ionizado (iCa^{2+}) apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos com distintas etiologias de abdômen agudo ($p < 0,001$) (Tabela 3). O Ginflamatório exibiu os maiores valores médios de iCa^{2+} ($1,63 \pm 0,19$ mmol/L), com diferença significativa em relação aos grupos GNão-estrangulativo e Gestrangulativo. Os grupos GNão-estrangulativo ($1,44 \pm 0,18$ mmol/L) e Gestrangulativo ($1,38 \pm 0,15$ mmol/L) apresentaram valores médios semelhantes, ambos na faixa de referência. Na análise individual dos grupos, no Ginflamatório, 7 equinos (32%) apresentaram valores de iCa^{2+} acima da faixa de referência, enquanto 1 equino apresentou valores abaixo. No GNão-estrangulativo, houve predomínio de redução nos níveis de iCa^{2+} , com 6 equinos (17%) apresentando valores abaixo da referência e apenas 1 equino (3%) acima. No Gestrangulativo, 3 equinos (20%) apresentaram hipercalcemia.

No Ginflamatório, a etiologia de colite dorsal direita foi a única associada a alterações nos níveis de iCa^{2+} . Observou-se que 7 animais (32%) apresentaram

hipercalcemia, enquanto 1 equino (4,5%) apresentou hipocalcemia. No GNão-estrangulativo, 3 equinos (8,5%) com compactação de cólon maior manifestaram hipocalcemia, assim como 1 equino (3%) com compactação de cólon menor. Adicionalmente, outro equino com compactação de cólon menor apresentou hipercalcemia. Um equino (3%) com deslocamento de cólon maior e outro com enterolitíase também exibiram hipocalcemia. No grupo estrangulativo, 1 equino (6,5%) com intussuscepção cecal apresentou hipocalcemia, enquanto 2 equinos (13%) com ruptura intestinal apresentaram o mesmo distúrbio.

Figura 14 - valores de Cálcio iônico (iCa^{2+}). de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Em estudo realizado por Karela *et al.*, (2023), foi relatado que não houve diferenças significativas nas concentrações de iCa^{2+} entre equinos com cólica e equinos saudáveis, o que diverge com os achados de Rani *et al.*, (2018), que observaram níveis reduzidos de cálcio ionizado (iCa^{2+}) em equinos com abdômen agudo em comparação a animais hígidos. Viberto *et al.*, (2023) destacaram que equinos com lesões estrangulantes do intestino delgado apresentaram concentrações significativamente mais baixas de iCa^{2+} na admissão em comparação com aqueles com lesões não estrangulantes do intestino delgado, lesões do intestino grosso e outras categorias. Contudo, os achados deste estudo diferem, pois no Gestrangulativo, equinos com lesões do intestino delgado

mantiveram concentrações normais de iCa^{2+} . No GNão-estragulativo (n=35), 6 equinos apresentaram hipocalcemia.

Corley e Borer (2006) descreveram que a hipocalcemia aguda em equinos pode se manifestar como íleo adinâmico em casos de inflamação gastrointestinal. No presente estudo, entre os animais do Ginflamatório (n=22), apenas 1 apresentou hipocalcemia. Já no GNão-estragulativo (n=35), 6 equinos apresentaram hipocalcemia, sugerindo que a inflamação intestinal associada ao abdome agudo pode justificar a redução do cálcio ionizado. Esses mesmos 6 equinos apresentaram aumento dos níveis de lactato, corroborando com Corley (2007), que identificou como causas potenciais de hipocalcemia a acidose láctica, disfunções na regulação do cálcio induzidas por endotoxinas, perda de cálcio pela sudorese e alterações funcionais no intestino delgado.

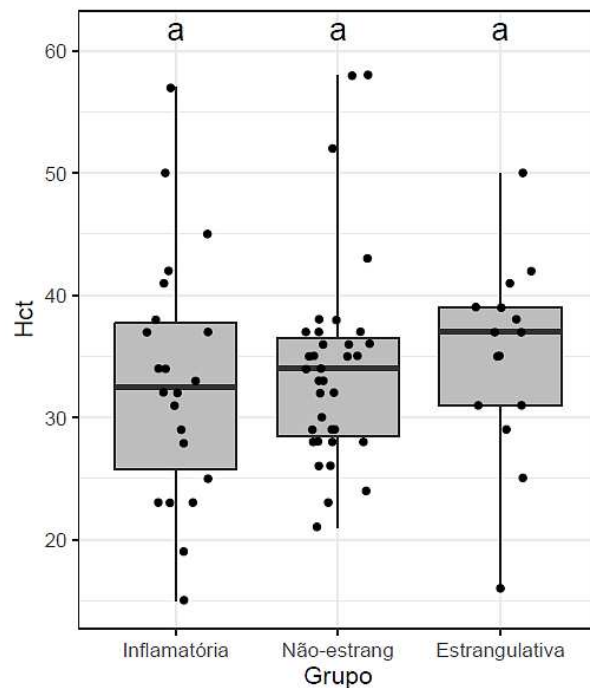
Por fim, estudo recente de El Sawaf *et al.*, (2024) demonstrou que as concentrações de cálcio ionizado foram significativamente reduzidas em casos de deslocamentos e estrangulamentos intestinais ($p \leq 0,001$), enterite proximal ($p \leq 0,01$) e peritonite séptica ($p \leq 0,05$). Esses achados corroboram com os resultados do presente estudo, no qual 2 equinos com ruptura intestinal, levando a peritonite séptica, apresentaram hipocalcemia.

Os valores de hematócrito (Htc) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos avaliados (Tabela 3). O Gestragulativo apresentou uma mediana superior à faixa de referência, enquanto os outros dois grupos mantiveram-se dentro dos valores de referência (28% a 34%). As medianas observadas foram: Ginflamatório (32,5%), GNão-estragulativo (34%) e Gestragulativo (37%). No entanto, a análise individual evidenciou variações dentro de cada grupo. No Ginflamatório, 7 equinos (32%) apresentaram valores de Htc abaixo da faixa de referência, enquanto 8 (36%) apresentaram valores acima. No GNão-estragulativo, 5 equinos (14%) apresentaram Htc reduzido, e 16 (46%) apresentaram valores superiores à referência. Já no Gestragulativo, 2 equinos (13%) demonstraram Htc abaixo da referência, e 10 (67%) apresentaram valores acima.

Na análise individual do Ginflamatório, observou-se que 4 equinos (14%) com diagnóstico de colite dorsal direita apresentaram valores de hematócrito (Htc) abaixo da referência, enquanto outros 4 equinos (14%) apresentaram valores acima. Dois equinos (9%) com enterite anterior apresentaram valores abaixo e 2 (9%) valores acima. Entre os equinos com gastrite, 1 animal (4,5%) apresentou valores de Htc abaixo da referência, e 1 (3%) apresentou valores acima. No caso de tiflite, 1 equino (3%) apresentou valores abaixo, enquanto 2 (9%) apresentaram valores acima.

No GNão-estrangulativo, 2 equinos (6%) com compactação de cólon maior apresentaram Htc abaixo da referência, enquanto 8 (30%) apresentaram valores acima. Entre os equinos com compactação de cólon menor, 3 (8,5%) apresentaram valores abaixo e 3 (8,5%) apresentaram valores acima. Além disso, 2 equinos (6%) com deslocamento de cólon apresentaram valores de Htc acima, assim como 1 equino (3%) com compactação de intestino delgado e 1 (3%) com compactação de ceco. No Gestrangulativo, verificou-se uma diferença mais acentuada em relação aos outros grupos. Um equino (7%) com intussuscepção apresentou valores de Htc abaixo da referência. Já 3 equinos (20%) com hérnia inguinoescrotal, 1 equino (7%) com torção de intestino grosso, 3 equinos (20%) com encarceramento nefroesplênico e 3 equinos (20%) com ruptura intestinal apresentaram valores de Htc acima da referência.

Figura 15 - valores de Hematócrito total (Hct) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



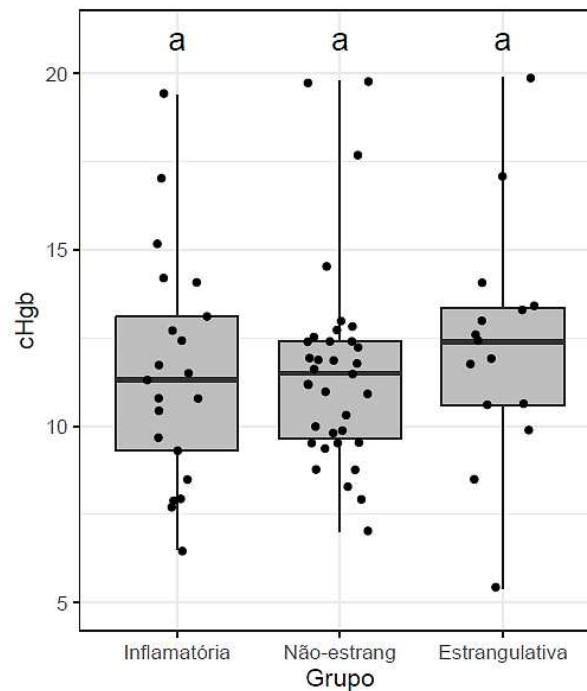
Castro et al. (2013) observaram que, entre 20 equinos atendidos por abdômen agudo, 40% apresentaram valores de hematócrito (Htc) acima dos níveis fisiológicos. O estudo evidenciou que equinos com lesões isquêmicas em alças intestinais demonstraram Htc significativamente superior ($p < 0,01$) em comparação aos indivíduos com lesões intestinais leves. De acordo com Marques (2018), em casos de abdômen agudo, o aumento do Htc pode ser atribuído à perda de volume intravascular, resultando em

policitemia relativa associada à desidratação, ou à contração esplênica, desencadeada pela ativação do sistema nervoso simpático ou pela endotoxemia.

Os achados desses estudos corroboram com os resultados do presente trabalho, no qual 34 equinos (44%) apresentaram valores elevados de Htc, incluindo 10 equinos (45%) do grupo estrangulativo. A interpretação do Htc em equinos é desafiadora devido à significativa capacidade esplênica de armazenar eritrócitos. Situações de dor ou excitação, marcadas pela liberação de altas concentrações de catecolaminas, também podem elevar o Htc. Segundo Orsini e Divers (2013), o Htc é considerado um indicador prognóstico importante: valores inferiores a 35% estão associados a uma probabilidade de sobrevivência de 90%, enquanto valores superiores a 60% reduzem essa probabilidade para 20–25%, e níveis acima de 75% estão associados a apenas 5% de sobrevivência. Pradella *et al.*, (2025), observou-se que equinos com valores de hematócrito superiores a 40% apresentaram desfecho letal. A análise retrospectiva de parâmetros clínicos e laboratoriais selecionados em 29 cavalos acometidos por crises abdominais agudas evidenciou o potencial preditivo de determinadas variáveis para a avaliação prognóstica.

Os valores de concentração de hemoglobina (cHgb) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados (Tabela 3). As medianas de cHgb em todos os grupos permaneceram dentro da faixa de referência (8 a 14 mg/dL), sendo as seguintes: Ginflamatório (11,3 mg/dL), GNão-estrangulativo (11,5 mg/dL) e Gestrangulativo (12,5 mg/dL). No Ginflamatório, um equino (4,5%) apresentou valores de cHgb acima do limite fisiológico, enquanto quatro equinos (18%) apresentaram valores abaixo do intervalo de referência; esses mesmos animais foram diagnosticados com acidose láctica do tipo A, associada à hipóxia celular. No GNão-estrangulativo, dois equinos (6%) apresentaram valores de cHgb abaixo do limite de referência, enquanto três (8,5%) apresentaram valores acima. No Gestrangulativo, um equino (6,5%) apresentou redução na cHgb, enquanto dois equinos (13%) apresentaram aumento.

Figura 16 - valores de Concentração de hemoglobina (cHgb) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)

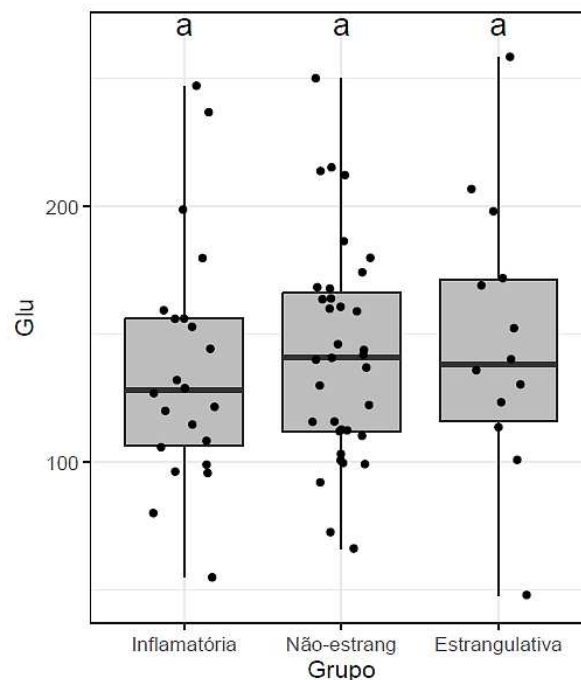


Os valores observados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. No estudo conduzido por Costa et al. (2008), em que foi induzida obstrução de jejuno em equinos, verificou-se uma redução na concentração de hemoglobina. Contudo, os autores sugerem que esses achados podem estar relacionados à desidratação induzida experimentalmente, bem como ao uso prévio de acepromazina.

Os valores de concentração de glicose (Glu) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados (Tabela 3). As medianas de glicose em todos os grupos mantiveram-se acima da faixa de referência para equinos adultos (75 a 115 mg/dL). No total, 47 equinos (61%) apresentaram hiperglicemia, enquanto 5 equinos (6,5%) apresentaram hipoglicemia. Especificamente, no Ginflatatório, 14 equinos (64%) apresentaram hiperglicemia; no GNão-estrangulativo, 23 equinos (65%) manifestaram hiperglicemia; e no Gestrangulativo, 10 equinos (67%) também demonstraram hiperglicemia. Na análise detalhada, no grupo inflamatório, 8 equinos (36%) com colite dorsal direita apresentaram hiperglicemia, 4 equinos (18%) com gastrite exibiram hiperglicemia, 1 equino (4,5%) com tiflite apresentou hiperglicemia, e 1 equino (4,5%) com enterite anterior apresentou hiperglicemia persistente (247 mg/dL), associada à acidose láctica. Este último equino evoluiu para óbito.

No GNão-estrangulativo, 9 equinos (26%) com compactação de cólon menor apresentaram hiperglicemia, 6 equinos (17%) com compactação de cólon maior mostraram hiperglicemia, 1 equino (3%) com tiflíte manifestou hiperglicemia, 3 equinos (8,5%) com deslocamento de cólon demonstraram hiperglicemia, 2 equinos (6%) com compactação de intestino delgado apresentaram hiperglicemia, 1 equino (3%) com compactação gástrica apresentou hiperglicemia, e 1 equino (3%) com enterolitíase também demonstrou hiperglicemia. Por sua vez, no Gestrangulativo, 2 equinos (9%) apresentaram hiperglicemia, 3 equinos (13%) com encarceramento nefroesplênico exibiram hiperglicemia, 2 equinos (9%) com hérnia inguinoescrotal apresentaram hiperglicemia, e 3 equinos (20%) com ruptura intestinal apresentaram hiperglicemia persistente. Os três últimos animais foram submetidos à eutanásia.

Figura 17 - valores de Glicose (Glu) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Um estudo retrospectivo conduzido por Hassel *et al.*, (2009), que avaliou a glicemia em 228 equinos com abdome agudo, revelou uma glicemia média de 155 mg/dL (8,5 mM), com 45% dos animais apresentando valores acima do intervalo de referência. Além disso, 16,7% (38 de 228) dos cavalos exibiram hiperglicemia intensa (≥ 195 mg/dL; 10,7 mM). O estudo concluiu que a hiperglicemia é frequente em equinos com cólica e está associada a um pior prognóstico de sobrevivência até a alta hospitalar. Complementarmente, Hollis

et al., (2007), ao investigar 269 equinos com síndrome cólica, observaram que um aumento de 18 mg/dL na glicemia reduziu a probabilidade de sobrevivência após a alta em 24%, além de aumentar em 11% a indicação cirúrgica, em 13,5% a identificação de lesões no intestino delgado e em 12% a necessidade de ressecção intestinal. Esses resultados reforçam que a hiperglicemia associada à hiperlactatemia nas primeiras 48 horas de hospitalização está ligada a um prognóstico desfavorável.

A glicose é obtida pela ingestão de carboidratos ou pela glicogenólise, processo de quebra do glicogênio armazenado. Sua regulação plasmática é mediada pela insulina, que promove a captação de glicose por músculos, tecido adiposo e fígado, e pelo glucagon, que estimula sua produção hepática. Em condições de hipóxia tecidual, o piruvato é convertido em lactato, resultando em hiperlactatemia, com produção muscular e metabolização hepática e renal (Garcia-Alvarez *et al.*, 2014). A hipoperfusão tecidual é a principal causa de lactatemia, embora disfunções mitocondriais, estados hipermetabólicos e doenças hepáticas também contribuam. O piruvato também participa do ciclo do ácido cítrico, produzindo energia na forma de GTP, além de liberar dióxido de carbono, elétrons e íons H⁺ (Paim, 2020).

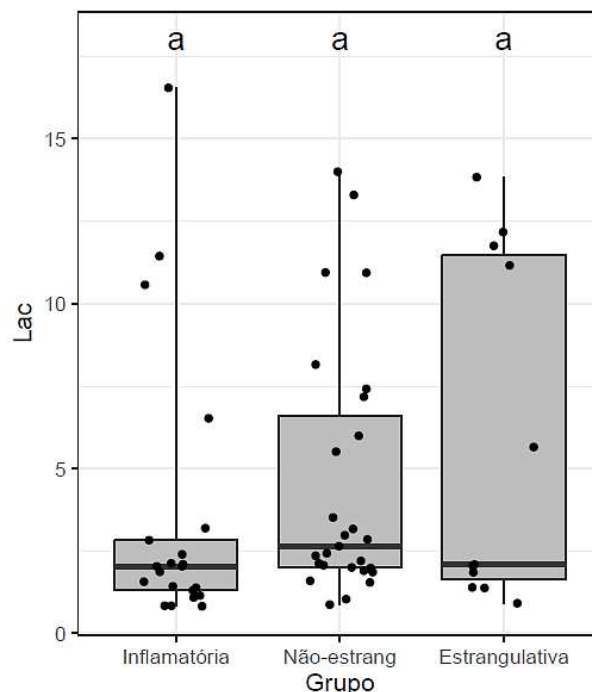
A hiperglicemia é uma manifestação comum em casos abdome agudo que evoluem para SIRS e sepse, resultante da liberação de hormônios contrarregulatórios, como catecolaminas, cortisol e glucagon, além da resistência periférica à insulina e do aumento da gliconeogênese e glicogenólise hepáticas. Essas alterações metabólicas são mediadas por citocinas pró-inflamatórias, como TNF- α e interleucinas, que agravam a resposta inflamatória sistêmica. Nos pacientes sépticos, a hiperglicemia é um marcador prognóstico, associada a maior risco de complicações, incluindo disfunção multiorgânica e maior mortalidade, sendo seu controle uma prioridade no manejo clínico (Branco, 2007).

Os valores de lactato (Lac) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados (Tabela 3). As medianas de lactato em todos os grupos mantiveram-se acima da faixa de referência para equinos (0,7 a 1,5 mmol/L). Ressalta-se que, 18 equinos, não foi possível realizar a análise da concentração de lactato. No total, 59 equinos (100%) tiveram os níveis de lactato analisados, dos quais 47 (80%) apresentaram hiperlactatemia. No ginflamatório (n=21), 17 equinos (80%) apresentaram hiperlactatemia. No GNão-estrangulativo (n=27), a hiperlactatemia foi observada em 22 equinos (81%). Por fim, no Gestrangulativo (n=11), 8 equinos (72%) apresentaram níveis elevados de lactato.

Em uma análise detalhada, no Ginflamatório, 7 equinos (41%) diagnosticados com colite dorsal direita apresentaram valores de lactato acima do normal, enquanto 3 equinos (17%) com gastrite e 3 equinos (17%) com tiflite também demonstraram hiperlactatemia. Além disso, 4 equinos (23%) com enterite anterior apresentaram níveis elevados de lactato. No GNão-estrangulativo, 7 equinos (32%) com compactação de cólon menor e 12 equinos (54%) com compactação de cólon maior apresentaram hiperlactatemia. Entre os demais diagnósticos, 1 equino (4,5%) com compactação de ceco, 1 equino (4,5%) com deslocamento de cólon, 1 equino (4,5%) com enterolitíase e 1 equino (4,5%) com compactação de intestino delgado também apresentaram valores elevados de lactato.

No Gestrangulativo, 3 equinos (37,5%) com encarceramento nefroesplênico apresentaram hiperlactatemia, assim como 1 equino (12,5%) com torção de intestino grosso, 1 equino (12,5%) com hérnia inguinoescrotal, e 1 equino (12,5%) com intussuscepção de ceco. Adicionalmente, 2 equinos (25%) diagnosticados com ruptura intestinal também apresentaram hiperlactatemia.

Figura 18 - valores de Lactato (Lac) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Em um estudo retrospectivo conduzido por Nappert e Johnson (2001), que avaliou 50 equinos com abdome agudo, foi relatado que a maioria dos animais apresentava concentrações de lactato acima dos valores de referência. Além disso, níveis muito

elevados de lactato foram associados a lesões graves no trato intestinal, indicando um prognóstico mau. Em pesquisa mais recente, Pradella *et al.*, (2025) analisaram 59 equinos com abdome agudo e identificaram que a mediana da concentração de lactato sanguíneo nos cavalos que não sobreviveram foi de 3,8 mmol/L, enquanto nos sobreviventes foi de 2,9 mmol/L. De forma semelhante, Johnston *et al.*, (2007) observaram que equinos com vólculo de 360° do cólon maior apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos níveis de lactato, com médias de 2,98 mmol/L (\pm 2,53 mmol/L) nos sobreviventes e 9,48 mmol/L (\pm 5,22 mmol/L) nos que não sobreviveram. Nenhum equino com concentração de lactato acima de 10,6 mmol/L sobreviveu.

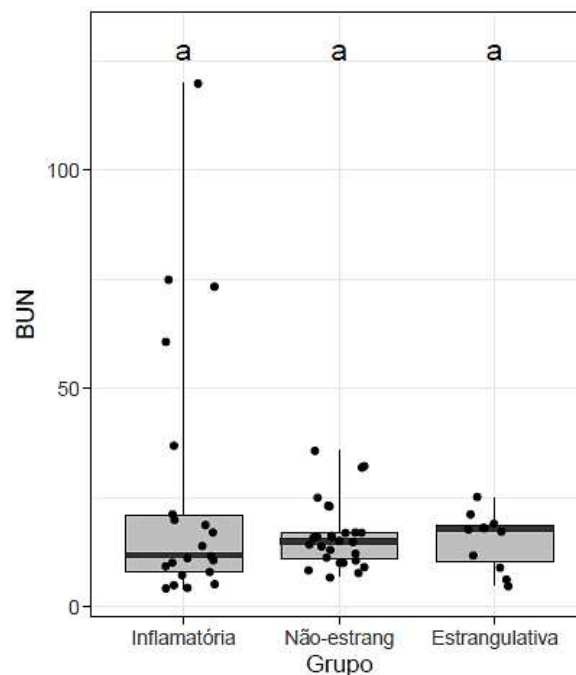
Em outro estudo, Taschettoost *al.*, (2023) confirmaram que a mediana de lactato sanguíneo em equinos que não sobreviveram foi de 3,8 mmol/L, enquanto nos sobreviventes foi de 2,9 mmol/L. Barros *et al.*, (2024) também evidenciaram que concentrações de lactato entre 6 e 8 mmol/L estão associadas a prognósticos significativamente desfavoráveis, enquanto valores acima de 8 a 10 mmol/L tornam a sobrevivência improvável, os resultados desses estudos diferem dos achados observados no presente trabalho, no qual 10 equinos (13%) apresentaram concentrações de lactato entre 3 e 6 mmol/L, sem evolução para óbito. Por outro lado, entre os 11 equinos (14%) que apresentaram valores de lactato superiores a 8 mmol/L, apenas 1 equino (1,3%) foi a óbito, enquanto outros 2 (2,5%) foram submetidos à eutanásia devido à identificação de ruptura intestinal.

Os valores de lactato plasmático discretamente acima da faixa de normalidade, registrados nos animais dos três grupos experimentais do presente ensaio (Tabela 3), demonstram que os pacientes chegaram ao hospital veterinário apresentando quadros de hipovolemia/desidratação, pois como citou Farrell *et al.* (2021) a produção de L-lactato é intensificada em condições de hipóxia ou anoxia. Ressaltando-se que lesões intestinais relacionadas à cólica, que resultam em isquemia ou endotoxemia, criam um ambiente no qual a glicólise anaeróbica predomina devido ao colapso da circulação periférica. Esses achados destacam a importância do lactato como marcador prognóstico em equinos com cólica.

Os níveis de nitrogênio ureico (BUN) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados, com as medianas de todos os grupos permanecendo dentro da faixa de referência (8 a 26 mg/dL). As medianas observadas foram de 12 mg/dL no Ginflamatório, 15 mg/dL no GNão-estrangulativo e 18 mg/dL no Gestrangulativo. No entanto, no Ginflamatório, 5 equinos (23%) apresentaram valores de

BUN entre 37 e 120 mg/dL, sendo todos diagnosticados com colite dorsal direita; dentre esses, um indivíduo evoluiu a óbito. No GNão-estrangulativo, 3 equinos (8,5%) apresentaram valores de BUN acima do intervalo de referência, enquanto Gestrangulativo os valores de BUN permaneceram dentro dos limites fisiológicos normais em todos os equinos.

Figura 19 - valores de Fração Ureia (BUN) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



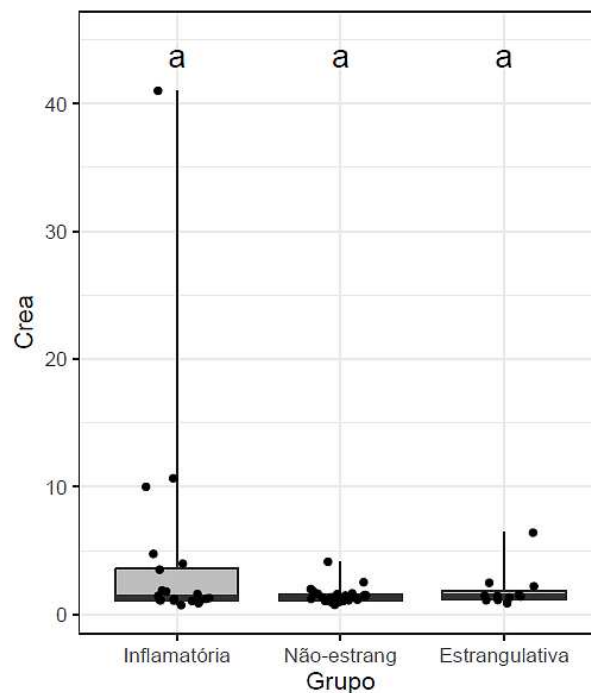
Casos de abdome agudo frequentemente apresentam azotemia, embora elevações significativas nos níveis de nitrogênio ureico no sangue (BUN) sejam menos comuns, com a maioria dos animais apresentando valores abaixo de 35 mg/dL (Arosalo *et al.*, 2007). Segundo Parry (1987) concentrações de BUN de 14, 42 e 70 mg/dL foram associadas a probabilidades de sobrevivência de 88%, 40% e 6%, respectivamente, destacando o valor prognóstico do BUN, aumentos expressivos nos seus níveis estão associados a desfechos desfavoráveis, o que corrobora os achados do presente estudo. No Ginflamatório, três equinos diagnosticados com colite dorsal direita apresentaram concentrações elevadas de BUN: um equino (4,5%) apresentou um valor de 120 mg/dL, enquanto dois equinos (9%) registraram valores de 75 mg/dL, sendo que um deles evoluiu para óbito.

A elevação do BUN, muitas vezes de origem pré-renal, reflete hipoperfusão renal. No entanto, a persistência de hipotensão pode levar a danos renais, como evidenciado pela presença de proteínas, cilindros tubulares e aumento da relação gama-

glutamiltransferase/creatinina urinária. Embora estudos demonstrem que o BUN é maior em casos cirúrgicos de abdome agudo, sua aplicabilidade isolada para determinar a necessidade de cirurgia é limitada devido à sobreposição entre os grupos clínicos e cirúrgicos (Di-Filippo *et al.*, 2012).

Os níveis de creatinina (Crea) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos analisados, com as medianas de todos os grupos permanecendo dentro da faixa de referência (1 a 1,5 mg/dL). As medianas observadas foram 1,28 mg/dL no Ginflamatório, 1,35 mg/dL no GNão-estrangulativo e 1,50 mg/dL no Gestrangulativo. Contudo, foi identificada variação intragrupo. No Ginflamatório, 6 equinos (27%) apresentaram valores de creatinina acima da faixa de referência, sendo 5 desses casos associados à colite dorsal direita, dos quais 3 também apresentaram elevação concomitante de BUN. Além disso, 1 equino com enterite anterior apresentou valores elevados de Crea. No GNão-estrangulativo, 7 equinos (20%) apresentaram níveis de creatinina acima do limite de referência, enquanto no Gestrangulativo, esse padrão foi observado em 3 equinos (20%).

Figura 20 - valores de Creatinina (Crea) de acordo com os grupos. ^{a,b} Letras diferentes indicam diferença significativa ($p < 0.05$)



Um estudo conduzido por Dias et al. (2013) relatou a ausência de diferenças significativas nos níveis de creatinina entre equinos com abdome agudo e equinos hígidos atletas de vaquejada. Por outro lado, Ribeiro (2023) identificou elevação nos níveis de creatinina em equinos com cólicas estrangulativas, corroborando os achados do presente estudo, no qual 20% dos equinos do Gestrangulativo apresentaram aumento de creatinina. Em estudo realizado por Nikvand *et al.*, (2019), foi observado aumento na concentração de creatinina em equinos com abdome agudo que vieram a óbito, em comparação com aqueles que sobreviveram, resultado que diverge do presente estudo, no qual 16 equinos (20%) apresentaram níveis elevados de creatinina, mas apenas 1 equino (1,3%) evoluiu para óbito e 1 equino (1,3%) foi submetido à eutanásia.

Distúrbios gastrointestinais graves são frequentes em equinos e, embora a progressão para insuficiência renal e hepática seja um evento raro, alterações severas nesses órgãos são atribuídas à ação de endotoxinas, desidratação persistente, uso de drogas nefrotóxicas e anti-inflamatórios não esteroidal, coagulação intravascular disseminada, além de desequilíbrios eletrolíticos e metabólicos (Di-Filippo *et al.*, 2012).

A seguir, foram classificados os diagnósticos dos distúrbios ácido-base observados nos três grupos experimentais (Tabela 5) e aqueles relacionados às diferentes etiologias de cólica (Tabela 6), conforme sua intensidade, de acordo com os critérios estabelecidos na Tabela 4.

Tabela – 4 valores de referências para intensidade dos desequilíbrios ácido-base em equinos

INTENSIDADE DOS DESEQUILÍBRIOS	Valor do pH Sanguíneo (7,38 – 7,44)	Valor da cBase (0 – 5 mmol/L)
Acidose metabólica discreta	7,30 a 7,20	Até -6
Acidose metabólica moderada	7,19 a 7,10	-7 a -14
Acidose metabólica intensa	A partir de 7,11	A partir de -15
Alcalose metabólica discreta	7,46 a 7,55	6 a 12
Alcalose metabólica moderada	7,56 a 7,65	13 a 19
Alcalose metabólica intensa	A partir de 7,66	A partir de 20

Fonte: Ribeiro Filho (2020).

Tabela – 5 Diagnósticos dos distúrbios ácido-base referentes aos três grupos experimentais

Grupo	Diagnósticos dos distúrbios ácido-base
Ginflamatório (n=22)	4 Normal 4 Acidose Metabólica (discreta) 3 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória 3 Acidose Metabólica (moderada) 1 Acidose Metabólica (moderada) + Alcalose Respiratória 3 Acidose Metabólica (intensa) + Alcalose Respiratória 4 Acidose Láctica
GNão-estrangulativo (n=35)	9 Normal 6 Acidose Metabólica (discreta) 7 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória 1 Acidose Metabólica (moderada) 2 Alcalose Metabólica (discreta) 5 Acidose Láctica 5 Hiperlactemia sem acidose
Gestrangulativo (n=15)	5 Normal 2 Acidose Metabólica (discreta) 2 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória 1 Acidose Metabólica (intensa) 5 Acidose Láctica

Tabela – 6 Diagnóstico dos distúrbios ácido-base referente as diversas etiologias de cólica

Enfermidades	Diagnósticos dos desequilíbrios ácido-base
Colite (n=11)	1 Normal 1 Acidose Metabólica (discreta) 1 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória 3 Acidose Metabólica (moderada) 2 Acidose Metabólica (moderada) + Alcalose Respiratória 3 Acidose Metabólica (intensa) + Alcalose Respiratória
Tíflite (n=3)	2 Acidose Metabólica (discreta) 1 Acidose Lática
Enterite Anterior (n=4)	1 Acidose Metabólica (discreta) 3 Acidose Lática (intensa)
Gastrite (n=4)	3 Normal 1 Acidose Metabólica (discreta)
Compactação de Ceco (n=1)	1 Hiperlactemia sem acidose
Compactação de Cólon Maior (n=15)	5 Normal 4 Acidose Metabólica (discreta) 4 Acidose Metabólica (discreta)+ Alcalose Respiratória 1 Alcalose Metabólica (discreta) 1 Acidose Lática
Compactação de Cólon Menor (n=8)	1 Normal 1 Acidose Metabólica (discreta) 1 Alcalose Metabólica (discreta) 3 Acidose Lática 2 Hiperlactemia sem acidose
Compactação Gástrica (n=2)	1 Normal 1 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória
Compactação de Íleo (n= 2)	1 Normal 1 Hiperlactemia sem acidose
Compactação de Jejunio (n=1)	1 Acidose Metabólica (moderada)
Deslocamento de Cólon (n=5)	1 Normal 1 Acidose Metabólica (discreta) 2 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória 1 Hiperlactemia sem acidose
Enterolitiase (n=1)	1 Acidose Lática
Hernia Inguinoescrotal (n=4)	1 Normal 1 Acidose Metabólica (discreta) 1 Acidose Metabólica (intensa) 1 Acidose Lática
Encarceramento Nefroesplênico (n=3)	2 Normal 1 Acidose Lática
Torção de Intestino Grosso (n=3)	2 Normal 1 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória
Intussuscepção de Ceco (n=1)	1 Acidose Lática
Intussuscepção de Jejunio (n=1)	1 Acidose Metabólica (discreta) + Alcalose Respiratória

6. CONCLUSÕES

Na avaliação e comparação dos grupos estudados, conclui-se que os animais do Ginflamatório apresentaram acidose metabólica discreta confirmada pelo decréscimo da cBase (efc, b) e aumento do Agap, além do menor valor de cSO₂, evidenciando o impacto da inflamação sistêmica e da hipoperfusão tecidual sobre os animais. Apesar da complexidade da etiopatogenia nos casos de abdome agudo, esses resultados podem oferecer ao Veterinário auxílio preditivo de diagnóstico e prognóstico no paciente equino.

Ademais, como a acidose metabólica foi o distúrbio mais prevalente em equinos com abdome agudo associado a processos inflamatórios, em situações da inexistência do exame hemogasométrico, ela poderá ser concebida como o distúrbio preponderante nesse tipo de paciente. Entretanto, deve-se ressaltar que impreterivelmente o paciente deverá ser submetido a um minucioso exame físico, pois a correta interpretação dos sinais clínicos irá facilitar o entendimento dos múltiplos aspectos envolvidos na etiopatogenia do abdome agudo.

7. PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente estudo demonstrou a relevância do exame hemogasométrico e bioquímico na caracterização dos distúrbios presentes no paciente equino acometido por abdome agudo. Entretanto, novos ensaios clínicos devem ser realizados utilizando esses tipos de pacientes com a inclusão de dados e informações como: sinais clínicos, se foram ou não medicados, se eram casos médicos ou cirúrgicos, informando a sede do processo (estômago, intestino delgado ou grosso), além de número maior de animais e outros exames laboratoriais. A incorporação desses dados e informações irá fornecer mais homogeneidade aos grupos experimentais, e, possivelmente, irá revelar informações mais precisas quando se deseja utilizar os biomarcadores como preditivos de diagnóstico e prognóstico no abdome agudo em equinos.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, C.; WESTWOOD-HEARN, H.; BOLT, D. M.; MONTICELLI, P. Prevalence of Electrolyte Disturbances and Perianesthetic Death Risk Factors in 120 Horses Undergoing Colic Surgery. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.84, p.1-6, 2020.
- AITKEN, M. R. Colic Surgery: Recent Updates. **Vet Clin Equine** v.39, p.249-262, 2023.
- ALVES, G. E. S.; BOTTEON, P. T. L.; RIBEIRO-FILHO, J. D.; OLIVEIRA, H. P. Fluidoterapia em Equinos. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v.3, p.14-21, 2013.
- ARANTES, J. A. *Microbiota fecal, intestinal e translocação bacteriana em equino com síndrome cólica cirúrgica*. 2023. 122 p. Tese de doutorado em biociência animal.
- AROLASALO, B. M.; REAKALLIO, M.; RAJAMAKI, M.; HALOPAINEN.; KASTEVAARA, T.; SALONEN, H.; SANKARI, S. Detecting early kidney damage in horses with colic by measuring matrix metalloproteinase -9 and -2, other enzymes, urinary glucose and total proteins. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.49, n.4, p.1-6, 2007.
- BARROS, A. M. C.; CAMARGO, M. M.; NICHI, M.; BELLI. Blood and peritoneal lactate in equine colic: application in emergency care and construction of a decision tree. **Arq. Bra. Med. Vet. Zootec.**, v.76, n.5, p.1-12, 2024.
- BIANCHI, M. V.; MELLO, L. S. de; WENTZ, M. F.; PANZIERA, W.; SOARES, J. F.; SONNE, L.; DRIEMEIER, D.; PAVARINI, S. P. Fatal parasite-induced enteritis and typhlocolitis in horses in southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.28, n.3, p.443-450, 2019.
- BLIKSLAGER, A. T.; WHITE II, N. A.; MOORE, J. N.; MAIR, T. S. **The Equine Acute Abdomen**. 3th. Ed. Wiley BlackWell, 2017, p. 376-410.
- BOOKBINDER, L.; PRISK, A. Updates on Diagnosis and Management of Colic in the Field and Criteria for Referral Veterinary. **Vet Clin Equine**, v.39, p.175-195, 2023.
- BORER, K. E.; CORLEY, K. T. T. Electrolyte disorders in horses with colic. Part 1: Potassium and magnesium. **Equine Veterinary Education**, v.18, n.5, p.266-271, 2006.
- BOWDEN, A.; ENGLAND, G. C. W.; BRENNAN, M. L.; MAIR, T. S.; FURNESS, W. A.; FREEMAN, S. L.; BURFORD, J. H. Indicators of critical' outcomes in 941 horses seen out-of-hours' for colic. **Veterinary Record**, v.187, n.12, p.492-492, 2020.
- BRANCO, R. G.; TASKER, R. C.; GARCIA, P. C. R.; PIVA, J. P.; XAVIER, L. D.; rapy in sepsis and critical illness. **Jornal de Pediatria**, v.83, n.5, p.128-136, 2007.
- CARLSON, G.P.; BRUSS, M. Fluid, Electrolyte and Acid Base Balance. IN: KANEKO, J.; HARVEY, J.; BRUSS, M. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic Press, 6th edition, p.529-559, 2008.

CASTRO, T. F. *Hemogasometria e equilíbrio eletrolítico pré-operatório em mangalarga marchador acometido de síndrome cólica*. 2013. 67p. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias.

CHONG, W. H.; SAHA, B. K.; MEDAROV, B. I. Comparing Central Venous Blood Gas to Arterial Blood Gas and Determining Its Utility in Critically Ill Patients: Narrative. **Review. Narrative Review Article** v.133, n.2, p.374-378, 2021.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. Ed: Lawrence Erlbaum Associates: New York. 567p. 1988.

COSTA, N. S.; DORIA, R. G. S.; CANOLA, P. A.; SILVA, P. C.; JORGE, R. L. N.; FAGLIARI, J. J. Hemograma e hemogasometria de equinos submetidos à obstrução experimental de jejuno. **Arq Bras Med Vet Zootec**, v.60, n.6, p.1376-1374, 2008.

CONSTABLE, P. D.; STÄMPFLI, H. R.; NAVETAT, H.; BERCHTOLD, J.; SCHELCHER, F. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid-base abnormalities in sick calves with or without diarrhea. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.19, p.581-589, 2005.

CORLEY, K. T. T. Treating Electrolyte Abnormalities in Colic Patients, **Terapeutics in Practice**, v.2, n.1, p.16-20, 2007.

DIAS, R. V. C.; BEVILACQUA, P. D.; RIBEIRO-FILHO, J. D.; RIBEIRO-JUNIOR, J. I. Avaliação física e laboratorial da síndrome cólica de equinos em parque de vaquejada. **Vet e Zootec**, v.20, n.4, p.658-672, 2013.

DI-FILIPPO, P. A.; SANTANA, A. E.; PEREIRA, G. T. Equilíbrio ácido-base e hidroeletrólítico em equinos com cólica. **Ciência Rural**, v.38, p.1-8, 2008.

DI-FILIPPO, P. A.; NOGUEIRA, A. F. S.; ALVEZ, A. E.; SANTANA, A. E. Parâmetros bioquímicos de avaliação da função renal e hepática de equinos com cólica submetidos a laparotomia, sobreviventes ou não. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.4, p.460-465, 2012.

DUMONT, C. B. S. *A influência da distância na desclassificação de equinos de enduro: alterações hidroeletrólíticas, hemogasométricas e bioquímicas*. 2015. 62 p. Tese de doutorado em saúde animal.

ELSAWAF, M. H.; EL-MASHAD, N. E.; SALIB, F. A.; JAHEEN, A. H.; EL-SHERIF, M. A. Altered of Serum Amyloid A, Haptoglobin, Coagulation Profile, and Venous Blood Gases of Arabian Horses Suffering from Spasmodic and Flatulent Colic in Egypt. **Egypt J Vet Sci**, v.55, p.2079-2088, 2024.

FARIAS, S. K.; RIBEIRO-FILHO, J. D.; DONNER, A. C.; DANTAS, W. M. F.; GOMES, C. L. N. Hemogasometria e ânion gap em equinos tratados com soluções eletrolíticas enterais contendo diferentes fontes de energia. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1587-1592, 2011.

FARRELL, A.; KERSH, K.; LIEPMAN, R.; DEMBEK, K. A. Development of a colic scoring system to predict outcome in horse. **Front Vet Sci**, v.8, n.697589, p.1-8, 2021.

FIELDING, C. I.; MAGDESIAN, K. G. **Equine Fluid Therapy**. Ed: Wiley Black Well, 372p. 2015.

FREEMAN, D. E.; HAMMOCK, P.; BAKER, G. J.; GOETZ, T.; FOREMAN, J. H.; SCHAEFFER, D. J.; RICHTER, R. A.; INOUE, O.; MAGID, J.H. Short- and long-term survival and prevalence of postoperative ileus after small intestinal surgery in the horse. **Equine Vet J Suppl**, v.32, p.42-51, 2000.

GARCIA-ALVAREZ, M., MARIK, P., BELLOMO, R. Sepsis-associated hyperlactatemia. **Critical Care**. v.18, p.1-11, 2014.

GARCIA-LOPEZ, J. M.; PROVOST, P. J.; RUSH, J. E.; ZICKER, S. C.; BURMASTER, H.; FREEMAN, L. M. Prevalence and prognostic importance of hypomagnesemia and hypocalcemia in horses that have colic surgery. **Journal of Equine Veterinary**, v.84, n.1, p.7-12, 2001.

GILLEN, A.; ARCHER, D. C. Epidemiology of Colic Current Knowledge and Future Directions. **Vet Clin Equine**, v.39, p.157-174, 2023.

GIRALDO, A. F.; CARBALLO, R.; SERRENHO, R. C.; TRAN, V.; VALVERDE, A.; RENAUD, D. L. GOMEZ, D. E. Association of the type of metabolic acidosis and non-survival of horses with colitis, **Can Vet J**, v.64, p.1044-1050, 2023.

GOMES, E. B.; PEREIRA, H. C. P. Distúrbios do Potássio. **Revista de Ciências da Saúde**, v.33, n.1, p.232-250, 2021.

GOMEZ, D. E.; ARROYO, L. G.; STAMPFÇI, L. E.; CRUZ, L. E.; OLIVER, O. J. Physicochemical Interpretation of Acid-Base Abnormalities in 54 Adult Horses with Acute Severe Colitis and Diarrhea. **J Vet Intern Med**, v.27, p.548-553, 2013.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. 3th. Ed. UFRGS, 1969, p. 59-111.

HASSEL, D. M.; HILL, A. E.; RORABECK, R. A. Association between Hyperglycemia and Survival in 228 Horses with Acute Gastrointestinal Disease. **J Vet Intern Med**, v.23, p.1261-1265, 2009.

HESSELKILD, E. Z.; ALMIND, M. E.; PETERSEN, J.; FLETHOJ, M.; PRAESTEGAARD, K. F.; BUHL, R. Cardiac arrhythmias and electrolyte disturbances in colic horses, **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.56, n.58, p. 1-10, 2014.

HOLLIS, A. R.; BOSTON, R. C.; CORLEY, K. T. T. Blood Glucose in Horses with Acute Abdominal Disease. **J Vet Intern Med**, v.21, p.1099-1103, 2007.

JOHNSON, P. J. Electrolyte and acid-base disturbance in the horse. **Equine Practice**, v.11, n.3, p.491-514, 1995.

JOHNSTON, K.; HOLCOMBE, S.; HAUPTAN, J. G. Plasma Lactate as a Predictor of Colonic Viability and Survival After 3601 Volvulus of the Ascending Colon in Horses, **Veterinary Surgery**, v.36, p.563-567, 2007.

KARELA, P.; SINGH, G.; RATHOR, N. S.; LEGHA, R.; YASHPAL; DEDAR, R. K. Biochemical and electrolytes analysis of colic in indigenous breeds of horses. **Internacional Journal of Advanced Biochemistry Research**, v.7, n.2, p.12-15, 2023.

KIRSCH, K.; SANDERSEN, C. Traditional and quantitative analysis of acid-base and electrolyte imbalances in horses competing in cross-country competitions at 2-star to 5-star level. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.34, n.2, p.909-921, 2020.

LINDINGER, M. I. Total Carbon Dioxide in Adult Standardbred and Thoroughbred Horses. **Journal of Equine Veterinary Scienc**, v.106, n.103730, p.1-13, 2021.

MARQUES, M. J. P. V.D.; *Análise retrospectiva de 92 casos de cólica em equinos admitidos em segunda opinião para tratamento hospitalar*. 2018. 94p. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária.

MIRLE, E.; WOGATZKI, A.; KUNZMANN, R.; SCHOENFELDER, A. M.; LITZKE, L. F. Correlation between capillary oxygen saturation and small intestinal wall thickness in the equine colic patient. **Vet Rec Open**, v.4, p.1-7, 2017.

MOORE, J. N.; VANDENPLAS, M. L. Is it the Systemic Inflammatory Response Syndrome or Endotoxemia in Horses with Colic? **Vet Clin Equine**, v.30, n.2, p.337-351, 2014.

MONTEIRO, C. L.; COSTA, C. M.; ERMITA, P. A. N.; JUNIOR, S. J. P. G.; MATTOS, F. S.; MANSUR, F. C.; SANTOS, M. O.; ALVES, S. R.; MAFORT, E. G.; FIDELIS, C. F.; AVANZA, M. F. B.; TEXEIRA, R. B. C.; VIANA, R. B.; RIBEIRO-FILHO, J. D. Treatment of experimental hyperchloremic metabolic acidosis in horses with enteral electrolyte solution containing sodium acetate. **Front Vet Sci**, v.11, p.1-13, 2024.

NAPERT, G. JOHNSON, P. J. Determination of the acis-bade status in 50 horses admitted with colic between December 1998 and May 1999. **Can Vet J**, v.42, n.9, p.703-707, 2001.

NAVARRO, M.; MONREAL, L.; SEGURA, D.; ARMENGOU, L.; ANOR, S. A Comparison of Traditional and Quantitative Analysis of Acid-Base and Electrolyte Imbalances in Horses with Gastrointestinal Disorders. **J Vet Intern Med**, vol.19, p.817-877, 2005.

NIKVAND. A. A.; JALALI, S. M.; MASHHADI. A. G.; JALALI, M. R.; AMIRABADI, S. H. Clinical, hematologic, hemostatic, and serum biochemical findings related to survival in Arabian horses with colic. **Vet Clin Pathol**, v.48, p.441-448, 2019.

NOCERA, I.; BONELLI, F.; VITALE, V.; MEUCCI, V.; CONTE, G.; JOSE-CUNILLERAS, E.; GRACIA-CALVO, L. A.; SGORBINI, M. Evaluation of plasmatic procalcitonin in healthy, and in systemic inflammatory response syndrome (Sirs) negative or positive colic horses. **Animals**, v.11, n.7, p.1-9, 2021.

ORSINI, J. A.; DIVERS, T. J. **Equine Emergencies: Treatment and Procedures**. 4th. Ed. Elsevier, 2013, p. 233-533.

PAIM, K. P.; SILVA, M. L. A.; ALONSO, J. M.; RODRIGUES, C. A.; HUSSNI, C. A.; WATANABE, M. J. Lactatemia e glicemia na síndrome cólica de equinos: revisão. **Pubvet**, v.13, n.08, p.1-9, 2019.

PAIM, K. P. *Glicemia e lactemia na síndrome cólica de equinos*. 2020. 36p. Dissertação de Mestrado em Biotecnologia Animal.

PARRY, B. W. Use of clinical pathology in evaluation of horse with colic. **The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.3, n.3, p.529-546, 1987.

PEIRÓ, J. R.; BORGES, A. S.; GONÇALVES, R. C.; MENDES, L. C. N. Evaluation of a portable clinical analyzer for the determination of blood gas partial pressures, electrolyte concentrations, and hematocrit in venous blood samples collected from cattle, horses, and sheep. **AJVR**, v.71, p.515-521, 2010.

PAGANA, K. D.; PAGANA, T. J.; PAGANA, T. N. **Mosby's Diagnostic and Laboratory Test Reference**. 15th. Ed. Elsevier, 2021, p. 105-302.

PRADELLA, G. D.; ANDRADE, A. O.; TASSINARI, W. S.; LUBECK, I.; MARTINS, N. R.; DUTRA, N. L. B.; DUARTE, C. A. Prognosis indicators of equine acute abdomen in south Brazil. **Ciência Rural**, v.55, n.1, p.1-8, 2025.

RANI, P.; SINGH, R. S.; SINGH, S.; BANSAL, B. K. A Study on Clinico-Biochemical Evaluation in Equine Colic Patients. **Journal of Animal Research**, v.8, n.1, p.93-99, 2018.

REED, S. M.; BAYLY, OW. M.; SELLON, D. C. **Equine Internal Medicine**. 3th. Ed. Elsevier, 2009, p.256-320.

REED, S. M.; BAYLY W. M. **Medicina Interna Equina**. Ed. Guanabara Koongan, 2000, p. 530-580.

REICHERT, C.; KASTNER, S. B. R.; HOPSTER, K.; ROHN, K.; ROTTING, A. K. Use of micro-lightguide spectrophotometry for evaluation of microcirculation in the small and large intestines of horses without gastrointestinal disease. **AJVR**, v.75, n.11, p.990-996, 2014.

RIBEIRO, A. *Avaliação sérica de marcadores bioquímicos e sua influência no prognóstico e sobrevida de equinos com cólica submetidos à celiotomia*. 2023. 75p. Dissertação de Mestrado em Biociência Animal.

RIBEIRO-FILHO, J. D.; CARVALHO, A. M.; VALADÃO, C. A. A.; PIMENTA, E. L. M.; ESCODRO, P. B. Diretrizes terapêuticas para o restabelecimento do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base em equinos com síndrome cólica nas condições brasileiras de atendimento. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v.87, p.4-14, 2020.

RIBEIRO-FILHO, J.D.; ABREU, J. M. G.; ALVES, G. E. S.; DANTAS, W. M. F. Hemogasometria em equinos com compactação experimental do cólon maior tratados com fluidoterapia enteral e parenteral. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.755-761, 2007.

SILVA, A. P. L. DA; QUEIROZ, A. C. R. DE; MACHITI, J. S.; REIS, K. L. DOS; BRANDÃO, L. D. S.; LOPES, N. D. S.; MIRANDA, R. B.; RODRIGUES, V. T. F.; RODRIGUES, V. S. F.; MARTINS, Y. T. D. A. Gasometria arterial: uma atualização na abordagem clínica. **O cuidado em saúde baseado em evidências** v.09, p.95-106, 2023.

SILVEIRA, C. O.; RIBEIRO-FILHO, J. D.; CRUZ, A. L.; MENESES, R. M.; DANTAS, W. M. F.; GUIMARAES, J. D. Avaliação de equinos submetidos à hidratação enteral com soluções eletrolíticas isotônicas contendo diferentes fontes de energia e cálcio. **Archives of Veterinary Science** v.17, n.1, p.22-31, 2012.

SLAWUTA, P.; NOSZCZYK-NOWAK, A.; NOWAKOWSKI, H. Acid-base balance parameters and a value of anion gap of arterial and venous blood in Małopolski horses. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v.13, n.4, p.581-585, 2010.

TASCETTO, P. M.; PRADELLA, G. D.; BERLINGIERI, M. A.; LEIRIA, P. A. T.; SKUPIEN, J. A.; LUBECK, I.; DUARTE, C. A. Using peritoneal and blood lactate as predictor of condition type, surgical referral and prognosis in equine colic cases. **Arq Bra Med Vet Zootec**, v.75, n.4, p.591-598, 2023.

VITERBO, L.; HUGHES, J.; MILNER, P. I.; BARDELL, D. Arterial Blood Gas, Electrolyte and Acid-Base Values as Diagnostic and Prognostic Indicators in Equine Colic. **Animals**, v.13, n.20, p.1-14, 2023.

WALLER, A. P.; PERSON, W.; LINDINGER, M. I. Factores contributing to plasma TCO₂ and acid-bae state in Ontario Standardbred racehorses. **Equine Vet J**, v.42 p.592-600, 2010.

WINISZEWSKI, H.; GUINOT, P. G.; SCHMIDT, M.; BESCH, G.; PITON, G.; PERROTTI, A.; LORUSSO, R.; KIMMOUN, A.; CAPELLIER, G. Optimizing PO₂ during peripheral veno-arterial ECMO: a narrative review. **Critical Care**, v.26, n.226, p.1-10, 2022.

YEE, J.; FRINAK, S.; MOHIUDDIN, N.; UDUMAN, J. Fundamentals of Arterial Blood Gas Interpretation. **Kidney360**, v.3 p.1458-1466, 2022.

APÊNDICE

Tabela 7: Parâmetros hemogasométricos e bioquímicos para sangue arterial e venoso de Equinos

Parâmetro	Valor de Referência
pH	7,38 - 7,44
pO ₂ (mmHg)	95 - 100 (sangue arterial)
pO ₂ (mmHg)	35 - 60 (sangue venoso)
pCO ₂ (mmHg)	36 - 44
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	26 - 28
tCO ₂ (mmol/L)	28 - 30
CBase_b (mmol/dL)	0 a 5
CBase_ecf (mmol/dL)	0 a 5
sO ₂ (%)	95 - 100 (sangue arterial) 60 - 80 (sangue venoso)
Na ⁺ (mmol/L)	132 - 138
K ⁺ (mmol/L)	3 - 4,5
Cl ⁻ (mmol/L)	95 - 105
Lactato (mmol/L)	0,7 - 1,5
iCa ²⁺ (mmol/L)	1,3 - 1,7
Ureia (mg/dL)	8 - 26
Creatinina (mg/dL)	1 - 1,5
Glicose (mg/dL)	75 - 115
Anion Gap (mmol/L)	8 - 12
DIF ₃ (mmol/L)	37 - 42
Hematócrito (%)	28 - 34
Hemoglobina (mg/dL)	8 - 14

Adaptado: Ribeiro Filho *et al.*, (2020); Monteiro *et al.*, (2024).