

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
MEDICINA VETERINÁRIA

**CORRELAÇÃO ENTRE ELASTOGRAFIA DO JEJUNO E
HEMOGRAMA DE CÃES: RESULTADOS PRELIMINARES**

Daniella Franco Arce

Orientador: Prof. Dr. Iago Martins Oliveira

Goiânia – Goiás

2026



Daniella Franco Arce



CORRELAÇÃO ENTRE ELASTOGRAFIA DO JEJUNO E HEMOGRAMA DE CÃES: RESULTADOS PRELIMINARES

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária, junto ao curso de Medicina Veterinária, da Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador

Prof. Dr. Iago Martins Oliveira

Goiânia – Goiás

2026

ANEXO 3

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO

No dia 29/05/2026, às 15.00h horas, o(a) estudante

Daniella Franco Aze

do curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, expôs, em Sessão Pública de Apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso, o trabalho intitulado

Parulacção entre elastografia de jejuno e
rimograma de cães: Resultados preliminares

para a Banca de Avaliação composta pelos docentes,

Jorge Martins Oliveira

(Presidente),

Ana Paula Cruz Costa

(Membro 1) e

Levy Paula de Oliveira

(Membro 2). O

trabalho da Banca de Avaliação foi conduzido pelo (a) docente Presidente que, inicialmente, após apresentar os docentes integrantes da Comissão, concedeu 20+5 minutos ao (a) aluno (a) para que este (a) expusesse o trabalho. Após a exposição, o (a) docente Presidente concedeu a palavra a cada membro convidado da Comissão para que estes arguissem o (a) aluno. Após o encerramento das arguições, a Banca de Avaliação, reunida isoladamente, avaliou o trabalho desenvolvido e o desempenho do (a) aluno na exposição, considerada a trajetória deste (a) no desenvolvimento do TCC. Como resultado da avaliação, a Banca de Avaliação deliberou pela:

☒ Aprovação;

☐ Aprovação, condicionado às correções recomendadas pelos membros da banca;

☐ Reprovação.

Aprovação condicionada às correções recomendadas pelos membros da banca:

A Banca de Avaliação conclui que o(a) aluno está APROVADO(A) condicionado às correções de forma e/ou conteúdo recomendados. As correções deverão ser indicadas no formulário de Avaliação Final de Trabalho de Conclusão de Curso. O(A) aluno terá o prazo de 10 dias para os ajustes e entrega da versão final ao professor (a) orientador (a), contado a partir da data da sessão de apresentação pública do TCC.

Reprovação.

A Banca de Avaliação conclui que o trabalho apresentado não satisfaz as condições mínimas e o estudante está REPROVADO(A).

A Banca Avaliadora:

Membro Presidente da Banca Avaliadora: Sergio Martins Oliveira

Membro Convidado da Banca Avaliadora: Anna Paula Cruzes Costa

Membro Convidado da Banca Avaliadora: Luiz Roberto Oliveira

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre acreditaram no meu potencial independentemente das circunstâncias e nunca deixaram de me apoiar diante das dificuldades. Sem o amor, a força e o apoio de vocês como minha base, eu não teria chegado até aqui. Tudo o que conquistei ao longo dessa caminhada também pertence a vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela força, sabedoria e perseverança concedidas ao longo desta caminhada, especialmente nos momentos mais difíceis da graduação.

Aos meus pais, por todo amor, apoio, incentivo e por sempre acreditarem no meu potencial, mesmo diante das dificuldades. Obrigada por serem minha base, meu porto seguro e por nunca medirem esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Tudo o que conquistei até aqui também é resultado da dedicação e do apoio de vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Iago Martins Oliveira, pela orientação, paciência, dedicação e pelos ensinamentos compartilhados ao longo da realização deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para meu crescimento acadêmico e profissional.

À minha amiga Joseane Antunes, que esteve ao meu lado durante a graduação, sempre oferecendo ajuda, apoio, incentivo e tornando essa trajetória mais leve. Sou muito grata por toda parceria construída ao longo desses anos.

Ao meu namorado João Victor, por toda compreensão, paciência e por ter feito de tudo para me ajudar durante esse processo. Obrigada por estar presente nos momentos de ansiedade, insegurança e cansaço, sempre me incentivando a continuar.

À minha cachorrinha Mei, que mesmo sem entender a dimensão desse momento, esteve ao meu lado em incontáveis madrugadas de estudo, servindo como apoio emocional e trazendo conforto nos dias difíceis. Sua companhia tornou essa caminhada muito mais leve.

Por fim, agradeço aos meus amigos, colegas e professores, que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação acadêmica e pessoal ao longo desses anos.

"E quando a morte te encontrar,
espero que te ache vivo."

(Provérbio Africano)

RESUMO

A elastografia é uma técnica ultrassonográfica utilizada para avaliar as propriedades biomecânicas dos tecidos, sendo considerada uma ferramenta complementar promissora na medicina veterinária. O presente trabalho teve como objetivos realizar uma revisão de literatura sobre anatomia intestinal, elastografia e avaliação hematológica em cães, além de investigar a aplicabilidade da elastografia de deformação na avaliação do jejuno de cães hígidos e sua possível associação com parâmetros hematológicos. Foram avaliados cães clinicamente saudáveis submetidos à elastografia ultrassonográfica do jejuno, por meio da avaliação das regiões de interesse localizadas na mucosa intestinal e no mesentério adjacente, os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk e correlação de Spearman, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram menor deformação no mesentério ($0,43 \pm 0,22\%$) em comparação à mucosa jejunal ($0,64 \pm 0,44\%$), além de razão de deformação média de $0,80 \pm 0,29$ (IC 95%: 0,71 - 0,90), o que sugeriu ausência de alterações fibróticas significativas. Não foram observadas correlações estatisticamente significativas entre a razão de deformação e os parâmetros hematológicos avaliados, sendo as associações classificadas como muito fracas a fracas. Conclui-se que a elastografia de deformação é uma técnica viável, segura e potencialmente útil para avaliação biomecânica intestinal em cães hígidos, com contribuição para o estabelecimento de parâmetros de referência e como base para futuros estudos sobre enteropatias inflamatórias e alterações fibróticas intestinais.

Palavras-chave: Canino, inflamação, intestino, rigidez, valores de referência.

ABSTRACT

Elastography is an ultrasonographic technique used to evaluate the biomechanical properties of tissues and is considered a promising complementary tool in veterinary medicine. The present study aimed to perform a literature review on intestinal anatomy, elastography, and hematological evaluation in dogs, as well as to investigate the applicability of strain elastography in the assessment of the jejunum of healthy dogs and its possible association with hematological parameters. Clinically healthy dogs underwent jejunal ultrasonographic elastography through the evaluation of regions of interest located in the intestinal mucosa and adjacent mesentery. The results demonstrated lower deformation in the mesentery ($0.43 \pm 0.22\%$) compared to the jejunal mucosa ($0.64 \pm 0.44\%$), in addition to a mean strain ratio of 0.80 ± 0.29 (95% CI: 0.71–0.90), suggesting the absence of significant fibrotic alterations. No statistically significant correlations were observed between strain ratio and the evaluated hematological parameters, with the associations classified as very weak to weak. It was concluded that strain elastography is a feasible, safe, and potentially useful technique for intestinal biomechanical evaluation in healthy dogs, contributing to the establishment of reference parameters and serving as a basis for future studies involving inflammatory enteropathies and intestinal fibrotic alterations.

Keywords: Canine, inflammation, intestine, reference values, stiffness.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ARFI	<i>Acoustic Radiation Force Impulse</i>
CBC	<i>Complete Blood Count</i>
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
CHCM	Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média
ECI	Enteropatia Crônica Inflamatória
IC	Intervalo de Confiança
kPa	Quilopascal
m/s	Metros por segundo
PPT	Proteína Plasmática Total
PUC Goiás	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
RD	Razão de Deformação
ROI	Região de Interesse
SWE-2D	<i>Shear Wave Elastography Two-Dimensional</i>
TGI	Trato Gastrointestinal
UFG	Universidade Federal de Goiás
VCM	Volume Corpuscular Médio

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Representação anatômica ilustrativa do trato gastrointestinal de cão, com evidência do esôfago, estômago e segmentos intestinais..... 3
- Figura 2 - Representação esquemática das modalidades de elastografia. (A) Elastografia com compressão ou deformação, que mede o deslocamento do tecido ao longo do eixo onde a força é exercida. (B) Elastografia com ondas de cisalhamento geradas pelo deslizamento tangencial das partículas do tecido. 7
- Figura 3 - Elastografia de deformação da mucosa jejunal de cão hígido. Elastograma colorido e imagem ultrassonográfica em modo B do jejuno em corte transversal. Nota-se o ROI 1 na região mesentérica e o ROI 2 na mucosa dorsal do jejuno. A distribuição visual das cores é representada por azul na região da parede abdominal, verde na região mesentérica e vermelha na mucosa intestinal. Verifica-se no canto inferior direito, a razão de deformação ($RD = 0,62$). Legenda: ROI: região de interesse. Ref.: tecido de referência correspondente ao ROI 1. RD: razão de deformação. 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média, desvio padrão, intervalo de confiança média (IC) e coeficiente de variação das variáveis ROI 1 e 2 do jejuno, razão de deformação (RD) do jejuno, peso, idade, hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), plaquetas, proteína plasmática total (PPT), leucócitos totais, segmentados, eosinófilos, linfócitos e monócitos de cães hípidos.....	17
Tabela 2 - Correlação entre a razão de deformação (RD) jejunal e parâmetros do hemograma em cães hípidos.....	19

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS.....	XII
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVO GERAL:	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	2
CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA	3
1.0 ANATOMIA E HISTOLOGIA DO JEJUNO DE CÃES	3
1.1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS DO TRATO GASTROINTESTINAL CANINO.....	3
1.1.2 TOPOGRAFIA E RELAÇÕES ANATÔMICAS DO JEJUNO	3
1.1.3 VASCULARIZAÇÃO E INERVAÇÃO JEJUNAL	4
1.1.4 ESTRATIGRAFIA E HISTOARQUITETURA DA PAREDE JEJUNAL.....	4
2.0 ELASTOGRAFIA NA MEDICINA VETERINÁRIA.....	5
2.1 PRINCÍPIOS FÍSICOS DA ELASTOGRAFIA	6
2.2 MODALIDADES ELASTOGRÁFICAS.....	6
2.3 ASPECTOS TÉCNICOS E PADRONIZAÇÃO.....	8
2.4 VANTAGENS E LIMITAÇÕES.....	8
3.0 ULTRASSONOGRAFIA E ELASTOGRAFIA INTESTINAL EM CÃES.....	9
3.1 AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA E ECOGENICIDADE INTESTINAL	9
3.2 COMPORTAMENTO ELASTOGRÁFICO DA PAREDE JEJUNAL.....	10
3.3 ASPECTOS ULTRASSONOGRÁFICOS AO MODO B	10
4.0 AVALIAÇÃO HEMATOLÓGICA NA CLÍNICA DE PEQUENOS ANIMAIS.....	11
4.1 HEMOGRAMA.....	11
4.2 PERCURSORES ERITROCITÁRIOS.....	12
4.3 PRECURSORES LEUCOCITÁRIOS	13
MATERIAIS E MÉTODOS	14
RESULTADOS	16
DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO.....	22
CAPÍTULO 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24

INTRODUÇÃO

A elastografia é uma técnica de imagem utilizada para avaliação da rigidez de órgãos e tecidos e atua como ferramenta complementar ao exame físico e aos métodos ultrassonográficos convencionais. Sua principal aplicação consiste na detecção precoce de alterações estruturais teciduais por meio da análise da elasticidade dos tecidos avaliados. O método baseia-se na aplicação controlada de compressão sobre o órgão de interesse, o que permite distinguir estruturas conforme sua capacidade de deformação. Tecidos mais rígidos tendem a manter sua forma, enquanto estruturas mais elásticas sofrem maior deformação frente à pressão aplicada. Por ser minimamente invasiva e permitir avaliação dinâmica dos tecidos, a elastografia por compressão representa um recurso promissor na avaliação intestinal, especialmente do jejuno, segmento de difícil acesso anatômico e frequentemente acometido por alterações inflamatórias crônicas (Moronezi, 2016; Barr, 2018).

O jejuno, localizado entre o duodeno e o íleo, desempenha papel fundamental na digestão e absorção de nutrientes, vitaminas e eletrólitos. Sua mucosa apresenta vilosidades e microvilosidades responsáveis por ampliar significativamente a superfície absorptiva intestinal, o que favorece a manutenção da homeostase orgânica e o adequado aproveitamento nutricional. Dessa forma, alterações inflamatórias ou estruturais nesse segmento podem comprometer diretamente a função digestiva e absorptiva dos animais acometidos (Bonjardim, 2007).

Paralelo ao exame de imagem, o exame hematológico, mais especificadamente o hemograma é amplamente utilizado como ferramenta auxiliar na investigação de enfermidades sistêmicas e inflamatórias, por fornecer informações relevantes sobre o estado hematológico do paciente. Entretanto, apesar de auxiliar na identificação de processos infecciosos, inflamatórios ou imunomediados, o exame apresenta baixa especificidade quanto à localização e origem das alterações observadas, o que limita sua utilização isolada na avaliação de doenças intestinais (Fallace; Fernandes, 2015; Carmo *et al.*, 2020).

Em cães com ECI, alterações hematológicas como anemia, neutrofilia com ou sem desvio à esquerda podem ser observadas em decorrência da inflamação persistente e de perdas sanguíneas intestinais recorrentes. Apesar disso, esses achados permanecem inespecíficos e devem ser interpretados em conjunto com exames complementares de imagem e avaliação clínica. Nesse contexto, a ultrassonografia abdominal possibilita identificar alterações como espessamento e perda da estratificação mural do jejuno, enquanto a elastografia acrescenta informações quantitativas relacionadas à rigidez tecidual, o que permite diferenciar tecidos normais daqueles acometidos por processos inflamatórios ou fibróticos (Gouvêa *et al.*, 2020; Moraes, 2023).

Diante disso, parte-se da hipótese de que cães com ECI apresentam aumento da rigidez da mucosa jejunal detectável por elastografia por deformação, em comparação a cães hígidos. Essa alteração pode refletir o comprometimento estrutural induzido pela inflamação crônica, o que reforça o potencial da elastografia como método complementar na avaliação diagnóstica e monitoramento das enteropatias inflamatórias em cães.

OBJETIVO GERAL:

Analisar a relação entre os achados da elastografia por deformação do jejuno e os parâmetros hematológicos em cães clinicamente hígidos, avaliando a existência ou não de correlação entre os achados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Realizar a elastografia de deformação semiquantitativa do jejuno em cães hígidos.
2. Avaliação dos parâmetros de elasticidade e rigidez tecidual.
3. Analisar os parâmetros hematológicos de cães hígidos submetidos a elastografia intestinal.
4. Investigar a correlação entre os achados da elastografia do jejuno e os dados do hemograma em cães hígidos.

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

1.0 Anatomia e histologia do jejuno de cães

1.1.1 Considerações gerais do trato gastrointestinal canino

O trato gastrointestinal (TGI) é o sistema responsável pela digestão dos alimentos por meio de processos mecânicos e químicos que permitem a degradação de macromoléculas em unidades menores e absorvíveis (Dyce *et al.*, 2010). Esse processo é fundamental para o aproveitamento de nutrientes, manutenção da homeostase e adequado desenvolvimento do organismo. Estruturalmente, o TGI é composto por um tubo alimentar contínuo que se estende da cavidade oral até o ânus, além de órgãos e glândulas anexas que auxiliam na digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes (Dyce *et al.*, 2010).

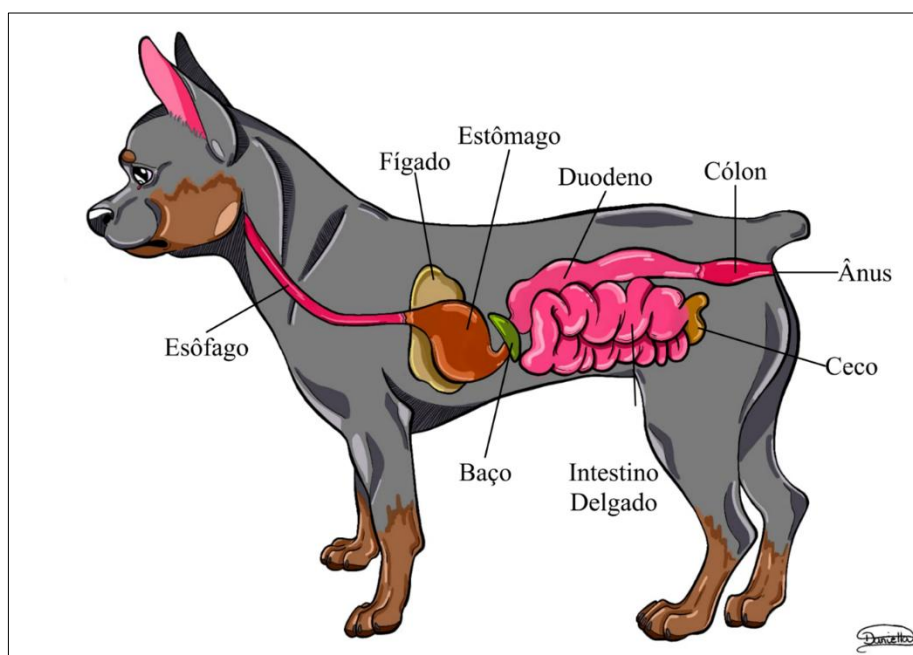


Figura 1 - Representação anatômica ilustrativa do trato gastrointestinal de cão, com evidenciação do esôfago, estômago e segmentos intestinais.

Fonte: Arquivo pessoal, 2026.

1.1.2 Topografia e relações anatômicas do jejuno

O intestino é um importante componente do TGI, sendo subdividido em intestino grosso (ceco, cólon e reto) e intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo). Dentre os segmentos do intestino delgado, o jejuno constitui a maior extensão. Caracteriza-se por apresentar amplitude de movimento e flexibilidade dentro da cavidade abdominal, propriedade conferida pelo

mesojejuno. Esta estrutura peritoneal, que integra o mesentério propriamente dito, suspende o jejuno e o íleo a partir da parede dorsal do abdome, o que permite um arranjo em alças que se adaptam à dinâmica visceral e aos movimentos respiratórios (König e Liebich, 2016).

A margem distal deste mesentério é amplamente expandida e pregueada, acompanhando as convoluções das alças jejunais. A transição anatômica entre o jejuno e o íleo é considerada arbitrária. Em animais carnívoros, como os cães, as alças jejunais ocupam predominantemente a região ventral do abdome, localizando-se entre a face caudal do estômago e a fase cranial da bexiga (König e Liebich, 2016).

1.1.3 Vascularização e inervação jejunal

A fixação do complexo intestinal à aorta abdominal é estabelecida pela raiz do mesentério. Apesar de sua extensão proximal reduzida, esta base anatômica é essencial por abrigar a artéria mesentérica cranial, o plexo nervoso mesentérico e uma extensa rede de vasos linfáticos responsáveis pela drenagem da região (König e Liebich, 2016).

Adiante pelo mesentério os ramos das artérias celiaca e mesentérica penetram a túnica muscular para formar um plexo arterial na submucosa. Esse plexo emite arteríolas curtas para a lâmina muscular e glândulas, além de arteríolas longas que suprem as vilosidades. O retorno venoso ocorre via plexo venoso submucoso, originado das vênulas vilosas e periglandulares, cujas veias atravessam a túnica muscular em paralelo às artérias para drenar no sistema porta (Eurell e Frappeier, 2012).

Nos carnívoros, o sistema diferencia-se pela presença de anastomoses arteriovenosas (AV) na submucosa que antecedem a circulação vilosa. Durante a digestão, a contração das células musculares lisas nessas anastomoses direciona o sangue para as vilosidades. Na inatividade digestiva, as anastomoses se abrem para criar um desvio parcial da circulação. Todo esse complexo vascular, junto ao plexo nervoso e à rede linfática, é sustentado pela raiz do mesentério, que fixa o intestino à aorta abdominal (Eurell e Frappeier, 2012).

1.1.4 Estratigrafia e histoarquitetura da parede jejunal

A parede do jejuno em cães apresenta organização histológica complexa, sendo constituída por quatro camadas distintas: serosa, muscular, submucosa e mucosa. Cada uma dessas camadas desempenha funções específicas relacionadas à motilidade intestinal, absorção de nutrientes, proteção tecidual e sustentação estrutural, além de apresentarem diferentes composições celulares e fibrilares (Penninck e Anjou, 2012).

A serosa corresponde à camada mais externa da parede intestinal, formada por tecido conjuntivo frouxo revestido por mesotélio. Sua principal função consiste em reduzir o atrito entre as alças intestinais e demais órgãos da cavidade abdominal durante os movimentos peristálticos. Logo abaixo encontra-se a túnica muscular, composta por músculo liso organizado em duas camadas: uma circular interna e outra longitudinal externa. A contração da camada circular promove redução do lúmen intestinal, enquanto a camada longitudinal atua na diminuição do comprimento do tubo digestório, ambas fundamentais para os movimentos peristálticos e progressão do conteúdo intestinal (Eurell e Frappier, 2012; Silveiro, 2022).

A submucosa localiza-se entre a muscular e a mucosa, sendo formada predominantemente por tecido conjuntivo denso, responsável pelo suporte estrutural da parede intestinal. Nessa camada encontram-se vasos sanguíneos, vasos linfáticos, plexos nervosos e estruturas glandulares. As glândulas submucosas, estão presentes no intestino de diferentes espécies, embora apresentem variações quanto à distribuição e função. Além disso, agregados linfáticos conhecidos como placas de Peyer distribuem-se ao longo do intestino delgado, sendo mais proeminentes no íleo, embora também possam estar presentes em menor quantidade no jejuno. Essas estruturas são formadas por folículos linfóides ricos em linfócitos B e T e desempenham importante papel na imunidade de mucosa intestinal, atuando na captação e apresentação de antígenos luminiais. (Eurell e Frappier, 2012; Chamorro *et al.*, 2023).

A mucosa corresponde à camada mais interna do jejuno e apresenta organização composta por epitélio simples cilíndrico, também chamado de colunar simples, lâmina própria e lâmina muscular da mucosa. Essa camada caracteriza-se pela presença de vilosidades intestinais e criptas glandulares, estruturas fundamentais para os processos de digestão e absorção. O epitélio é formado por células colunares simples, enterócitos e células caliciformes. Os enterócitos apresentam microvilosidades apicais que formam a borda em escova, com aumento significativo da superfície absorptiva intestinal, enquanto as células caliciformes são responsáveis pela produção de muco. A integridade epitelial é mantida pelos plexos juncionais apicais, que garantem adesão celular e controle da permeabilidade intestinal. Já a lâmina própria, composta por tecido conjuntivo frouxo e fibras reticulares, atua na sustentação da mucosa e abriga vasos sanguíneos, vasos linfáticos e células inflamatórias distribuídas de maneira difusa ao longo do tecido intestinal (Eurell e Frappier, 2012).

2.0 Elastografia na medicina veterinária

2.1 Princípios físicos da elastografia: biomecânica dos tecidos, estresse mecânico e deformação tecidual

A rigidez estrutural e a elasticidade de um órgão podem ser avaliadas por meio da elastografia, uma técnica ultrassonográfica não invasiva que permite analisar as propriedades mecânicas dos tecidos. A elasticidade corresponde à capacidade do tecido sofrer deformação quando submetido a uma força mecânica e retornar à sua conformação original após a remoção dessa força (Barr, 2018). Nesse contexto, tecidos mais rígidos apresentam menor deformação quando comparados a tecidos mais elásticos, possibilitando a diferenciação entre estruturas normais e acometidas por processos inflamatórios, fibróticos ou neoplásicos (Barr, 2018).

2.2 Modalidades elastográficas

Dividida em duas categorias, sendo a primeira a elastografia dinâmica, técnicas que abrange a sonoelastografia, elastografia com impulso de força de radiação acústica (ARFI), elastografia de onda de cisalhamento bidimensional (SWE-2D) e imagem de onda de cisalhamento supersônica, enquanto a parte estática inclui técnicas de compressão, deformação e tensão (Oliveira *et al.*, 2024).

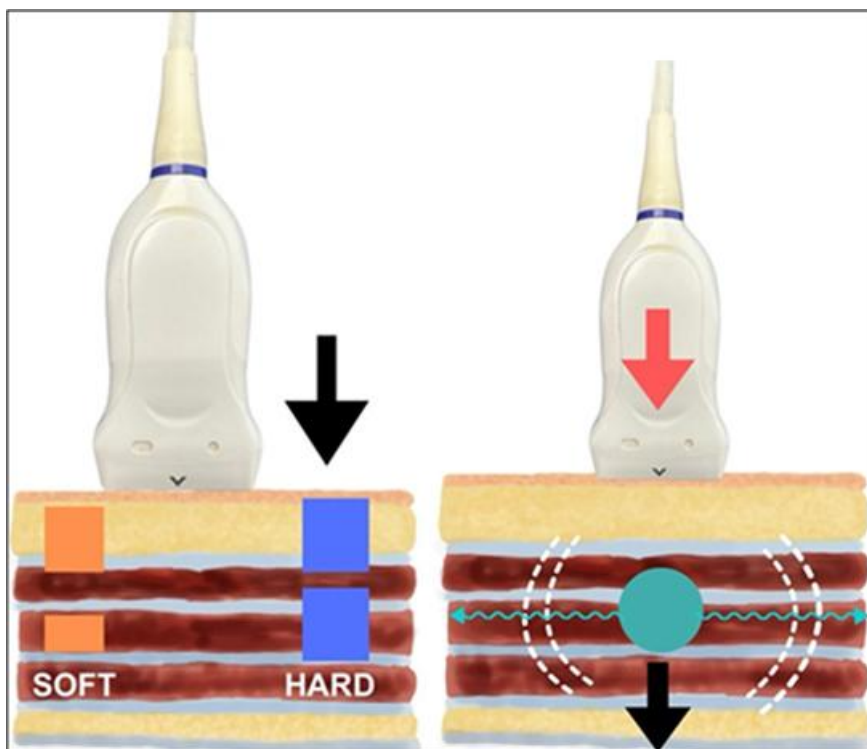


Figura 2 - Representação esquemática das modalidades de elastografia. (A) Elastografia com compressão ou deformação, que mede o deslocamento do tecido ao longo do eixo onde a força é exercida. (B) Elastografia com ondas de cisalhamento geradas pelo deslizamento tangencial das partículas do tecido.
Fonte: Adaptado Oliveira *et al.*, 2024.

A elastografia por compressão, também denominada elastografia estática ou elastografia por deformação, consiste na avaliação das propriedades mecânicas dos tecidos a partir da aplicação de uma força externa sobre a estrutura avaliada. Nesse método, o tecido é comprimido manualmente pelo transdutor ou sofre deformação decorrente de movimentos fisiológicos do próprio organismo, sendo analisadas as alterações nos sinais ultrassonográficos antes e após a compressão. A partir dessas informações, o equipamento gera imagens capazes de representar a capacidade de deformação tecidual. Tecidos mais rígidos apresentam menor deformação frente à pressão aplicada, enquanto estruturas mais macias deformam-se com maior facilidade. Essa diferença de elasticidade é demonstrada por meio de mapas colorimétricos sobrepostos à imagem ultrassonográfica em modo B, cuja representação pode variar de acordo com o equipamento utilizado (Oliveira *et al.*, 2024).

Além da elastografia por compressão, existem técnicas dinâmicas de elastografia, nas quais as imagens são obtidas a partir da propagação de ondas mecânicas pelo tecido após aplicação de uma força acústica. Nessas modalidades, a resposta tecidual é convertida em elastogramas que permitem avaliar propriedades mecânicas de forma qualitativa e quantitativa.

Na sonoelastografia, vibrações de baixa intensidade geram ondas de cisalhamento responsáveis pela análise qualitativa da elasticidade tecidual, podendo os resultados ser expressos em quilopascal (kPa). Na elastografia bidimensional por ondas de cisalhamento (SWE-2D), essas ondas são analisadas em tempo real, combinam informações qualitativas representadas por mapas de cores e dados quantitativos expressos em metros por segundo (m/s) ou quilopascal (kPa) (Oliveira *et al.*, 2024).

Outra modalidade amplamente utilizada é a técnica *Acoustic Radiation Force Impulse* (ARFI), que utiliza pulsos acústicos para promover deformação tecidual sem necessidade de compressão manual direta, o que reduz a variabilidade relacionada ao examinador. Os resultados podem ser expressos tanto pela velocidade de propagação das ondas quanto por escalas em tons de cinza, o que permite inferir a rigidez relativa das estruturas avaliadas (Oliveira *et al.*, 2024).

2.3 Aspectos técnicos e padronização

Para realizar a elastografia por compressão deve-se aplicar ciclos sucessivos de compressão e descompressão com o transdutor sobre o local de interesse. A pressão exercida deve ser leve, para promover discreto deslocamento do tecido. Essa análise baseia-se na comparação de deformação entre as regiões de interesse, ressaltando que locais lesionados apresentam menor capacidade de deformação em comparação a tecidos saudáveis (Oliveira *et al.*, 2024). Na execução do exame, é necessário que o animal esteja posicionado de forma correta em relação ao examinador, na região abdominal, é necessário fazer uma tricotomia ampla, do sétimo espaço intercostal até a região inguinal, torna-se necessário o uso de gel acústico por toda superfície de interesse, a fim de garantir um bom contato e mitigar os artefatos de reverberação (Oliveira *et al.*, 2025).

A presença de gases nas alças intestinais é outra barreira para um exame adequado, diante disso, indica-se a realização de um jejum alimentar de 8 horas, mantendo o acesso do animal a água. A ordem de avaliação não segue uma regra fixa, conforme preferência do profissional. Entretanto, é importante salientar que todas as estruturas devem ser devidamente avaliadas (Oliveira *et al.*, 2025).

2.4 Vantagens e limitações

Embora a elastografia represente uma técnica de imagem em constante avanço tecnológico, sua aplicação na medicina veterinária ainda permanece limitada para determinados órgãos e sistemas. Atualmente, os principais estudos e aplicações clínicas concentram-se na

avaliação da glândula tireoide, tecido mamário e fígado, especialmente na investigação de processos inflamatórios, fibróticos e neoplásicos (Oliveira et al., 2025). Em contrapartida, sua utilização no trato gastrointestinal ainda é relativamente recente na medicina veterinária, a ausência de protocolos padronizados e variabilidade metodológica entre os estudos disponíveis, são fatores que interferem na interpretação e reprodutibilidade dos resultados obtidos, gerando um número reduzido de estudos, principalmente relacionados à avaliação intestinal em cães e gatos (Slósarz *et al.*, 2021).

Outro problema enfrentado na elastografia intestinal é a presença de limitações importantes relacionadas à distribuição desigual da pressão exercida pelo transdutor, mobilidade fisiológica dos tecidos e movimentação entre órgãos adjacentes, fatores que podem gerar artefatos e interferir na obtenção de imagens elastográficas reprodutíveis. Além disso, interfaces anatômicas e regiões com maior deslocamento tecidual podem produzir alterações artificiais nos padrões de deformação, dificultando a interpretação dos resultados obtidos (Dietrich *et al.*, 2017).

Entre as principais vantagens da elastografia destaca-se o fato de ser um método não invasivo, capaz de fornecer informações em tempo real sobre a rigidez e elasticidade dos tecidos avaliados. Além disso, a técnica atua como importante ferramenta complementar à ultrassonografia em modo B, que permite avaliação mais abrangente das alterações estruturais intestinais e amplia a capacidade diagnóstica do exame ultrassonográfico (Barr, 2018; Oliveira *et al.*, 2025).

Ela também apresenta potencial para auxiliar na diferenciação entre alterações inflamatórias e fibróticas, uma vez que tecidos com fibrose tendem a apresentar maior rigidez quando comparados aos tecidos predominantemente inflamatórios. Chen et al. (2018) observaram valores significativamente mais elevados de elastografia em segmentos intestinais com fibrose severa, enquanto não identificaram diferenças significativas entre os diferentes graus de inflamação, demonstrando a capacidade da técnica em detectar alterações relacionadas à fibrose intestinal.

3.0 Ultrassonografia e elastografia intestinal em cães

3.1 Avaliação ultrassonográfica e ecogenicidade intestinal

A ultrassonografia em modo B é uma ferramenta diagnóstica amplamente utilizada na avaliação do TGI de cães, permite a análise não invasiva da anatomia e fisiologia intestinal em tempo real. Essa modalidade possibilita a avaliação da espessura da parede intestinal, estratificação das camadas, ecogenicidade, motilidade e relação com estruturas adjacentes,

como linfonodos e peritônio, sendo essencial para a identificação de alterações morfológicas e funcionais no intestino delgado (Oliveira *et al.*, 2025; Monteiro *et al.*, 2026).

A avaliação ultrassonográfica deve seguir um padrão sistemático, que permite a análise dos diferentes segmentos intestinais, como duodeno, jejuno, íleo e cólon. O duodeno é identificado no quadrante cranial direito do abdome, enquanto o jejuno pode ser visualizado em diversas regiões da cavidade abdominal. O íleo localiza-se na região craniomedial direita e apresenta características distintas, como submucosa mais ecogênica. O cólon, por sua vez, apresenta parede relativamente delgada e frequentemente conteúdo gasoso e fecal, fatores que podem dificultar a diferenciação das camadas intestinais durante a avaliação ultrassonográfica. A aquisição das imagens é realizada em planos longitudinal e transversal, o que garante avaliação completa das estruturas intestinais (Oliveira *et al.*, 2025; Huynh e Berry., 2018).

Ademais, a ultrassonografia permite a mensuração da espessura da parede intestinal e de suas camadas, sendo que os valores de referência podem variar de acordo com o peso corporal do animal. A diferenciação das camadas (mucosa, submucosa, muscular e serosa) é fundamental para a avaliação da integridade estrutural do intestino, contribuindo para a distinção entre padrões normais e alterações patológicas (Oliveira *et al.*, 2025; Monteiro *et al.*, 2026).

3.2 Comportamento elastográfico da parede jejunal

A análise quantitativa da ecogenicidade tem sido utilizada como ferramenta auxiliar para reduzir a subjetividade inerente à interpretação ultrassonográfica, com obtenção de dados mais objetivos sobre as características estruturais do tecido intestinal. O intestino apresenta padrões específicos de ecogenicidade, sendo possível identificar alterações relacionadas a processos inflamatórios, infiltrativos ou modificações arquiteturais da parede intestinal (Fabris *et al.*, 2025).

Embora a elastografia não seja abordada diretamente em todos os estudos relacionados à ecogenicidade intestinal, a avaliação ultrassonográfica das camadas intestinais e da organização tecidual fornece informações relevantes sobre as propriedades mecânicas da parede intestinal. Alterações na ecogenicidade e na estratificação mural podem refletir modificações estruturais associadas ao aumento da rigidez tecidual, especialmente em processos inflamatórios crônicos, fibróticos ou infiltrativos, nos quais ocorre alteração da arquitetura intestinal normal (Fabris *et al.*, 2025; Monteiro *et al.*, 2026).

3.3 Aspectos ultrassonográficos ao modo B

A ultrassonografia em modo B é amplamente utilizada na avaliação de enfermidades intestinais em cães, permite a identificação de alterações estruturais da parede intestinal, como espessamento mural, perda da estratificação das camadas e modificações na ecogenicidade dos tecidos. Esses achados ultrassonográficos são frequentemente observados em processos inflamatórios, infiltrativos e neoplásicos, sendo assim, constituem importantes parâmetros auxiliares para direcionamento diagnóstico e acompanhamento clínico dos pacientes (Oliveira *et al.*, 2025).

Entretanto, a avaliação isolada da espessura da parede intestinal apresenta limitações diagnósticas, uma vez que nem todos os pacientes com enteropatias inflamatórias desenvolvem espessamento mural significativo. Em alguns casos, as alterações podem restringir-se à ecogenicidade da mucosa ou à organização das camadas intestinais, sem aumento evidente da espessura total da parede. Dessa forma, a análise da ecogenicidade e da preservação da estratificação intestinal torna-se particularmente relevante, o que permite avaliação mais detalhada das alterações estruturais presentes no tecido intestinal (Oliveira *et al.*, 2025).

Além disso, a interpretação ultrassonográfica associada aos achados clínicos e laboratoriais possibilita abordagem diagnóstica mais abrangente, o que contribui para diferenciação entre processos inflamatórios e neoplásicos intestinais. Nesse contexto, a ultrassonografia consolida-se como ferramenta essencial no diagnóstico, monitoramento e acompanhamento terapêutico das enteropatias em cães, com auxílio direto na tomada de decisões clínicas e no planejamento terapêutico dos pacientes acometidos (Monteiro *et al.*, 2026).

4.0 Avaliação hematológica na clínica de pequenos animais

4.1 Hemograma

A avaliação hematológica constitui ferramenta fundamental na clínica de pequenos animais, por desempenhar papel importante tanto no diagnóstico quanto no acompanhamento da evolução de diversas enfermidades. Nesse contexto, o hemograma destaca-se como um exame complementar de grande relevância por se tratar de uma técnica minimamente invasiva, capaz de fornecer informações sobre alterações que, muitas vezes, não seriam identificadas apenas por meio do exame físico ou de outros métodos diagnósticos. Além disso, os parâmetros hematológicos fornecem uma base para interpretação clínica e podem auxiliar na identificação precoce de alterações sistêmicas (Silva e Franciscato, 2024).

Entre os componentes do hemograma, o eritrograma corresponde à avaliação da série vermelha sanguínea, por meio de parâmetros relacionados à quantidade, tamanho e

concentração de hemoglobina das hemácias. A interpretação conjunta desses dados, associada à anamnese e aos sinais clínicos do paciente, possibilita identificar padrões compatíveis com diferentes condições patológicas, especialmente processos inflamatórios crônicos, perdas sanguíneas e alterações nutricionais. Dessa forma, a análise integrada do eritrograma torna-se indispensável na prática clínica veterinária, com contribuição para investigação diagnóstica e monitoramento da resposta terapêutica em diversas enfermidades sistêmicas e gastrointestinais (Aruz *et al.*, 2020).

O leucograma permite avaliar a dinâmica da resposta imunológica do organismo frente a diferentes estímulos fisiológicos e patológicos, especialmente em situações inflamatórias, infecciosas e de estresse. Alterações como leucocitose podem ocorrer em resposta à liberação de mediadores inflamatórios ou hormonais, sendo importante considerar que diferentes tipos de estresse desencadeiam respostas leucocitárias distintas. Em situações de estresse agudo, mediado principalmente por catecolaminas, pode ocorrer leucocitose fisiológica transitória, enquanto em quadros de estresse crônico associados à liberação de glicocorticoides observa-se o chamado leucograma de estresse, caracterizado por alterações específicas na população leucocitária (Laurino, 2009).

4.2 Percursos eritrocitários

O volume sanguíneo total, denominado volemia, corresponde aproximadamente a 7,5% do peso corporal e permanece relativamente constante devido ao equilíbrio dinâmico entre os compartimentos intra e extravascular. Alterações nesse volume, como hipovolemia ou hipervolemia, podem comprometer diretamente a homeostase do organismo, sendo perdas sanguíneas acentuadas capazes de desencadear choque hipovolêmico e alterações sistêmicas graves. A manutenção adequada das células sanguíneas circulantes depende da ação integrada do sistema hematopoiético, composto principalmente pela medula óssea, fígado, baço e outros tecidos relacionados à produção, destruição e renovação celular (Silva, 2017).

Nesse contexto, a eritropoiese corresponde ao processo contínuo e altamente regulado responsável pela produção de eritrócitos na medula óssea a partir de células-tronco hematopoiéticas. Em organismos adultos, aproximadamente 200 bilhões de hemácias são produzidas diariamente, o que garante a reposição constante das células naturalmente removidas da circulação e a manutenção do equilíbrio da massa eritrocitária. Durante esse processo maturativo ocorre uma sequência organizada de modificações estruturais e funcionais progressivas, culminando na formação do eritrócito maduro (Rios *et al.*, 2020).

Os precursores eritrocitários permanecem normalmente restritos à medula óssea durante sua maturação. Entretanto, em determinadas condições patológicas, como anemias hemolíticas, hemorragias graves, hipóxia intensa, distúrbios medulares, infiltrações neoplásicas ou pacientes em estado crítico, essas células podem ser liberadas para a circulação periférica. A presença de precursores eritroides circulantes, especialmente quando associada à liberação de granulócitos jovens, configuram reação leucoeritroblástica, pode indicar comprometimento medular importante e frequentemente está relacionada a prognóstico desfavorável (Rios *et al.*, 2020).

O processo de maturação eritrocitária inicia-se com o proeritroblasto, considerado a célula eritroide mais imatura identificável na medula óssea, caracterizada por grande tamanho celular, citoplasma intensamente basofílico e núcleo com cromatina frouxa. Em seguida, ocorre a diferenciação para eritroblasto basófilo, fase em que há maior condensação cromatínica mantendo-se a intensa basofilia citoplasmática. Posteriormente, o eritroblasto policromático apresenta aumento progressivo da concentração de hemoglobina e redução da basofilia, enquanto o eritroblasto ortocromático exibe núcleo altamente condensado, que posteriormente será eliminado. Após a extrusão nuclear forma-se o reticulócito, célula anucleada que ainda contém resíduos de RNA citoplasmático e que dará origem ao eritrócito maduro, principal responsável pelo transporte de oxigênio no organismo (Rios *et al.*, 2020).

4.3 Precursores leucocitários

Os glóbulos brancos, também denominados leucócitos, são células sanguíneas produzidas na medula óssea que compõem, juntamente com os eritrócitos e as plaquetas, os elementos figurados do sangue. Sua origem está associada às células-tronco hematopoiéticas pluripotentes, responsáveis pela renovação contínua da população celular medular. A diferenciação e proliferação dessas células dependem da ação de estímulos hormonais e fatores de crescimento específicos que regulam o processo de leucopoiese (Lopes *et al.*, 2007).

A contagem total de leucócitos corresponde à soma de todas as células da série branca presentes na circulação sanguínea e representa importante parâmetro na avaliação clínica de processos inflamatórios, infecciosos e imunológicos. Alterações quantitativas podem indicar diferentes condições fisiológicas ou patológicas. A redução da contagem leucocitária abaixo dos valores de referência caracteriza leucopenia, frequentemente associada a infecções virais, sepse e comprometimento medular. Em contrapartida, o aumento do número de leucócitos configura leucocitose, alteração que pode ocorrer de forma fisiológica ou reativa em resposta a inflamações, infecções, necrose tecidual, estresse e distúrbios metabólicos, além de estar relacionada a doenças proliferativas como leucemias e linfomas (Queiroz *et al.*, 2019).

Os neutrófilos representam a principal população leucocitária circulante, e correspondem aproximadamente a 40% a 70% dos leucócitos totais. Podem ser encontrados nas formas segmentadas e bastonetes. O aumento absoluto dessas células caracteriza neutrofilia, frequentemente observada em processos infecciosos bacterianos, inflamações agudas, neoplasias, sepse e distúrbios metabólicos. Já a redução da contagem neutrofílica, denominada neutropenia, pode estar relacionada a infecções virais, utilização de determinados medicamentos e tratamentos quimioterápicos. Em situações inflamatórias intensas, pode ocorrer o chamado desvio à esquerda, caracterizado pela liberação de formas jovens para a circulação periférica, o que indica aumento da atividade medular frente à demanda inflamatória (Queiroz *et al.*, 2019).

Os eosinófilos estão principalmente associados a respostas parasitárias e reações de hipersensibilidade. A elevação dessas células, denominada eosinofilia, ocorre frequentemente em parasitoses, doenças alérgicas, dermatopatias e algumas condições inflamatórias. A eosinopenia pode ser observada em situações de estresse, administração de glicocorticoides e processos inflamatórios crônicos. Os basófilos apresentam baixa frequência na circulação sanguínea, sendo a basofilia menos comum e geralmente associada a doenças mieloproliferativas, inflamações crônicas e doença renal (Queiroz *et al.*, 2019).

Os linfócitos desempenham papel fundamental na resposta imunológica humoral e celular. A linfocitose pode ocorrer em infecções virais, doenças infecciosas específicas e neoplasias hematológicas, além de representar achado fisiológico em animais jovens. Por outro lado, a linfopenia está frequentemente associada a situações de estresse, imunossupressão, infecções sistêmicas e uso prolongado de corticosteroides ou radioterapia. Já os monócitos atuam principalmente em processos inflamatórios crônicos e na fagocitose celular. O aumento dessas células, denominado monocitose, é frequentemente relacionado a inflamações persistentes, infecções crônicas e necrose tecidual, enquanto a monocitopenia é considerada rara, e pode ocorrer em casos de anemia aplásica e terapia com glicocorticoides (Queiroz *et al.*, 2019).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Goiás (UFG) sob número 041/24. Foram incluídos 41 cães de ambos os sexos, com idade entre seis meses e 15 anos, peso entre um e 35kg, sem histórico de doenças nos três meses anteriores. Os animais apresentaram estado de higidez clínica, avaliado por

exame físico, hemograma, bioquímica sérica e ultrassonografia abdominal. Foram excluídos aqueles que apresentaram alterações em qualquer desses parâmetros.

Os animais foram provenientes do Hospital Veterinário da UFG, da Clínica Escola de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) e de clínicas veterinárias privadas da cidade de Goiânia. A participação foi autorizada mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelo responsável. Realizou-se anamnese e exame físico completo, incluindo avaliação da consciência, hidratação, coloração de mucosas, tempo de preenchimento capilar, temperatura retal, pulso, linfonodos palpáveis e auscultação cardiopulmonar. A pressão arterial sistólica foi mensurada com doppler vascular, esfigmomanômetro e manguito compatível. Após jejum alimentar de doze horas, foi realizada coleta de cinco mililitros de sangue da veia jugular para análise hematológica e bioquímica.

O hemograma foi processado com o auxílio de analisador automático, incluindo contagem de leucócitos, hemácias, hemoglobina, hematócrito, VCM, CHCM e plaquetas. Os esfregaços sanguíneos foram corados com Panótico rápido e avaliados em microscópio óptico por dois observadores experientes, para contagem diferencial de leucócitos e morfologia celular. A pesquisa de hematozoários foi realizada por meio de esfregaço sanguíneo e técnica de Woo.

A ultrassonografia abdominal foi realizada após jejum alimentar de doze horas e hídrico de quatro horas, utilizando equipamento com transdutores microconvexo e linear, com frequência de 7,5 a 10 MHz, conforme o escore corporal. Os cães foram posicionados em decúbito dorsal, e foi realizada tricotomia abdominal e aplicação de gel acústico. Realizou-se avaliação geral do abdome com ênfase em estruturas intestinais.

Para a elastografia de deformação, foi utilizado o mesmo equipamento acoplado ao transdutor linear, com frequência de 5 a 8 MHz. O exame foi realizado no máximo até dez dias após a ultrassonografia convencional. O transdutor foi posicionado perpendicularmente ao abdômen do animal, com aplicação de dois ciclos de compressão e descompressão durante a expiração. A imagem elastográfica foi sobreposta à imagem em modo B, com coloração de azul (maior rigidez), verde (rigidez intermediária) e vermelho (maior elasticidade), gerando o mapa elastográfico da mucosa do jejuno proximal, em corte transversal.

Durante a aquisição das imagens, foi realizada projeção simultânea da imagem ultrassonográfica e elastográfica para garantir a estabilidade do plano de varredura. A curva de tensão gerada pelo equipamento indicou o grau de compressão aplicada. A análise semiquantitativa foi realizada por meio de duas regiões de interesse (ROIs): uma na mucosa jejunal (ROI 1) e outra no mesentério adjacente (ROI 2), ambas circulares, na mesma

profundidade e alinhadas horizontalmente. O *software* calculou a razão de deformação (RD) com base na relação entre essas regiões.

Os dados da RD do jejuno e dos parâmetros hematológicos foram analisados estatisticamente com o auxílio do software GraphPad Prism 10. Aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para avaliação da normalidade. A correlação entre os valores de RD do jejuno e os dados do hemograma (hemácias, hemoglobina, hematócrito, VCM, CHCM, plaquetas, leucócitos totais e diferenciais) foi verificada por meio do teste de Spearman. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Os coeficientes de correlação foram classificados conforme sua intensidade, de muito fraca (0,00 a 0,19) a muito forte (acima de 0,90).

RESULTADOS

Foram avaliados 41 cães hígidos, incluídos conforme critérios clínicos, laboratoriais e ultrassonográficos previamente estabelecidos. A média de idade foi $6,45 \pm 3,15$ anos, com variação entre 11 meses a 13 anos, e o peso médio foi $15,07 \pm 6,013$ kg. A estatística descritiva está representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Média, desvio padrão, intervalo de confiança média (IC) e coeficiente de variação das variáveis ROI 1 e 2 do jejuno, razão de deformação (RD) do jejuno, peso, idade, hemácias, hemoglobina, hematócrito, volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), plaquetas, proteína plasmática total (PPT), leucócitos totais, segmentados, eosinófilos, linfócitos e monócitos de cães hípidos.

Variável	Média/Unidade de medida	Desvio Padrão	IC média (95%) baixo	IC média (95%) alto	Coeficiente de variação (%)
ROI 1 jejuno	0,4339 %	0,2220	0,3638	0,5040	51,17
ROI 2 jejuno	0,6434 %	0,4461	0,5026	0,7842	69,33
RD jejuno	0,8066	0,2973	0,7128	0,9004	36,85
Peso	15,07 kg	6,013	13,17	16,97	39,91
Idade	6,459 anos	3,156	5,462	7,455	48,86
Hemácias	7,620 x10 ⁶ / µL	0,6039	7,430	7,811	7,925
Hemoglobina	16,62 g/dL	1,389	16,18	17,06	8,358
Hematócrito	50,71 %	4,378	49,33	52,09	8,622
VCM	69,11 fL	3,165	68,11	70,10	4,579
CHCM	32,66 g/dL	0,8346	32,40	32,92	2,555
Plaquetas	260,4 x10 ³ / µL	74,10	237,0	283,8	28,46
PPT	7,756 g/dL	1,148	7,394	8,119	14,80
Leucócitos totais	12407 ABS/ µL	2614	11582	13232	21,07
Segmentados	8507 µL	2596	7688	9327	30,51
Eosinófilos	846,7 µL	483,7	694,0	999,3	57,13
Linfócitos	2705 µL	1123	2351	3060	41,51
Monócitos	609,5 µL	349,6	499,2	719,9	57,36

*Os valores da RD do duodeno foram obtidos por elastografia de deformação.

Os resultados obtidos da elastografia demonstraram ROI 1 no mesentério adjacente ao jejuno com valor médio de 0,43 % $\pm$ 0,22 % e ROI 2 na mucosa jejunal 0,64 $\pm$ 0,44 %. A razão de deformação (RD) jejunal apresentou média de 0,80 $\pm$ 0,29, com intervalo de confiança a 95% 0,71 e 0,90. O mapa elastográfico que foi gerado na avaliação dos animais do estudo, bem como as marcações dos ROIs entre mucosa intestinal e mesentério estão representados na Figura 1.

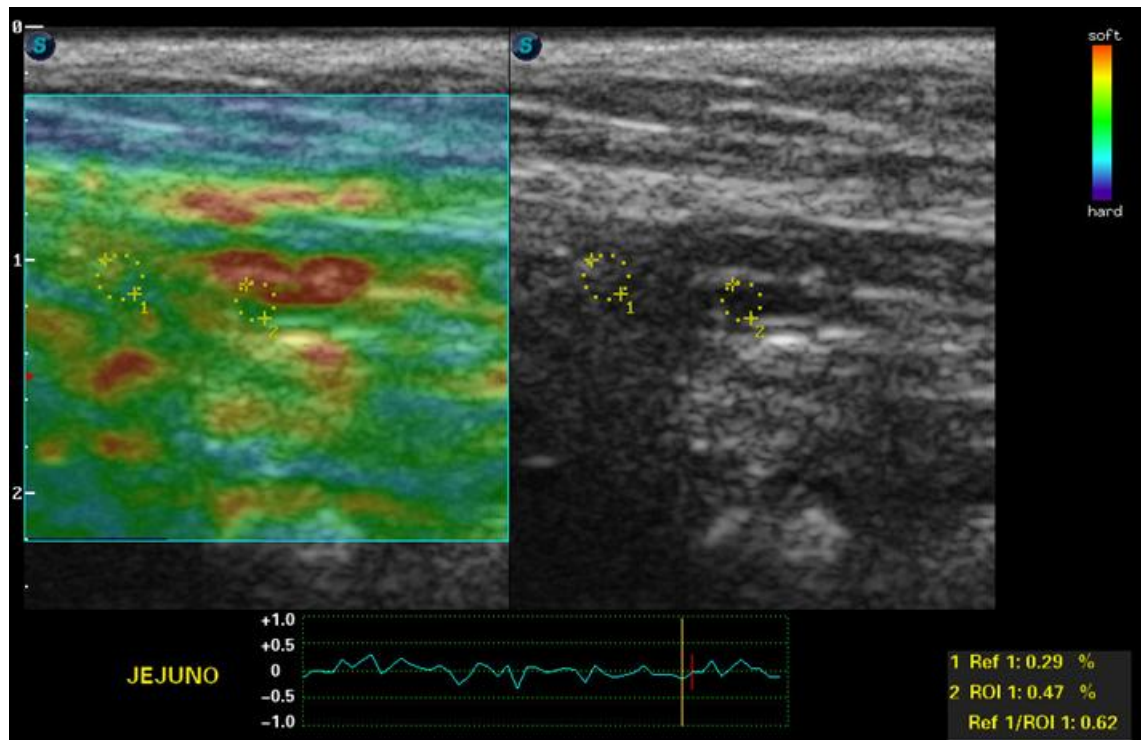


Figura 3 - Elastografia de deformação da mucosa jejunal de cão hígido. Elastograma colorido e imagem ultrassonográfica em modo B do jejuno em corte transversal. Nota-se o ROI 2 na região mesentérica e o ROI 1 na mucosa dorsal do jejuno. A distribuição visual das cores é representada por azul na região da parede abdominal, verde na região mesentérica e vermelha na mucosa intestinal. Verifica-se no canto inferior direito, a razão de deformação (RD= 0,62). Legenda: ROI: região de interesse. Ref.: tecido de referência correspondente ao ROI 1. RD: razão de deformação.
Fonte: dados da pesquisa, 2026.

A análise de correlação entre os valores de RD jejunal e os parâmetros hematológicos foi realizada pelo teste de Spearman, após verificação da distribuição dos dados. Não foram observadas correlações estatisticamente significativas entre a RD jejunal e os componentes do eritrograma, leucograma ou plaquetas ($p > 0,05$). As associações identificadas foram classificadas como muito fracas a fracas, indicando ausência de influência relevante dos parâmetros hematológicos sobre a elasticidade jejunal em cães hígidos (Tabela 2).

Tabela 2 - Correlação de Spearman entre os valores da razão de deformação (RD) jejunal obtidos pela elastografia e os parâmetros hematológicos do hemograma de cães hígidos.

Parâmetro	Spearman r	p-valor	Interpretação
Hemácias	0,071	0,618	Muito fraca
Hemoglobina	0,082	0,565	Muito fraca
Hematócrito	0,064	0,654	Muito fraca
VCM	-0,093	0,524	Muito fraca
CHCM	0,058	0,687	Muito fraca
Plaquetas	0,134	0,352	Muito fraca
Leucócitos totais	0,196	0,171	Fraca
Neutrófilos	0,228	0,113	Fraca
Linfócitos	-0,104	0,472	Muito fraca
Monócitos	0,092	0,538	Muito fraca
Eosinófilos	0,083	0,557	Muito fraca

DISCUSSÃO

No presente estudo, verificou-se que a elastografia intestinal é um método seguro, minimamente invasivo e aplicável à avaliação do jejuno de cães hígidos. Esses achados corroboram a literatura recente, que descreve a elastografia como uma das ferramentas mais promissoras da ultrassonografia avançada na medicina veterinária, principalmente por permitir a avaliação das propriedades biomecânicas dos tecidos sem necessidade de procedimentos invasivos (Paratore *et al.*, 2023).

Embora a técnica esteja consolidada na avaliação de órgãos como fígado, rins, mama e tireoide, sua aplicação no trato gastrointestinal ainda permanece limitada tanto na medicina veterinária quanto na medicina humana, especialmente devido à complexidade anatômica intestinal e à interferência causada pela presença de gases intraluminais (Oglat e Abukhail, 2024). Nesse contexto, o presente estudo evidencia a viabilidade da avaliação elastográfica da mucosa jejunal em cães, com associação comparativa da ultrassonografia e parâmetros hematológicos.

Estudos envolvendo elastografia intestinal em medicina veterinária ainda são escassos e apresentam grande heterogeneidade metodológica, dificultando comparações diretas entre os resultados. Spuzak *et al.* (2019), por exemplo, avaliaram a rigidez da mucosa jejunal de cães saudáveis utilizando elastografia por ondas de cisalhamento. Diferentemente desse estudo, o

presente trabalho utilizou elastografia por deformação. Essa diferença metodológica possui impacto direto sobre a reprodutibilidade e padronização dos resultados, uma vez que técnicas dinâmicas quantitativas, como a elastografia por ondas de cisalhamento, apresentam menor interferência do operador e maior possibilidade de replicação entre diferentes centros e equipamentos. Por outro lado, a elastografia por deformação apresenta maior acessibilidade clínica e menor custo operacional, tornando-se potencialmente mais aplicável à rotina veterinária.

A caracterização da amostra da presente pesquisa evidencia uma população heterogênea, composta por cães com variação de idade, peso corporal e características individuais, condição que aproxima os achados da realidade clínica observada na rotina veterinária. De forma semelhante, Zappone *et al.* (2024) também utilizaram população heterogênea, incluindo cães de diferentes raças, com idades variando entre 1 e 9 anos e pesos entre 15,5 e 31 kg. Apesar de aumentar a aplicabilidade clínica dos resultados, essa heterogeneidade também representa uma limitação metodológica, uma vez que fatores individuais como condição corporal, idade, composição tecidual e diferenças anatômicas podem influenciar diretamente os parâmetros elastográficos e aumentar a variabilidade dos resultados obtidos.

Os resultados obtidos demonstraram menor deformação no ROI 1, localizado no mesentério adjacente ao jejuno ($0,43\% \pm 0,22\%$), em comparação ao ROI 2 correspondente à mucosa jejunal ($0,64 \pm 0,44\%$), o que indicou maior deformabilidade da mucosa intestinal. Esses achados podem ser explicados pelas diferenças histológicas e biomecânicas entre os tecidos avaliados. O mesentério apresenta predominância de tecido conjuntivo e adiposo, associado a maior deposição de fibras colágenas, características que conferem maior rigidez estrutural e menor capacidade de deformação frente à compressão. Em contrapartida, a mucosa intestinal possui elevada celularidade, maior conteúdo hídrico e intensa vascularização, favorecendo maior elasticidade tecidual. Resultados semelhantes foram descritos por van Schelt *et al.* (2023) em estudos relacionados à doença de Crohn, nos quais o aumento da rigidez mesentérica esteve associado à fibrose e à expansão do tecido conjuntivo adjacente ao intestino.

A razão de deformação (RD) jejunal observada no presente estudo apresentou média de $0,80 \pm 0,29$, com intervalo de confiança de 95% entre 0,71 e 0,90, o que indicou baixa relação de rigidez entre os tecidos avaliados e sugeriu maior deformabilidade da parede intestinal em relação ao tecido de referência. Esses resultados diferem dos achados descritos por Mazza *et al.* (2022) em pacientes humanos com doença de Crohn, nos quais valores elevados de RD, especialmente acima de 2, estiveram associados à presença de fibrose intestinal significativa.

Em contrapartida, os cães avaliados no presente estudo eram hígidos, o que justifica a maior deformabilidade observada no jejuno. Além disso, Havre *et al.* (2018) descrevem que a RD representa a diferença relativa de deformação entre dois tecidos submetidos ao mesmo estresse mecânico, de modo que tecidos mais rígidos apresentam menor deformação e, consequentemente, maiores valores de razão, enquanto estruturas mais elásticas tendem a apresentar valores reduzidos, corroborando os achados observados neste trabalho.

Os resultados também demonstraram valores médios de deformação de $0,43 \pm 0,22\%$ para o ROI 1 no mesentério e $0,64 \pm 0,44\%$ para o ROI 2 na mucosa jejunal, o que evidencia maior dispersão dos dados principalmente na mucosa intestinal. Essa variabilidade pode ser parcialmente atribuída às características inerentes da elastografia por deformação, uma vez que o método apresenta dependência do operador e da intensidade da compressão aplicada durante o exame, fatores que influenciam diretamente a aquisição e interpretação das imagens elastográficas (Turnaoğlu *et al.*, 2021).

Fatores fisiológicos como movimentação intestinal, respiração, presença de conteúdo luminal e heterogeneidade estrutural da parede intestinal também podem interferir nos resultados obtidos. Estudos recentes em medicina humana demonstram comportamento semelhante, com evidência de elevada variabilidade individual mesmo em condições controladas de avaliação, o que reforça a necessidade de múltiplas mensurações e padronização metodológica para aumento da confiabilidade dos resultados elastográficos (Miutescu *et al.*, 2025). Nesse contexto, Bracco *et al.* (2026) destacam que, apesar do elevado potencial diagnóstico da elastografia intestinal, ainda persistem limitações relacionadas à padronização dos protocolos, variabilidade interobservador e reprodutibilidade dos exames, especialmente em aplicações ainda pouco exploradas na medicina veterinária.

No presente estudo, as associações entre a razão de deformação (RD) jejunal e os parâmetros hematológicos foram classificadas como muito fracas a fracas, não sendo observada correlação estatisticamente significativa entre a elasticidade jejunal e os valores do hemograma em cães hígidos. Os coeficientes encontrados para hemácias ($r = 0,07$), hemoglobina ($r = 0,08$), hematócrito ($r = 0,06$), leucócitos totais ($r = 0,19$) e neutrófilos ($r = 0,22$), entre outros parâmetros avaliados, sugerem ausência de influência relevante das variáveis hematológicas sistêmicas sobre a biomecânica intestinal em animais saudáveis. Esses achados contrastam com estudos realizados em humanos com doenças inflamatórias intestinais, nos quais alterações elastográficas estiveram associadas à atividade inflamatória sistêmica (Demir *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2025).

A ausência de correlação significativa observada no presente estudo provavelmente está relacionada ao fato de os animais avaliados serem clinicamente hígidos, sem evidências de inflamação intestinal ativa ou repercussão sistêmica detectável pelo hemograma. Esse achado também corrobora parcialmente os resultados de Heilmann *et al.* (2017) que, ao avaliarem cães com enteropatias inflamatórias crônicas, observaram associação entre biomarcadores intestinais específicos, como a calprotectina fecal. Enquanto marcadores sistêmicos como a proteína C reativa (PCR) sérica não apresentaram correlação significativa com a inflamação intestinal localizada. Esses resultados sugerem que alterações intestinais discretas podem ocorrer sem desencadear resposta hematológica sistêmica detectável, o que evidencia limitação do hemograma como ferramenta isolada para identificação de alterações inflamatórias intestinais subclínicas.

CONCLUSÃO

A elastografia de deformação é uma técnica viável, segura e promissora para avaliação biomecânica do jejuno em cães hígidos, permite identificar diferenças de deformabilidade entre os tecidos intestinais e o mesentério adjacente. Além disso, a ausência de correlação significativa entre os parâmetros elastográficos e hematológicos sugere que a elasticidade intestinal, em animais saudáveis, está mais relacionada às características estruturais locais do que a alterações sistêmicas detectáveis pelo hemograma. Apesar das limitações inerentes à técnica, o estudo contribui para o estabelecimento de parâmetros de referência e reforça o potencial da elastografia como ferramenta complementar em futuras investigações sobre enteropatias inflamatórias e alterações fibróticas intestinais na medicina veterinária.

CAPÍTULO 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste trabalho de conclusão de curso representou um importante marco acadêmico e profissional, por permitir aprofundar os conhecimentos sobre diagnóstico por imagem avançado na medicina veterinária. Ao longo da pesquisa, consegui compreender o potencial da elastografia de deformação como um método seguro, não invasivo e aplicável à avaliação biomecânica do jejuno em cães, na atuação como ferramenta complementar à ultrassonografia convencional. Os resultados obtidos contribuíram para o estabelecimento de parâmetros elastográficos de referência e reforçam a importância de futuras investigações em enteropatias inflamatórias, fibrose intestinal e biomarcadores mais específicos na avaliação intestinal canina.

Além da contribuição científica, a construção deste estudo proporcionou crescimento pessoal e acadêmico, exigiu desenvolvimento de organização, análise crítica, escrita científica e persistência diante dos desafios enfrentados durante a graduação. Conciliar a rotina de estágios, disciplinas e atividades pessoais tornou o processo intenso e, muitas vezes, cansativo, mas também contribuiu para o amadurecimento profissional e para uma visão mais crítica sobre a pesquisa e os desafios da medicina veterinária.

Embora o diagnóstico por imagem seja uma área que considero seguir, atuar na rotina de pequenos animais exigiu um esforço maior da minha parte, visto que meu principal interesse sempre foi a área de grandes animais. No entanto, foi uma prática muito enriquecedora, pois me permitiu abrir os olhos para um setor que apresenta uma vasta gama de possibilidades. Além das questões técnicas, lidar com a ausência da família e com a necessidade de ser mais independente foi outro grande desafio, e a saudade sempre foi uma grande dificuldade a ser superada.

REFERÊNCIAS

- ARAUZ, María Sandra; SCODELLARO, Carla Floriana; PINTOS, María Eugenia (coord.). **Atlas de hematología veterinaria: técnicas e interpretación del hemograma en pequeños animales**. La Plata: Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, 2018.
- BARR, Richard. **Elastografia: uma abordagem prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2018.
- BRACCO, Claudia; CONTRI, Alberto; GOERICKE-PESCH, Sandra. Insights into canine reproductive health: ultrasonographic evaluation of the uterus: a review. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 13, p. 1717774, 2026.
- CARMO, Blênio; SOARES, Júlia; ASSIS, Winicius; FRANCO, Amanda; PRADO, Letícia; OLIVEIRA, Priscila; MOREIRA, Cecília; RAMOS, Dirceu. Hemograma completo: ferramenta de diagnóstico na medicina veterinária. **Brazilian Journal of Development**, 2020.
- CHAMORRO, B. M. et al. Characterization of canine Peyer's patches by multidimensional analysis: insights from immunofluorescence, flow cytometry, and single-cell RNA sequencing. *ImmunoHorizons*, v. 7, n. 12, p. 788-805, 2023.
- CHEN, Y. J.; MAO, R.; LI, X. H. et al. Real-time shear wave ultrasound elastography differentiates fibrotic from inflammatory strictures in patients with Crohn's disease. *Inflammatory Bowel Diseases*, New York, v. 24, n. 10, p. 2183-2190, 2018.
- DELLMANN, Horst-Dieter; EURELL, Jo Ann C. **Histologia veterinária**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- DEMIR, Emre; CINDORUK, Mehmet; KARATAŞ, Ali et al. O papel da elastografia na avaliação da atividade da doença em doenças inflamatórias intestinais. **Journal of Enterocolitis**, Ancara, v. 3, n. 2, p. 21-30, 2024.
- DIETRICH, C. F. et al. Strain elastography – How to do it? *Ultrasound International Open*, Stuttgart, v. 3, n. 4, p. E137-E149, 2017.
- DYCE, Keith Malcolm; SACK, Wolfgang Otto; WENSING, Cornelis Johannes Gerard. **Tratado de anatomia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- ESTEVES-MONTEIRO, Marisa; DUARTE-ARAÚJO, Margarida; LANDOLT, Clara; BAPTISTA, Cláudia S. Ultrasonographic evaluation of the normal gastrointestinal wall in dogs and cats: a systematic review on study design and imaging outcomes. **Veterinary Quarterly**, v. 46, n. 1, p. 2622732, 2026.
- FABRIS, Isabella A.; FACIN, Andréia C.; REIN, Ariadne; AIRES, Luiz P. N.; GASSER, Beatriz; LIMA, Bruna B.; SLOMPO, Maria E. F.; GUJANWSKI, Cinthya A.; SILVA, Daniela G.; QUITZAN, Juliany G.; EVANGELISTA, Gabriela C. L.; FELICIANO, Marcus A. R.; MORAES, Paola C. Quantitative gastrointestinal ultrasonographic evaluation in brachycephalic dogs with obstructive airway syndrome. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 45, e07682, 2025.

FAILACE, Renato; FERNANDES, Flávio. **Hemograma: manual de interpretação**. 6. ed. Porto Alegre: Daniela de Freitas Louzada, 2015.

GOUVÊA, F.; PENNACCHI, C.; ASSAF, N.; ARANTES, E.; STEFANISZEN, A.; VIEIRA, E.; GENARI, V.; GUIMARÃES-OKAMOTO, P.; MELCHERT, A. Doença inflamatória intestinal em cães: relato de caso. **Ars Veterinaria**, 2020.

HAVRE, Roald Flesland; WAAGE, Jo Erling Riise; MULABECIROVIC, Anesa et al. Strain ratio as a quantification tool in strain imaging. **Applied Sciences**, Basel, v. 8, n. 8, p. 1273, 2018.

HEILMANN, Romy M.; BERGHOFF, Nora; MANSELL, Joanne et al. Association of fecal calprotectin concentrations with disease severity, response to treatment, and other biomarkers in dogs with chronic inflammatory enteropathies. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Hoboken, v. 32, n. 2, p. 679-692, 2018.

KÖNIG, Horst Erich; LIEBICH, Hans-Georg. **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

HUYNH, E.; BERRY, C. R. Ultrasonography of the gastrointestinal tract: ileum, cecum, colon. *Today's Veterinary Practice*, Gainesville, v. 8, n. 2, p. 2-9, 2018.

LAURINO, Felipe. **Alterações hematológicas em cães e gatos sob estresse**. 2009. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

LOPES, Sonia Terezinha dos Anjos; BIONDO, Alexander Welker; SANTOS, Andrea Pires dos. **Manual de patologia clínica veterinária**. 3. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

MARONEZI, Marjury. **Elastografia acoustic radiation force impulse (ARFI), Doppler e ultrassonografia contrastada do baço canino**. 2016. Dissertação – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

MAZZA, Stefano; CONFORTI, Francesco Simone; FORZENIGO, Laura Virginia et al. Agreement between real-time elastography and delayed enhancement magnetic resonance enterography on quantifying bowel wall fibrosis in Crohn's disease. **Digestive and Liver Disease**, Amsterdam, v. 54, n. 1, p. 69-75, 2022.

MIUTESCU, Bogdan; BENDE, Renata; BENDE, Felix et al. Assessment of intra-individual variability and reproducibility in pancreatic EUS-guided elastography. **Diagnostics**, Basel, v. 15, n. 20, p. 2601, 2025.

MORAES, Pamela. **Atualidades diagnósticas e terapêuticas para as enteropatias inflamatórias crônicas caninas**. 2023. Dissertação – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

OGLAT, Ammar A.; ABUKHALIL, Tala. Ultrasound elastography: methods, clinical applications, and limitations: a review article. **Applied Sciences**, Basel, v. 14, n. 10, p. 4308, 2024.

OLIVEIRA, Iago Martins; RIBEIRO, Rafaela Rodrigues; COSTA, Daniel Vieira; SILVA, Wanessa Patrícia Rodrigues da; BORGES, Naida Cristina. Primeira descrição da elastografia de deformação semiquantitativa em um cão com enteropatia inflamatória crônica. **Revista de Medicina Veterinária**, 2025.

OLIVEIRA, Iago Martins; SILVA, Wanessa Patrícia Rodrigues da; BORGES, Naida Cristina. Ultrassonografia em modo B e com contraste para avaliação intestinal em cães: uma revisão. **Open Veterinary Journal**, v. 15, n. 3, p. 1066-1077, 2025.

OLIVEIRA, Iago Martins; SILVA, Wanessa Patrícia Rodrigues da; LOPES, Mariana Moreira; BORGES, Naida Cristina. Linfangiectasia intestinal em cães: aspectos clínicos, ultrassonográficos, endoscópicos e de elastografia por deformação. **Open Veterinary Journal**, v. 15, n. 2, p. 1056-1063, 2025.

OLIVEIRA, Iago Martins; SILVA, Wanessa Patrícia Rodrigues da; RIBEIRO, Rafaela Rodrigues; LOPES, Mari Moreira; COSTA, Paulo Renato dos Santos; BORGES, Naida Cristina. Elastografia ultrassonográfica em cães: princípios físicos e aplicação na avaliação intestinal. **Veterinary World**, v. 17, n. 12, p. 2985-2991, 2024.

PARATORE, Mattia; GARCOVICH, Matteo; AINORA, Maria Elena et al. The role of transabdominal ultrasound elastography in gastrointestinal non-liver diseases: current application and future perspectives. **Diagnostics**, Basel, v. 13, n. 13, p. 2266, 2023.

PENNINCK, Dominique; D'ANJOU, Marc-André. **Atlas de ultrassonografia em pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

QUEIROZ, João Gabriel Rodrigues; MOREIRA, Camilla Soares; BATISTA, Luiza Oliveira; AZULAY, Vitória; LORENA, Dionne da Encarnação; AZEVEDO, Neide Lemos de. Importância do hemograma em diagnósticos diferenciais. **ACTA Médica Souza Marques**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2019.

RIOS, Danyelle Romana Alves; CARVALHO, Maria das Graças; REIS DA SILVA, Brenda Luiza; NASCIMENTO, Gabriela do Carmo Passos; SANTOS, Tássia Luzia Morato. **Atlas de hematologia**. Divinópolis: Universidade Federal de São João Del-Rei, 2020.

SILVA, Flávia; BONJARDIM, Leonardo. Fisiologia do sistema digestório. In: **Portal CESAD**. 2007.

SILVA, João Paulo Ambrósio da; FRANCISCATO, Carina. Alterações encontradas nos hemogramas realizados no laboratório de uma clínica veterinária de ensino: relato de caso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 18, n. 8, p. 1-8, out./dez. 2024.

SILVA, Malena Noro. **Hematologia veterinária**. Belém: UFPA, 2017.

SLÓSZARZ, D.; PONIEWIERKA, E.; NEUBAUER, K.; KEMPIŃSKI, R. Ultrasound elastography in the assessment of the intestinal changes in inflammatory bowel disease: systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, v. 10, n. 18, p. 4044, 2021.

SPUŻAK, Jolanta; KUBIAK, Katarzyna; GLIŃSKA-SUCHOCKA, Katarzyna et al. Precisão da elastografia de onda de cisalhamento em tempo real na avaliação da mucosa normal do intestino delgado em cães. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, Wrocław, v. 22, n. 3, p. 457-461, 2019.

TURNAOĞLU, Hale; HABERAL, Kemal Murat; ARSLAN, Serdar et al. Interobserver and intermethod variability in data interpretation of breast strain elastography in suspicious breast lesions. *Turkish Journal of Medical Sciences*, Ankara, v. 51, n. 2, p. 547-554, 2021.

VAN SCHELT, Anne-Sophie; BEEK, Kim Johanna; WASSENAAR, Nienke Petronella Maria et al. Viscoelastic properties of small bowel mesentery at MR elastography in Crohn's disease: a prospective cross-sectional exploratory study. *European Radiology Experimental*, Heidelberg, v. 7, n. 53, 2023.

YANG, Li; LIU, Socorrendo; HE, Huan et al. O valor diagnóstico da elastografia por ondas de cisalhamento ultrassonográfica combinada com a análise de biomarcadores fecais em crianças com doença inflamatória intestinal. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, Karachi, v. 41, n. 8, p. 2206-2212, 2025.

ZAPPONE, Viola; IANNELLI, Nicola Maria; SINAGRA, Letizia et al. Assessment of testicular stiffness in fertile dogs with shear wave elastography techniques: a pilot study. *Frontiers in Veterinary Science*, Lausanne, v. 11, p. 1397347, 2024.