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

CÁLCIO IONIZADO E LACTATO COMO BIOMARCADORES PROGNÓSTICOS DE MORTALIDADE E SOBREVIDA EM CÃES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA

GABRIEL BADIAL FERREIRA

Botucatu - SP
2026

GABRIEL BADIAL FERREIRA

CÁLCIO IONIZADO E LACTATO COMO BIOMARCADORES PROGNÓSTICOS DE MORTALIDADE E SOBREVIDA EM CÃES COM DOENÇA RENAL CRÔNICA

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

Área de Laboratório Clínico Veterinário

Preceptora: Profª. Titular Regina Kiomi Takahira

Botucatu - SP
2025

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – CAMPUS DE BOTUCATU – UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ANA CLARA GATTO – CRB 8/10577**

Ferreira, Gabriel Badial.

Cálcio ionizado e lactato como biomarcadores prognósticos de mortalidade e sobrevida em cães com doença renal crônica / Gabriel Badial Ferreira. - Botucatu, 2026.

17 p.

Trabalho acadêmico (Residência em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.

Orientadora: Regina Kiomi Takahira

1. Marcadores bioquímicos. 2. Cães. 3. Insuficiência renal crônica. 4. Prognóstico. I. Título

Gabriel Badial Ferreira

Cálcio ionizado e lactato como biomarcadores prognósticos de mortalidade e sobrevida em cães com doença renal crônica

Trabalho de Conclusão de Residência apresentado à Universidade Estadual (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, como parte das exigências para a obtenção do título de Residente em Medicina Veterinária.

Data da defesa: 27/02/2026

BANCA EXAMINADORA

_____
Profª. Regina Kiomi Takahira
Preceptora

_____
Profª. Regina Kiomi Takahira
Departamento de Clínica Veterinária

_____
Prof. Paulo Fernandes Marcusso
Departamento de Clínica Veterinária

_____
Prof. José Gabriel Gonçalves Lins
Departamento de Clínica Veterinária

FERREIRA, GABRIEL BADIAL. *Cálcio ionizado e lactato como biomarcadores prognósticos de mortalidade e sobrevida em cães com doença renal crônica*. Botucatu, 2025. 17p. Trabalho de Conclusão da Residência em Medicina Veterinária (Área de Laboratório Clínico Veterinário) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

RESUMO

A doença renal crônica (DRC) em cães é uma enfermidade progressiva e irreversível, caracterizada pela perda estrutural e funcional dos rins, resultando em alterações sistêmicas que dificultam o diagnóstico precoce. Biomarcadores laboratoriais têm sido utilizados para auxiliar no diagnóstico e prognóstico desses pacientes. Neste estudo, as concentrações sanguíneas de cálcio ionizado e lactato foram avaliadas como preditores de mortalidade e sobrevida em cães com DRC. Um total de 446 análises de hemogasometria foi avaliado, das quais 93 corresponderam a cães com DRC, incluindo 85 óbitos e 8 sobreviventes. O cálcio ionizado apresentou associação significativa com o tempo de sobrevida, sendo que concentrações mais baixas estiveram associadas a tempos de sobrevida mais curtos ($p = 0,0000715$), embora não tenha sido observada diferença entre os dois grupos (óbitos e sobreviventes) pelo teste t ($p = 0,130$). O lactato, por sua vez, apresentou diferença significativa entre os grupos ($p = 0,028$), porém não demonstrou correlação significativa com o tempo de sobrevida. Esses achados destacam a relevância clínica do cálcio ionizado e do lactato como biomarcadores prognósticos em cães com DRC, enfatizando a necessidade de estudos futuros com amostras maiores para melhor compreensão da evolução desses parâmetros.

Palavras-chave: biomarcador; cão; lesão-renal; prognóstico

FERREIRA, GABRIEL BADIAL. *Ionized calcium and lactate levels as prognostic biomarkers of mortality and survival in dogs with chronic kidney disease*. Botucatu, 2025. 17p. Trabalho de Conclusão de Residência em Medicina Veterinária (Área de Laboratório Clínico) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

ABSTRACT

Chronic kidney disease (CKD) in dogs is a progressive and irreversible disease characterized by structural and functional loss of the kidneys, resulting in systemic changes that hinder early diagnosis. Laboratory biomarkers have been used to aid in the diagnosis and prognosis of these patients. In this study, blood concentrations of ionized calcium and lactate were evaluated as predictors of mortality and survival in dogs with CKD. A total of446 blood gas analyses were analyzed, of which 93 corresponded to dogs with CKD, including 85 deaths and 8 survivors. Ionized calcium showed a significant association with survival time, with lower concentrations associated with shorter survival times ($p = 0.0000715$), although no difference was observed between the two groups (deaths and survivors) using the t-test ($p = 0.130$). Lactate, in turn, showed a significant difference between the groups ($p=0.028$), but no significant correlation with survival time. These findings highlight the clinical relevance of ionized calcium and lactate as prognostic biomarkers in dogs with CKD, emphasizing the need for future studies with larger samples to better understand the evolution of these parameters.

Keywords: biomarker; dog; kidney injury; prognosis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 6
2 REVISÃO DE LITERATURA 7
2.1 METABOLISMO DE CÁLCIO 8
2. 2 METABOLISMO DO LACTATO 9
3 MATERIAL E MÉTODOS 10
3. 1 AMOSTRAS 10
3. 2 TEMPO DE SOBREVIDA 10
3.3 ANALISADOR DE GASES SANGUÍNEOS 10
3. 4 ANÁLISE ESTATÍSTICA 11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 11
5 CONCLUSÃO 13
REFERÊNCIAS 14

1 INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) em cães é uma condição progressiva e irreversível, caracterizada pela perda gradual e permanente da função e da estrutura renal, resultando em alterações morfofuncionais persistentes nos rins (DUNAEVICH, 2020). De acordo com a International Renal Interest Society (IRIS, 2024), a DRC é definida pela presença de alterações estruturais e/ou funcionais renais, envolvendo um ou ambos os rins, com duração mínima de três meses, independentemente de sua ocorrência simultânea.

De acordo com Bartges (2012), está entre as doenças mais frequentes na clínica de pequenos animais, apresentando sinais clínicos inespecíficos, como poliúria, polidipsia, perda de peso e redução do apetite. O diagnóstico precoce é frequentemente dificultado pela progressão lenta e gradual da doença, tornando indispensável o monitoramento constante e o uso de marcadores sensíveis para a identificação inicial da disfunção renal.

Dessa forma, o diagnóstico precoce é fundamental no manejo da DRC, pois os métodos convencionais — como alterações ultrassonográficas, aumento de ureia e creatinina e mudanças na urinálise — geralmente só se manifestam em fases avançadas. Assim, torna-se essencial recorrer a marcadores mais sensíveis, capazes de identificar o comprometimento renal antes da progressão significativa da doença (BARTGES, 2012; RUDINSKY *et. al,* 2018).

Devido ao seu caráter progressivo, o tratamento da DRC baseia-se principalmente no manejo clínico contínuo e na reposição de compostos minerais que são perdidos em decorrência do comprometimento do parênquima renal. Em estágios mais avançados, pode ser necessária a realização de transfusões sanguíneas e a utilização de terapias de substituição renal, que assumem a função de excretar produtos do

metabolismo — função que o rim doente deixa de desempenhar de maneira adequada (IRIS, 2019; IRIS, 2024).

Devido ao acompanhamento frequente desses pacientes, torna-se possível utilizar determinados parâmetros laboratoriais como marcadores de prognóstico e de evolução da doença. Alterações nesses valores — seja elevação ou diminuição — permitem projetar a progressão do quadro clínico (RUDINSKY et. Al., 2018; BARTGRES, 2012; IRIS, 2019).

O objetivo do presente estudo foi investigar a associação entre alterações nas concentrações de cálcio ionizado (hipocalcemia) e lactato (hiperlactatemia) com o tempo de sobrevida e a mortalidade em cães diagnosticados com DRC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A DRC é uma enfermidade progressiva**,** crônica e irreversível, marcada pela perda gradual de néfrons e substituição do parênquima renal por fibrose. Essa deterioração funcional reduz a capacidade de filtração, regulação hidroeletrolítica e excreção metabólica, levando a desequilíbrios sistêmicos e manifestações clínicas compatíveis com uremia em estágios avançados (BARTGES, 2014; IRIS, 2024).

O diagnóstico da DRC é estabelecido por meio de alterações laboratoriais persistentes, que podem se modificar ao longo do tempo, associadas a alterações estruturais do parênquima renal observadas no exame ultrassonográfico. A integração desses achados permite confirmar a cronicidade do quadro. Quando avaliadas em conjunto, essas alterações possibilitam o estadiamento da doença de acordo com as diretrizes da IRIS, orientando o prognóstico e o manejo terapêutico (IRIS, 2024; DUNAEVICH *et. al,* 2020).

Devido às múltiplas funções desempenhadas pelos rins — incluindo excreção, regulação hidroeletrolítica e acidobásica, além de funções hormonais — cães acometidos pela DRC podem apresentar manifestações

clínicas variadas. Entre as principais alterações observadas destacam-se anemia, perda de massa muscular, distúrbios eletrolíticos e alterações do equilíbrio ácido-base. Esses sinais decorrem da perda progressiva da capacidade renal de manter a homeostase sistêmica (BARTGRES, 2012).

2.1 METABOLISMO DE CÁLCIO

O cálcio desempenha diversas funções essenciais no organismo, atuando na contração muscular, transmissão nervosa, coagulação sanguínea, função enzimática, secreção hormonal e manutenção da integridade óssea. Na DRC, seu metabolismo é profundamente alterado por vários mecanismos (CORTADELLAS *et al,* 2010, HOLOWAYCHUK, 2013).

A perda da massa funcional de néfrons leva à redução da produção de calcitriol, metabólito ativo da vitamina D responsável por estimular a absorção intestinal de cálcio. Como consequência, menos cálcio é absorvido pelo trato gastrointestinal. Além disso, a hiperfosfatemia, frequentemente observada em pacientes com DRC, favorece a ligação do fósforo ao cálcio, diminuindo a fração ionizada, que é a forma biologicamente ativa do mineral (BARTGRES, 2012, PARKER & CHEW, 2026).

O hormônio paratireoideano (PTH) também exerce papel importante na regulação da disponibilidade de cálcio e sofre alterações significativas na DRC. A diminuição do calcitriol e a hiperfosfatemia estimulam a liberação contínua de PTH, levando ao hiperparatireoidismo renal secundário. Nessa condição, o organismo tenta compensar a hipocalcemia aumentando a mobilização de cálcio dos ossos, a reabsorção tubular e a liberação de PTH, o que contribui para os distúrbios minerais característicos da doença renal crônica (DUNAEVICH *et. al,* 2020). O conjunto dessas alterações é chamado de distúrbio mineral e ósseo da doença renal crônica (CKD-MBD).

2. 2 METABOLISMO DO LACTATO

O lactato, metabólito frequentemente mensurado na rotina clínica, também pode apresentar alterações ao longo do curso da DRC. À medida que a função renal declina, tanto a depuração quanto o metabolismo renal do lactato tornam-se menos eficientes, favorecendo seu acúmulo (ALLEN & HOLM, 2008).

Em condições fisiológicas, o organismo prioriza a produção de energia por vias aeróbicas, que englobam a glicólise inicial, seguida pelo ciclo de Krebs e pela fosforilação oxidativa na mitocôndria. Esses processos garantem maior rendimento energético e mantêm a produção de lactato em níveis mínimos, ocorrendo apenas quando há desbalanço entre oferta e demanda de oxigênio (SHARKEY & WELLMAN, 2015; ROSENSTEIN *et. al*, 2018).

Em situações de anaerobiose, a glicose é catabolizada até piruvato por meio da glicólise. Na ausência suficiente de oxigênio, esse piruvato é então convertido em lactato, permitindo que a célula mantenha a produção mínima de energia e regenere NAD^+ para que a glicólise continue ocorrendo (SHARKEY & WELLMAN, 2015).

Esse processo resulta na produção exacerbada de íons hidrogênio, que se acumulam no meio extracelular. A combinação do aumento de lactato com o excesso de H^+ compromete o equilíbrio ácido-base do organismo. Dessa forma, a progressão desses eventos culmina no desenvolvimento de acidemia (ALLEN & HOLM, 2008).

Devido ao comprometimento hemodinâmico característico da DRC, muitos cães apresentam redução da perfusão tecidual, o que favorece episódios de hipóxia celular. Ao mesmo tempo, a menor capacidade renal de eliminação de metabólitos ácidos contribui para o desenvolvimento de acidemia. Dessa forma, a combinação entre perfusão insuficiente e acúmulo de compostos ácidos torna a hiperlactatemia um achado

relativamente comum em pacientes renais crônicos (RUDINSKY *et. al*, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3. 1 AMOSTRAS

Foram selecionados prontuários médicos veterinários de pacientes caninos atendidos no Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP/Botucatu, no período de 2021 a 2025, que realizaram exame de hemogasometria. Foram selecionados todos aqueles com confirmação diagnóstica das suspeitas clínicas, seja por exames confirmatórios durante o acompanhamento clínico ou por necrópsia, e foram excluídos aqueles que permaneciam vivos.

O estudo foi aprovado na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o protocolo 453/2025.

3. 2 TEMPO DE SOBREVIDA

O tempo de sobrevida foi obtido através da consulta dos prontuários e, quando essa informação não estava disponível, foi realizado contato telefônico com os tutores dos pacientes de interesse, a fim de saber se o animal continuava vivo ou havia evoluído a óbito.

3.3 ANALISADOR DE GASES SANGUÍNEOS

Os resultados das hemogasometrias eram provenientes de um analisador de gases sanguíneos (Radiometer®, modelo ABL9); as amostras eram coletadas e analisadas conforme a conduta do médico veterinário responsável pelo atendimento dos pacientes.

3. 4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados referentes às dosagens de cálcio, para avaliação de mortalidade, foram analisados por meio do teste T. Para a análise do tempo de sobrevida, empregou-se o teste de correlação de Pearson. Já os valores de lactato foram submetidos ao teste de Mann–Whitney para investigação de mortalidade e à correlação de Pearson para avaliação do tempo de sobrevida. Todas as análises foram realizadas adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 446 resultados de hemogasometria, os quais foram classificados de acordo com sua etiologia. Entre os cães com DRC, 85 evoluíram para óbito, enquanto 8 permaneciam vivos.

As dosagens de cálcio revelaram uma média de 1,236 (± 0,152) mmol/L dentre os animais vivos e 1,103 (± 0,242) mmol/L dentre os animais mortos; vale ressaltar que a média dos animais vivos se encontra próxima do limite inferior (1,18 – 1,53 mmol/L); ao teste T, obteve-se p=0,130 (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros hemogasométricos em cães com doença renal crônica classificados segundo sobrevivência ou óbito.

Variável	*Sobreviventes (n=8)*	*Óbito (n=85)*	*p-valor*
Cálcio ionizado (mmol/L	1,236 ± 0,152	1,103 ± 0,242	0,130
Lactato (mmol/L)	1,285 (1,160-1330)	1,600 (1,300-3,000)	0,028

Os dados são apresentados como média ± desvio-padrão ou mediana e intervalo interquartil (IIQ), conforme distribuição.

O tempo de sobrevida apresentou significância ao teste de correlação de Pearson (p=0,0000715) (r=0,417), evidenciando uma menor sobrevida em pacientes que apresentaram hipocalcemia.

A literatura apresenta estudos nos quais as concentrações de cálcio ionizado foram empregadas como indicador prognóstico. Holowaychuk & Monteith (2011), por exemplo, avaliaram 88 cães politraumatizados e observaram que 16% (14/88) apresentavam hipocalcemia. Esses animais demandaram períodos mais prolongados de hospitalização, além de apresentarem maior probabilidade de necessitar de intervenções terapêuticas, como oxigenoterapia, transfusões sanguíneas, administração de coloides e uso de vasopressores. Ademais, os indivíduos hipocalcêmicos apresentaram maior risco de óbito.

Tanto em pacientes humanos quanto em gatos, a correlação entre mortalidade e hipocalcemia tem sido investigada em quadros de pancreatite, demonstrando que valores reduzidos de cálcio ionizado são frequentes em pacientes com pior prognóstico, estando associados a maior gravidade clínica e maior necessidade de intervenções terapêuticas, como a suplementação de cálcio. Em humanos, valores de Ca^{2+} < 0,8 mmol/L, e em gatos, < 1,0 mmol/L, foram relacionados a esses desfechos (GURJAR et al. , 2016; DIAS, 2013).

Em estudo conduzido com cães sépticos, 14 dos 58 animais avaliados apresentaram hipocalcemia. Observou-se que aqueles com hipocalcemia mais acentuada foram os que evoluíram para óbito durante o acompanhamento, além de demandarem maior tempo de tratamento e monitoramento (Luschini et al., 2010).

As médias dos valores de lactato, ao teste de Mann-Whitney, reveleram diferença significativa (p=0,028) entre os grupos (sobreviventes e óbito), indicando, e p> 0,050 em teste de correlação de Pearson, não indicando correlação com tempo de sobrevida.

Em Stevenson *et. al.* (2007), um grupo de 80 cães com diferentes etiologias realizaram dosagens de lactato sérico no tempo zero e 6 horas após, revelando que aqueles com concentrações superiores a referência tinha 16 vezes mais a não sobreviver comparado com animais com valores

normais. Além disso, animais com hiperlactatemia que não regrediram no intervalo de 6 horas tinham maior associação com mortalidade.

No contexto da anemia hemolítica imunomediada (AHIM), Holahan et al. (2010) realizaram dosagens seriadas de lactato em quatro momentos: admissão, 6 horas, 12 horas e 24 horas. Dos 173 cães avaliados, 145 apresentaram hiperlactatemia, sendo que a média dos valores entre os animais que não sobreviveram excedia o intervalo de referência (4,8 mmol/L). A presença de hiperlactatemia persistente a partir de 6 horas esteve associada a prognóstico desfavorável. Os autores sugerem que a anemia moderada a intensa, associada à hipoperfusão característica da AHIM, pode justificar a elevação contínua do metabólito, decorrente da manutenção de um estado de hipóxia tecidual generalizada.

Quadros de babesiose também tiveram a relação entre concentrações de lactato e prognóstico investigada. Em um estudo envolvendo 90 cães, 45 (50%) apresentaram hiperlactatemia, sendo observado pior prognóstico naqueles que exibiam valores elevados já na admissão e mantinham hiperlactatemia nas avaliações subsequentes (Nel et al., 2004)

Sepse, choque e torção gástrica também apresentaram correlação com valores alterados de lactato e mortalidade/sobrevida (CORTELLINI *et. al,* 2014*;* ZOLLO *et al*, 2019; MOONEY *et. al,* 2014). Em todos os casos, valores aumentados durante a admissão dos pacientes resultados em piores prognósticos.

5 CONCLUSÃO

A utilização de biomarcadores prognósticos se apresenta como um recurso valioso na prática clínica, tanto em condições de caráter agudo quanto crônicas (como a DRC), visto a abundância de trabalhos em diferentes etiologias.

Os dados obtidos revelaram correlação entre o tempo de sobrevida e a hipocalcemia, bem como entre a mortalidade e a hiperlactatemia, corroborando achados previamente descritos na literatura para outras etiologias. A ausência de correlação entre mortalidade e hipocalcemia, assim como entre tempo de sobrevida e hiperlactatemia, provavelmente se deve ao baixo tamanho amostral, sendo necessários estudos mais robustos para melhor elucidar essas associações.

REFERÊNCIAS

ALLEN, S. E.; HOLM, J. L. Lactate: physiology and clinical utility. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 18, n. 2, p. 123–132, abr. 2008.

BARTGES, Joseph W. Chronic kidney disease in dogs and cats. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 42, n. 4, p. 669-692, 2012.

CORTADELLAS, O. et al. Calcium and Phosphorus Homeostasis in Dogs with Spontaneous Chronic Kidney Disease at Different Stages of Severity. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, n. 1, p. 73–79, jan. 2010.

CORTELLINI, S.; SETH, M.; KELLETT-GREGORY, L. M. Plasma lactate concentrations in septic peritonitis: A retrospective study of 83 dogs (2007-2012). **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 25, n. 3, p. 388–395, 11 set. 2014.

DIAS, Cláudia Maria da Costa. Incidência e valor do cálcio ionizado no prognóstico em gatos com pancreatite. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa (Portugal).

DUNAEVICH, A. et al. Acute on chronic kidney disease in dogs: Etiology, clinical and clinicopathologic findings, prognostic markers, and survival. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 34, n. 6, 12 out. 2020.

INTERNATIONAL RENAL INTEREST SOCIETY (IRIS)**.** IRIS Staging of CKD (Chronic Kidney Disease) in Dogs and Cats. 2024. **Disponível em: https://www.iris-kidney.com**. Acesso em: 7 dez. 2025.

INTERNATIONAL RENAL INTEREST SOCIETY – IRIS. Utility of Creatinine, UPC, and SDMA in the Early Diagnosis of CKD in Dogs and Cats. 2019 (atualizações contínuas). **Disponível em: https://www.iris-**

kidney.com/utility-of-creatinine-upc-and-sdma-in-the-early-diagnosis-of-ckd-in-dogs-and-cats. Acesso em: 07 dez. 2025.

GURJAR, M. et al. Hypocalcemia in acute pancreatitis revisited. **Indian Journal of Critical Care Medicine**, v. 20, n. 3, p. 173–177, 2016.

HOLAHAN, M. L.; BROWN, A. J.; DROBATZ, K. J. Retrospective Study: The association of blood lactate concentration with outcome in dogs with idiopathic immune-mediated hemolytic anemia: 173 cases (2003-2006). **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 20, n. 4, p. 413–420, 21 jun. 2010.

HOLOWAYCHUK, M. K. Hypocalcemia of Critical Illness in Dogs and Cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 43, n. 6, p. 1299–1317, nov. 2013.

HOLOWAYCHUK, M. K.; MONTEITH, G. Ionized hypocalcemia as a prognostic indicator in dogs following trauma. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 21, n. 5, p. 521–530, out. 2011.

HOPPER, K.; BORCHERS, A.; EPSTEIN, S. E. Acid base, electrolyte, glucose, and lactate values during cardiopulmonary resuscitation in dogs and cats. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 24, n. 2, p. 208–214, mar. 2014.

LUSCHINI, M. A.; FLETCHER, D. J.; SCHOEFFLER, G. L. Retrospective Study: Incidence of ionized hypocalcemia in septic dogs and its association with morbidity and mortality: 58 cases (2006-2007). **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 20, n. 4, p. 406–412, 22 jun. 2010.

MOONEY, E.; RAW, C.; HUGHES, D. Plasma Lactate Concentration as a Prognostic Biomarker in Dogs With Gastric Dilation and Volvulus. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 29, n. 3, p. 71–76, set. 2014.

NEL, M. et al. Prognostic Value of Blood Lactate, Blood Glucose, and Hematocrit in Canine Babesiosis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 18, n. 4, p. 471–476, jul. 2004.

PANG, D. S.; BOYSEN, S. Lactate in Veterinary Critical Care: Pathophysiology and Management. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 43, n. 5, p. 270–279, set. 2007.

PARKER, V. J.; CHEW, D. J. A Quick Reference on Hypocalcemia. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 56, n. 1, p. 101–110, jan. 2026.

ROSENSTEIN, P. G.; TENNENT-BROWN, B. S.; HUGHES, D. Clinical use of plasma lactate concentration. Part 2: Prognostic and diagnostic utility and the clinical management of hyperlactatemia. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 28, n. 2, p. 106–121, mar. 2018.

RUDINSKY, A. J. et al. Factors associated with survival in dogs with chronic kidney disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 6, p. 1977–1982, 16 out. 2018.

SHARKEY, L. C.; WELLMAN, M. L. Use of Lactate in Small Animal Clinical Practice. **Clinics in Laboratory Medicine**, v. 35, n. 3, p. 567–577, set. 2015.

STEVENSON, C. K. et al. Serial blood lactate concentrations in systemically ill dogs. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 36, n. 3, p. 234–239, set. 2007.

VINCENT, J.-L. et al. The value of blood lactate kinetics in critically ill patients: a systematic review. **Critical Care**, v. 20, n. 1, 13 ago. 2016.

ZOLLO, A. M. et al. Utility of admission lactate concentration, lactate variables, and shock index in outcome assessment in dogs diagnosed with shock. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 29, n. 5, p. 505–513, 9 jul. 2019.