

## ULTRASSONOGRAFIA TORÁCICA EXTRACARDÍACA EM PEQUENOS ANIMAIS

Viviam Rocco Babicsak<sup>1</sup>, Vânia Maria Vasconcelos Machado<sup>1</sup>, Maria Jaqueline Mamprim<sup>1</sup>, Luiz Carlos Vulcano<sup>1</sup>, Débora Rodrigues Santos<sup>1</sup>, Karen Maciel Zardo<sup>1</sup>, Lídice Araújo Campos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FMVZ - UNESP Botucatu

<sup>2</sup> Autônoma

Endereço para correspondência: Viviam Rocco Babicsak: [viviam.babicsak@gmail.com](mailto:viviam.babicsak@gmail.com)

**RESUMO:** A ultrassonografia, até recentemente, não era um método de imagem muito utilizado para a avaliação torácica devido a sua limitação na avaliação de lesões torácicas localizadas abaixo de coleções gasosas em indivíduos com tecido pulmonar normal assim como com pneumotórax. Apesar disso, este método possui a vantagem sobre outras técnicas de imagem pela possibilidade de distinção entre lesões pleurais e pulmonares, assim como a identificação e avaliação de lesões pulmonares periféricas. Devido a isso, a ultrassonografia torácica começou a ser mais explorada na Medicina Veterinária como método auxiliar no diagnóstico e no tratamento de diversas afecções da cavidade torácica, especialmente em situações emergenciais. O objetivo dessa revisão é fornecer informações sobre as principais alterações ultrassonográficas encontradas na parede torácica, mediastino, pleura, pulmão e diafragma.

**Palavras-chave:** cães; gatos; tórax; ultrassom.

## EXTRACARDIAC THORACIC ULTRASONOGRAPHY IN SMALL ANIMALS

**ABSTRACT:** Until recently, ultrasonography was not considered one of the prevailing imaging methods for thoracic evaluation due to its limitations in evaluating lesions located below thoracic gas collections in individuals with normal lung tissue as well as in those with pneumothorax. Nevertheless, ultrasound has an advantage over other imaging techniques. It allows not only differentiating pleural from pulmonary lesions, but also identifying and assessing peripheral pulmonary lesions. Thus, thoracic ultrasound has become more popular in Veterinary Medicine as an ancillary method in the diagnosis and treatment of several diseases of the thoracic cavity, especially in emergency settings. This review aims at providing information on the main alterations found in the chest wall, mediastinum, pleura, lung and diaphragm by means of ultrasonography.

**Key Words:** ; dogs; thorax, ultrasound

## INTRODUÇÃO

Em pequenos animais, a radiografia é a principal técnica de imagem utilizada para análise inicial do tórax e é particularmente indispensável para avaliação de desordens pulmonares.

Modalidades complementares tais como ultrassonografia, tomografia computadorizada e cintigrafia, fornecem informações diagnósticas adicionais às obtidas por meio do exame radiográfico (Schwarz e Tidwell, 1999).

A ultrassonografia torácica apresenta grande utilidade em indivíduos em situações emergenciais, especialmente em situações em que a tomografia computadorizada não está disponível ou em casos de impossibilidade de movimentação dos mesmos. No estudo realizado por Yu *et al.* (1992), no qual o exame ultrassonográfico foi realizado em 41 pacientes com radiografias torácicas de difícil interpretação, foi constatado que esse exame forneceu informações complementares ao diagnóstico e auxílio no tratamento em 66% e 90% dos casos, respectivamente (Yu *et al.*, 1992).

A ultrassonografia torácica não cardíaca é uma importante modalidade de imagem complementar no diagnóstico de doenças pulmonares, mediastinais, pleurais e de parede torácica (Larson, 2009), complementado as informações obtidas no exame radiográfico de pacientes com distensão mediastinal, efusão pleural, infiltrado pulmonar ou massas intratorácicas (Reichle e Wisner, 2000). Além disso, a ultrassonografia torácica tem sido utilizada na identificação de consolidação pulmonar, atelectasia e para obtenção de amostras para exames citológicos ou histopatológicos (Bahr, 1996; Stowater e Lamb, 1989; Tidwell, 1998).

## DESENVOLVIMENTO

As indicações para a realização de ultrassonografia torácica são presença de áreas de silêncio à auscultação, detecção de áreas de aumento de radiopacidade em radiografias torácicas e presença de lesões pulmonares superficiais e diafragmáticas (Carvalho e Pereira, 2004).

A principal vantagem da ultrassonografia em relação à radiografia é a possibilidade de distinção entre lesões pleurais e pulmonares. Devido à capacidade do líquido em propagar o feixe sonoro ultrassonográfico, esse exame também pode ser utilizado para avaliação de lesões pulmonares periféricas em indivíduos com efusão pleural, que radiograficamente pode tornar as alterações inaparentes ou obscurecidas (Schwarz e Tidwell, 1999). Outra vantagem do exame ultrassonográfico, além de ser um exame não invasivo de baixo custo, é a possibilidade de fornecer rápidas informações em casos emergenciais de hemotórax, efusão pleural e pericárdica, pneumonia, pneumotórax e infarto pulmonar. A ultrassonografia também permite a avaliação de vasos sanguíneos nas áreas de consolidação pulmonar, sem a necessidade de utilização de meios de contraste como ocorre com outros métodos de diagnóstico bastante utilizados na Medicina (Beckh *et al.*, 2002). Além disso, a ultrassonografia possibilita a realização de aspiração por agulha fina e biópsia de modo seguro permitindo a visualização em tempo real da agulha no tecido a ser coletado (Schwarz e Tidwell, 1999).

A desvantagem do exame ultrassonográfico é a incapacidade de avaliar lesões localizadas abaixo do tecido pulmonar normal ou do pneumotórax uma vez que o ar impede a propagação da onda sonora levando a

reflexão destas e a formação de reverberação (Schwarz e Tidwell, 1999), artefato esse, observado ultrassonograficamente como uma série de linhas ecogênicas horizontais e paralelas dispostas em intervalos (Mattoon e Nyland, 2004). O exame ultrassonográfico também fornece poucas informações sobre o mediastino, hilo e vias aéreas (Wiener *et al.*, 1991). Além disso, por ser considerado um exame operador-dependente, o ultrassonografista deve ser submetido a um treinamento para adequada avaliação imagiológica (Beckh *et al.*, 2002).

Na medicina, a ultrassonografia tem sido utilizada em crianças para diferenciar espessamento pleural de efusão pleural, caracterizar massas mediastinais, permitir aspiração guiada, biópsia e drenagem de fluido, e facilitar avaliação de pequenas e localizadas quantidades de fluido (Glasier *et al.*, 1989).

### Técnica

Primeiramente, radiografias torácicas devem ser realizadas anteriormente ao exame ultrassonográfico a fim de determinar a janela mais apropriada a ser escaneada (Larson, 2009). Se efusão pleural estiver presente, a drenagem deve ser adiada até o final do exame ultrassonográfico, pois esta proporciona janela acústica para os campos pulmonares e mediastino (Larson, 2009; Tidwell, 1998). Entretanto, pacientes com grande quantidade de líquido pleural devem ter sua função respiratória monitorada durante o procedimento ultrassonográfico e dependendo do grau de comprometimento respiratório, a drenagem da efusão pleural deve ser realizada previamente à ultrassonografia (Tidwell, 1998).

Os pacientes podem ser avaliados em decúbito lateral, esternal,

dorsal ou ainda em posição sentada ou quadrupedal. Esses últimos posicionamentos juntamente com o decúbito esternal são os mais indicados para pacientes não estabilizados uma vez que proporcionam maior conforto para o mesmo (Mattoon e Nyland, 2004).

O tórax pode ser examinado após devida depilação e subsequente aplicação de gel acústico, utilizando-se a janela paraesternal, intercostal, subcostal, cardíaca e de entrada torácica (Mattoon e Nyland, 2004).

Durante a avaliação intercostal, o tórax deve ser varrido sequencialmente a partir do seu aspecto dorsal ao ventral (Bahr, 1996). Os transdutores com menores áreas de contato proporcionam melhor contato com o paciente, porém as sombras acústicas causadas pelas costelas ainda podem comprometer a imagem devido à natureza divergente do feixe de ultrassom (Mattoon e Nyland, 2004).

No acesso paraesternal, o transdutor localizado em região intercostal deve ser posicionado ventralmente entre as cartilagens costais, adjacente ao esterno, permitindo o acesso ao mediastino cranial e caudal (Mattoon e Nyland, 2004).

O coração pode ser utilizado como janela acústica para a avaliação de estruturas não cardíacas. Com frequência, o diafragma é observado por esta janela, enquanto que o mediastino cranial e caudal e a região da base do coração nem sempre podem ser visibilizados (Mattoon e Nyland, 2004).

Na janela da entrada torácica, o transdutor é colocado neste local anatômico, à direita ou à esquerda da linha média ou na linha média entre o manúbrio, ventralmente, e à traquéia, com o paciente em posição quadrupedal ou em decúbito esternal. Esse acesso, geralmente complementar às demais janelas, permite uma visibilização

limitada das estruturas do mediastino cranial, sendo principalmente útil em casos de presença de efusão pleural ou de lesões mediastinais em massas (Mattoon e Nyland, 2004).

No acesso subcostal, no qual o fígado é utilizado como janela acústica, o transdutor é posicionado caudal ao arco costal do animal, que pode se apresentar em decúbito dorsal ou lateral, em posição quadrupedal ou sentado. A janela subcostal é particularmente apropriada para a avaliação do diafragma e do campo pulmonar caudal (Mattoon e Nyland, 2004).

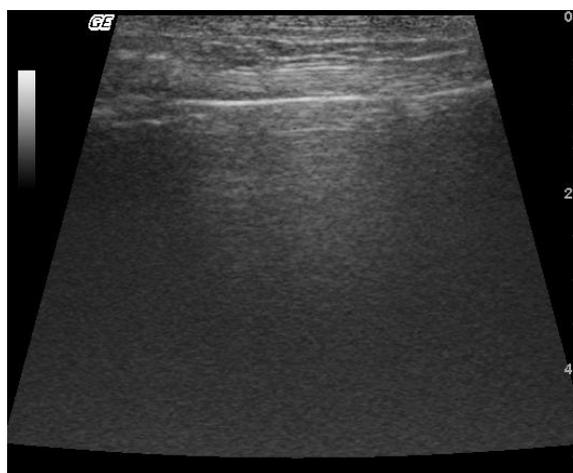
Ambos os planos longitudinais (transdutor perpendicular às costelas) e transversais (transdutor paralelo às costelas) devem ser utilizadas durante a ultrassonografia torácica. A frequência do transdutor deve ser ajustada de acordo com o tamanho do paciente e a profundidade da lesão (Larson, 2009). Geralmente, um transdutor de maior frequência é desejado, uma vez que este permite a melhor resolução das estruturas anatômicas. Quando fluido pleural está presente, os transdutores de frequências mais altas podem ser usados, mesmo em pacientes de maior porte, pois o fluido é eficiente na propagação do ultrassom. Uma almofada de silicone pode ser útil ou necessário para posicionar as estruturas superficiais dentro da zona focal do transdutor (Mattoon e Nyland, 2004).

## Anatomia

Pela ultrassonografia podem ser observadas estruturas como: o tecido subcutâneo, a parede abdominal, a musculatura intercostal, o revestimento pleural do tórax e a superfície pulmonar. A gordura subcutânea e o tecido conectivo são ecogênicos, e logo abaixo desses, os músculos podem ser visibilizados como um tecido hipocóico com ecotextura grosseira (Mattoon e

Nyland, 2004). Dependendo da frequência do transdutor, a porção superficial da parede torácica pode ser obscurecida, entretanto esta condição pode ser resolvida pelo uso do dispositivo de silicone acoplado ao transdutor denominado almofada de recúo (Tidwell, 1998).

A superfície pulmonar e as pleuras apresentam íntimo contato e, portanto, normalmente não podem ser avaliadas distintamente. Essas estruturas apresentam aparência ultrassonográfica linear, fina e altamente ecogênica (Mattoon e Nyland, 2004). As interfaces pleurais podem ser diferenciadas pelo sinal de deslizamento, no qual a interface hiperecótica pleural visceral pulmonar é observada se movendo contra a pleura parietal durante o movimento respiratório (Targhetta *et al.*, 1992). O tecido pulmonar normal não pode ser avaliado ultrassonograficamente devido à presença do artefato de reverberação causado pelo gás no interior dos alvéolos (figura 1) (Lichtenstein *et al.*, 1997). Ocasionais artefatos em cauda de cometa, observados ultrassonograficamente como linhas hiperecogênicas verticais, também podem ser observadas no exame ultrassonográfico de pacientes normais (Tidwell, 1998).



**Figura 1** - Imagem ultrassonográfica do parênquima pulmonar normal obtida pela janela

paraesternal ilustrando o artefato de reverberação. Fonte: FMVZ – UNESP Botucatu.

O mediastino é o espaço pleural entre os sacos pleurais, esquerdo e direito, e é dividido anatomicamente em porções cranial, média (cardíaca) e caudal (Evans e Christensen, 1979). O mediastino é difícil de ser visibilizado em pacientes normais uma vez que está circundado pelo pulmão. Esta estrutura contém uma grande quantidade de gordura que possui ecotextura ecogênica grosseira e não transmite bem a onda sonora. Devido à dificuldade de obtenção da imagem do tecido mediastinal normal, os linfonodos mediastinais sem alterações, visibilizados ultrassonograficamente como estruturas hipoecogênicas circulares a ovais, ou discretamente aumentados (linfadenopatia leve), podem facilmente não ser percebidos a menos que o fluido pleural esteja presente (Mattoon e Nyland, 2004). Além da gordura, o mediastino cranial é principalmente composto por vasos sanguíneos que são observados ultrassonograficamente como estruturas tubulares anecogênicas (Tidwell, 1998). O timo é visibilizado como uma estrutura granular ecogênica ventral aos vasos sanguíneos dentro do mediastino cranial em cães e gatos jovens (Mattoon e Nyland, 2004) e é melhor identificado pela janela paraesternal esquerda, adjacente à margem cranial do coração (Mattoon e Nyland, 2004). A gordura pericárdica, quando abundante, pode ser visibilizada como uma massa hiperecogênica irregular localizada adjacente à superfície cardíaca, não devendo ser confundida com alteração (Tidwell, 1998).

O diafragma é rotineiramente visibilizado pelo acesso abdominal subcostal, utilizando-se o fígado como janela acústica. O diafragma aparece ultrassonograficamente como uma estrutura fina, ecogênica e curvilínea limitando a superfície cranial do fígado.

A presença de fluido pleural, fluido abdominal e, especialmente, de ambos permite melhor resolução do diafragma (Nyland e Mattoon, 2004). Nesta janela, comumente podem ser visibilizados o artefato de imagem em espelho, no qual o parênquima hepático é observado em ambos os lados do diafragma (Tidwell, 1998).

## Anormalidades

Os achados ultrassonográficos das principais doenças torácicas que acometem cães e gatos encontram-se dispostos na tabela 1.

**Tabela 1.** Alterações ultrassonográficas das afecções torácicas mais comumente diagnosticadas em pequenos animais.

Principais doenças torácicas		Achados ultrassonográficos
Efusão pleural	Transudato Transudato modificado Efusões quilosas	Conteúdo anecogênico;
	Exsudato Hemotórax Efusões neoplásicas	Conteúdo anecogênico com pontos ecogênicos flutuantes;
Pneumotórax		Ausência de sinal de deslizamento e artefatos em cauda de cometa;
Fibrose pleural		Espessamento pleural regular;
Pleurite ativa Piotórax Hemotórax		Espessamento pleural irregular; Efusão pleural;
Doença neoplásica pleural		Espessamento pleural difuso ou presença de nódulos ou massas pleurais de ecotextura variável; Efusão pleural;
Massas mediastinais	Linfonodomegalia Neoplasia Granuloma e abscesso Hematoma	Massa apresentando ecotextura variável; Efusão pleural;
	Cisto	Formato ovóide a bilobado; Margens bem definidas; Conteúdo anecogênico; Efusão pleural;

<b>Doença pulmonar infiltrativa</b>	<b>Grau discreto / estágio inicial</b>	Interrupção da interface pulmonar por múltiplos artefatos em cauda de cometa;
	<b>Grau severo / estágio tardio</b>	Consolidação pulmonar (aparência hipoecogênica homogênea difusa); Broncograma e alveolograma aéreos; Broncograma líquido; Margens irregulares e indistintas; Formato triangular;
<b>Neoplasia pulmonar</b>	<b>Padrão massa</b>	Massa apresentando ecotextura variável; Margens regulares;
	<b>Padrão infiltrativo</b>	Consolidação pulmonar; Mineralizações distróficas; Ausência de estruturas brônquicas e vasculares normais;
<b>Metástase pulmonar</b>		Nódulo homogêneo hipoecogênico; Formato esférico; Margens definidas;
<b>Atelectasia</b>		Consolidação pulmonar lobar ou lesões focais bicôncavas difusas pela periferia lobar; Dimensões lobares diminuídas; Formato lobar triangular; Efusão pleural;
<b>Hérnia diafragmática</b>		Deslocamento cranial das vísceras abdominais; Descontinuidade ou irregularidade diafragmática; Contorno ou posicionamento hepático anormais.

## Parede torácica

As lesões da parede torácica incluem neoplasias, inflamações e trauma. A ultrassonografia permite a avaliação da extensão e delimitação da lesão, do envolvimento ósseo, da ecotextura (sólido e/ou cavitário), da invasão de estruturas adjacentes e da

presença de corpos estranhos ou coleções gasosas (Hecht, 2008). As massas, incluindo neoplasias de tecidos moles e esqueléticas, hematomas, abscessos, e granulomas de corpos estranhos, geralmente podem ser diferenciadas de processos difusos como celulite ou hemorragia pela sua distribuição focal e sua propensão ao crescimento em direção à cavidade torácica (Tidwell, 1998). Classicamente, estas massas apresentam forma convexa com amplo contato com a parede torácica, que levam ao deslocamento da interface pulmonar (“sinal extrapleural”). Essa característica possibilita a diferenciação deste tipo de massa das pulmonares (Hecht, 2008, Tidwell, 1998). Além disso, a origem extrapulmonar das massas pode ser determinada por meio da visibilização da movimentação do tecido pulmonar abaixo da massa de parede torácica (Hecht, 2008).

As massas originárias de costelas ou esternébras são habitualmente neoplásicas (por exemplo, condrossarcoma e osteossarcoma). Estas lesões causam interrupção do contorno regular do osso afetado e são acompanhados por uma massa extratorácica ou intratorácica de tamanhos e ecogenicidade variados (Hecht, 2008).

Já os processos neoplásicos benignos e malignos como lipomas infiltrativos e sarcomas de tecidos moles, podem invadir a parede torácica. As doenças metastáticas podem afetar um ou diversos ossos, causando alteração na sua superfície hiperecogênica formadora de sombra acústica. Considera-se que proliferações e/ou lises ósseas encontradas em lesões agressivas são tipicamente irregulares e pouco definidas quando comparados com processos benignos, como fraturas crônicas de costelas. (Hecht, 2008).  
Todavia, o exame ultrassonográfico de

neoplasias agressivas pode revelar alterações ósseas como lise óssea ou destruição completa de parte da costela (Targhetta *et al.*, 1993). Apesar de a ultrassonografia detectar lesões na superfície óssea, o exame radiográfico é o método mais indicado para a avaliação dessas estruturas, uma vez que, durante o exame ultrassonográfico, a onda sonora sofre refração ou absorção quase completa pelo osso. Ultrassonograficamente, uma superfície altamente hiperecogênica (superfície óssea) com ausência de formação da imagem óssea posterior (sombra acústica) é observada (Mattoon e Nyland, 2004).

### **Espaço pleural e pleura**

A ultrassonografia torácica é o melhor método de diagnóstico no estudo da efusão pleural (Doust *et al.*, 1975), uma vez que fornece informações confiáveis sobre a presença, volume e característica do fluido pleural (Hecht, 2008; Mattoon e Nyland, 2004; Stowater e Lamb, 1989; Reichle e Wisner, 2000). Este promove uma excelente janela acústica permitindo a visualização ultrassonográfica das estruturas intratorácicas. Pequenas ou localizadas quantidades de fluido pleural podem ser difíceis de serem identificadas em alguns animais e, portanto, nesses casos, radiografias torácicas devem sempre ser realizadas a fim de auxiliar na localização da efusão pleural (Larson, 2009).

O fluido, geralmente, se apresenta anecogênico nos casos de transudato, transudato modificado e efusões quilosas. Enquanto que, na presença de exsudato, hemorragia ou efusões neoplásicas, frequentemente o fluido apresenta-se com pontos ecogênicos flutuantes que representam proteína, fibrina e/ou células (Larson, 2009). O transudato pode ser observado em casos de hipoproteinemia e o

transudato modificado pode ocorrer em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva, pneumonia, trauma, defeito de coagulação, mediastinite e hérnia diafragmática. Enquanto que o exsudato ocorre em casos de pitoráx, pneumonia e mediastinite (Thrall, 2010). No estudo de Reichle e Wisner (2000), no qual o exame ultrassonográfico foi comparado com achados citológicos, histopatológicos ou de necropsia de 75 animais, um fluido anecogênico foi encontrado em pacientes com quilotórax, linfossarcoma, transudato modificado e transudato proteináceo. Segundo Chian *et al.* (2004), em humanos, o turbilhamento de ecos flutuantes presentes na efusão pleural, conforme a movimentação respiratória ou cardíaca, é um fator preditivo de malignidade.

As efusões crônicas podem levar à formação de adesões pleurais ou cordões fibrinosos (Hecht, 2008), os quais podem ser visibilizados como estruturas lineares irregulares hiperecogênicas no interior do fluido (Mattoon e Nyland, 2004). No entanto, reflexões pleurais e o ligamento frênico-pericárdico não devem ser confundidos com fibrinas. O ligamento é uma estrutura contínua, ondulada e linear que se estende do ápice cardíaco ao diafragma (Kealy e McAllister, 2005).

Alteração no formato da coleção líquida pleural e/ou movimentação dos septos ecogênicos indicam um fluido de baixa viscosidade e, portanto, apresentam alta probabilidade de uma aspiração bem sucedida. Entretanto, uma coleção ecogênica com alto grau de septações indica um fluido viscoso (provavelmente séptico) com menor probabilidade de sucesso durante sua aspiração (Hirsch *et al.*, 1981).

No pneumotórax, o sinal de deslizamento e os artefatos em cauda de cometa não são visibilizados durante a ultrassonografia torácica devido à presença de ar no espaço pleural

(Wernecke *et al.*, 1987). No estudo realizado por Lichtenstein e Menu (1995), 43 pacientes humanos criticamente doentes foram submetidos à ultrassonografia da região torácica anterior após confirmação da presença de pneumotórax por meio de radiografias ou tomografia computadorizada. A sensibilidade da ultrassonografia na detecção de pneumotórax nesse estudo foi de 95.3%, permitindo a determinação dessa afecção mesmo em pacientes ainda sem anormalidades na radiografia torácica. A especificidade do exame ultrassonográfico foi de apenas 91,1%. Os casos falsos positivos foram justificados por aderência pleural (aguda ou crônica) ou fibrose pulmonar aguda, que levaram a diminuição da expansão pulmonar e conseqüentemente, à ausência do sinal de deslizamento, interpretado erroneamente como pneumotórax. Dessa forma, a ultrassonografia apresenta limitações na determinação dessa afecção uma vez que ausência do sinal de deslizamento não é suficiente para confirmar o pneumotórax (Lichtenstein e Menu, 1995). No entanto, apesar disso, a ultrassonografia pode trazer uma importante contribuição no diagnóstico de pneumotórax em casos emergenciais quando aparelhos radiográficos não estão disponíveis rapidamente (Wernecke *et al.*, 1987).

A fibrose pleural é observada ultrassonograficamente como um espessamento liso e ecogênico da pleura (Mattoon e Nyland, 2004).

A pleurite, a doença pleural neoplásica e a efusão crônica podem revelar um espessamento irregular da pleura pelo exame ultrassonográfico (Larson, 2009). Adicionalmente, essa característica ultrassonográfica pode estar presente em casos de sequela de pleurite, piotórax e hemorragia (Kealy e McAllister, 2005).

A pleurite ativa e a doença pleural neoplásica acompanham geralmente efusão pleural, que pode ser ecogênica e apresentar cordões fibrinosos (Mattoon e Nyland, 2004).

Os diagnósticos diferenciais para as lesões pleurais focais incluem: mesotelioma e neoplasia metastática pleural. Em humanos, o mesotelioma apresenta-se como um espessamento pleural difuso ou como massas irregulares com bordas lobuladas, todavia pode ser de difícil identificação na ausência de efusão pleural. Tumores metastáticos podem ser pequenos demais para serem identificados ou podem aparecer como nódulos hipoecogênicos ou como uma grande massa complexa (Wernecke, 1997). Essa última estrutura apresenta diversas ecogenicidades, sendo a necrose e a hemorragia representadas por áreas anecogênicas (Nyland *et al.*, 2004). Dessa forma, a ultrassonografia é considerada de grande valia, pois permite a visualização em tempo real dessas massas com a finalidade de se selecionar o melhor local e mais seguro (áreas não necróticas ou hemorrágicas) para realização de coleta de material para avaliação citológica (Wernecke, 1997). Os tumores metastáticos também podem ser detectados ultrassonograficamente na pleura parietal ou diafragmática, como pequenos nódulos ecogênicos bem definidos de formato redondo ou polipóide (Reuss, 1996).

O mesotelioma e a metástase pleural podem apresentar aparência sonográfica semelhante, não sendo possível a distinção entre esses (Wernecke *et al.*, 1997).

As massas envolvendo a pleura parietal podem ser diferenciadas de massas pulmonares pela localização periférica e pela falta de movimentação, uma vez que estas últimas movimentam-se de acordo com a respiração (Larson, 2009). Entretanto,

nódulos e massas originários da pleura visceral não podem ser diferenciados facilmente de lesões pulmonares (Hecht, 2008).

### **Mediastino**

A ultrassonografia é utilizada para verificar a presença de massa em pacientes com alargamento de mediastino em radiografias torácicas e auxiliar na diferenciação de massa verdadeira de gordura (Bahr, 1996; Stowater e Lamb, 1989).

A inflamação do tecido mediastinal difere do normal ao se tornar menos definido e ainda mais heterogêneo. Quando inflamado, os vasos mediastinais podem estar menos distintos, além disso, evidenciam-se também pequenas coleções de fluido anecóicas ou hipocóicas e um aumento na espessura do mediastino. Também nas mediastinites, os linfonodos podem ser visibilizados como estruturas hipocóicas, circulares a ovais, e geralmente não tão grandes como os tipicamente encontrados em processos neoplásicos (Mattoon e Nyland, 2004), os quais geralmente apresentam-se como estruturas lobulares hipocogênicas difusas (Larson, 2009).

A detecção de massas mediastinais depende do seu tamanho e localização. Massas grandes, que se estendem para a parede torácica são facilmente identificadas. Enquanto que, pequenas massas necessitam da presença de efusão pleural para a sua detecção. As massas mediastinais (figura 2), encontradas mais comumente em região cranioventral, primariamente na linha média, podem apresentar aparência ultrassonográfica variável (homogênea, heterogênea ou cística) e

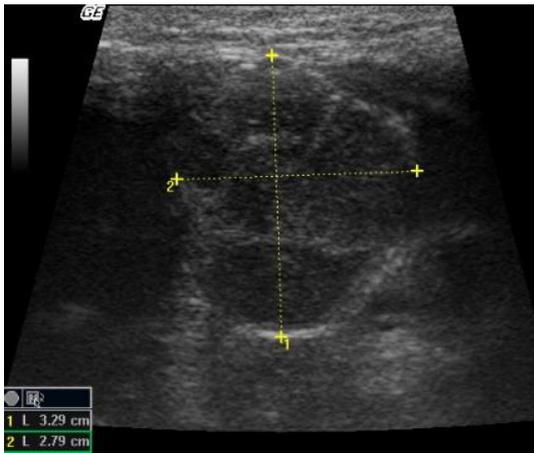
frequentemente levam à efusão pleural (Larson, 2009). O diagnóstico diferencial para massas mediastinais craniais são: cistos, linfonomegalia, neoplasias, lesões inflamatórias (como abscessos e granulomas) e hematomas (Hecht, 2008).

As lesões neoplásicas mediastinais como o linfossarcoma, timoma, tumor neuroendócrino, granulomatose linfomatóide, mastocitoma, melanoma e carcinoma de tireóide, devem ser todos considerados uma vez que a aparência ultrassonográfica é insuficiente para a determinação do diagnóstico definitivo (Hecht, 2008; Mattoon e Nyland, 2004; Reichle e Wisner, 2000; Stowater e Lamb, 1989).

O timoma frequentemente é caracterizado ultrassonograficamente como uma massa ecogênica com pequenas cavitações anecóicas ou uma grande lesão cística (Reichle e Wisner, 2000). Entretanto, algumas vezes o timoma pode apresentar-se com aparência sólida e homogênea (Mattoon e Nyland, 2004).

Em estudo realizado por Reichle e Wisner (2000), os linfossarcomas, os tumores neuroendócrinos e a granulomatose linfomatóide pulmonar apresentaram-se como massas hipocóicas uniformes no exame ultrassonográfico; enquanto que, mastocitomas, linfossarcomas, timomas, carcinomas de tireóide e melanomas apresentaram-se como massas de aparência heterogênea.

Massas mediastinais caudais ocorrem menos comumente. A doença mais encontrada nessa região é o linfoma (geralmente como uma manifestação de linfoma multicêntrico) (Mattoon e Nyland, 2004).



**Figura 2** - Imagem ultrassonográfica obtida pela janela paraesternal ilustrando a presença de efusão pleural (seta) e massa irregular discretamente heterogênea predominantemente hipoecogênica em mediastino cranial (linfoma).  
Fonte: FMVZ – UNESP Botucatu

Os cistos mediastinais idiopáticos são achados acidentais ocasionais em gatos idosos (Zekas e Adams, 2002). Estes cistos são tipicamente ovóides a bilobados com margens bem definidas e conteúdo anecogênico (Larson, 2009).

## Pulmão

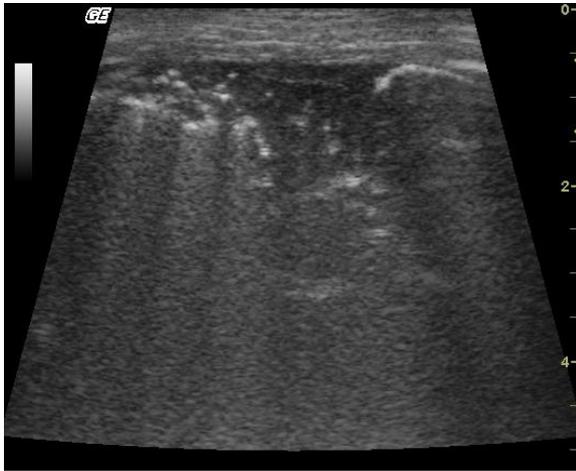
O parênquima pulmonar normal somente é passível de ser avaliado ultrassonograficamente em casos de atelectasia na qual há ausência de conteúdo gasoso ou em casos de presença de conteúdo líquido ou celular no interior de alvéolos. O tecido pulmonar afetado deve apresentar localização superficial ou se estender até a pleura, uma vez que a presença de parênquima pulmonar normal entre o transdutor e a lesão impossibilita a visualização dessa última área devido ao artefato de reverberação causado pelo conteúdo gasoso pulmonar (Larson, 2009). Lesões pulmonares profundas podem ser avaliadas em casos em que o parênquima pulmonar adjacente esteja consolidado ou quando há a presença de efusão pleural circundando a lesão uma vez que o

líquido atua como uma janela acústica (Fortia *et al.*, 2006).

Em animais com doenças pulmonares infiltrativas leves ou precoces observa-se uma interrupção da interface pulmonar, observada como uma área focal hiperecogênica com artefatos em cauda de cometa. Esses artefatos não são específicos e podem ser observados em casos de edema pulmonar, pleurite, fibrose pulmonar, pneumonia intersticial e contusão pulmonar (Louvet e Bourgeois, 2008).

Com o avanço da doença pulmonar infiltrativa, o pulmão torna-se com aparência hipoecogênica homogênea difusa pela ultrassonografia (Hecht, 2008; Mattoon e Nyland, 2004; Reichle e Wisner, 2000; Stowater e Lamb, 1989). O tecido pulmonar pode conter áreas lineares hiperecogênicas com artefato de reverberação posterior resultantes de ar residual em brônquio (broncogramas aéreos), assim como também áreas focais decorrentes da presença de ar no interior dos alvéolos (figura 3) (Hecht, 2008; Mattoon e Nyland, 2004; Reichle e Wisner, 2000; Stowater e Lamb, 1989). Os brônquios preenchidos por conteúdo líquido podem ser observados e podem ser diferenciados de vasos sanguíneos pulmonares somente utilizando-se o recurso ultrassonográfico Doppler (Larson, 2009). Em casos de severa consolidação pulmonar, a ecogenicidade e a ecotextura são semelhantes ao do parênquima hepático, sendo esta condição denominada hepatização (Hecht, 2008; Mattoon e Nyland, 2004; Reichle e Wisner, 2000; Stowater e Lamb, 1989). A consolidação pulmonar ocorre em casos de pneumonia, edema, torção de lobo pulmonar, contusão e algumas neoplasias lobares (Mattoon e Nyland, 2004). Devido à diversidade de diagnósticos diferenciais, a ultrassonografia que é um exame complementar, deve ser sempre

combinada a outras modalidades imaginológicas a fim de se determinar a mais provável causa da alteração (Reichle e Wisner, 2000).



**Figura 3** - Imagem ultrassonográfica obtida pela janela intercostal ilustrando a presença de consolidação pulmonar na qual pode-se notar coleções gasosas representadas por diversas áreas focais hiperecogênicas. Fonte: FMVZ – UNESP Botucatu.

Ultrassonograficamente, a pneumonia aparece frequentemente como uma região triangular de consolidação pulmonar homogênea hipocogênica com múltiplos discretos focos hiperecogênicos e margens irregulares e indistintas (Gemacher *et al.*, 1995).

O infarto pulmonar resultante de tromboembolismo pulmonar apresenta aparência ultrassonográfica semelhante à de pneumonia, no entanto, com maior uniformidade na ecotextura e margens mais bem definidas (Gemacher *et al.*, 1995). No estudo realizado por Mathis e Dirschmid (1993) no qual 58 indivíduos foram examinados ultrassonograficamente para detecção precoce de infartos pulmonares, foi observado que, em humanos, a aparência ultrassonográfica dos infartos altera conforme o tempo. Dentre as primeiras horas após o evento agudo, a área de infarto pulmonar apresenta-se em formato de cunha e a sua ecotextura

permanece homogênea. Infartos crônicos apresentam formato triangular ou arredondado e maior ecogenicidade na região central, representando o bronquíolo. Além disso, as margens dos infartos crônicos apresentam-se mais irregulares em comparação com infartos recentes. Nesse estudo foi reportada efusão pleural em 52% dos casos de infarto pulmonar. Além disso, foi constatado que o exame ultrassonográfico apresentou sensibilidade de 98%, especificidade de 66% e acurácia diagnóstica de 90% na detecção de infartos pulmonares (Mathis e Dirschmid, 1993). A baixa especificidade possivelmente é justificada pela aparência ultrassonográfica similar às variáveis causas de consolidação pulmonar (Beckh *et al.*, 2002).

A ultrassonografia é a técnica de escolha para avaliação da resposta à terapia em pacientes com infartos pulmonares devido à possibilidade de detecção precoce da recanalização sanguínea (Yuan *et al.*, 1993).

Os lobos pulmonares torcidos aparecem ultrassonograficamente como lobos consolidados, geralmente envolvidos por efusão pleural. O lobo pulmonar afetado apresenta-se hipocogênico em sua periferia, entretanto, em sua porção central podem ser visibilizados múltiplos focos hiperecogênicos representando gás (D'Anjou *et al.*, 2005). O lobo pulmonar torcido pode apresentar dimensões normais a aumentadas, margens arredondadas (Larson, 2009) e orientação anormal dos lobos e seus vasos sanguíneos (Schwarz e Tidwell, 1999). Tipicamente, não há fluxo no interior dos vasos sanguíneos quando examinados com o Doppler. Em alguns casos, um resquício de sinal de fluxo arterial pode estar presente (Larson, 2009). As doenças pulmonares neoplásicas resultam em massas homogêneas ou heterogêneas, que

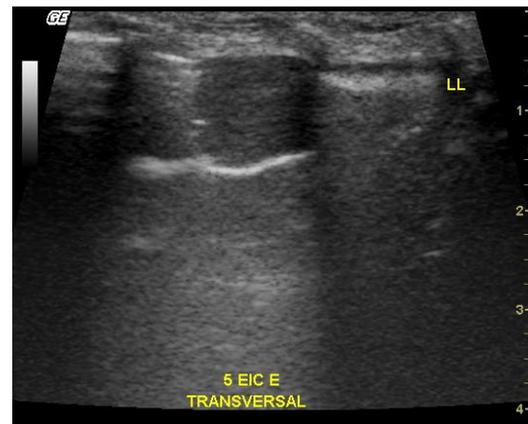
apresentam margens mais regulares quando comparadas com margens pulmonares mais irregulares frequentemente observadas em consolidações não neoplásicas (Larson, 2009).

Se a massa pulmonar está em íntimo contato com a parede torácica, a ausência do movimento de deslizamento respiratório pode indicar invasão e adesão a esta (Tidwell, 1998). Em casos de extensa invasão da massa à parede torácica, a origem do tumor pode se tornar menos clara (Schwarz e Tidwell, 1999).

Algumas lesões neoplásicas podem ser observadas de forma idêntica à consolidação pulmonar (Larson, 2009), entretanto estas primeiras podem apresentar mineralizações distróficas (Bahr, 1996; Stowater e Lamb, 1989; Tidwell, 1998), além de não apresentarem estruturas brônquicas e sanguíneas normais. Esta aparência pode ser atribuída à origem intersticial de neoplasias pulmonares, como o caso de carcinomas broncoalveolares em caninos e tumores primários em felinos, que apresentam um padrão infiltrativo (Tidwell, 1998).

No estudo realizado por Reichle e Wisner (2000), todas as lesões neoplásicas pulmonares (carcinomas e sarcomas) apresentaram-se homogeneamente hipocogênicas com bordas regulares ecogênicas.

Pequenos nódulos pulmonares como granulomas fúngicos ou metástase pulmonar, se periféricas, criam lesões esféricas bem demarcadas (Larson, 2009). Geralmente, os nódulos metastáticos pulmonares (figura 4) são hipocogênicos e levam a irregularidade superficial e múltiplos artefatos em cauda de cometa (Mattoon e Nyland, 2004).



**Figura 4** - Imagem ultrassonográfica obtida pela janela intercostal, na qual observa-se estrutura circunscrita hipocogênica e homogênea localizada na região periférica de lobo pulmonar, compatível com nódulo metastático pulmonar. Além disso, nota-se coleção anecogênica em espaço pleural (LL) levando a discreta retração pulmonar. Fonte: FMVZ – UNESP Botucatu.

Os abscessos pulmonares apresentam aspecto clássico de uma lesão cavitária com paredes irregulares ou relativamente lisas (Mattoon e Nyland, 2004). O centro cavitário do abscesso pode ser anecogênico, hipocogênico ou septado (Bahr, 1996). A movimentação de debris ecogênicos é geralmente observada no interior das cavitações. A presença de conteúdo gasoso pode indicar uma comunicação com via aérea ou uma infecção anaeróbica (Stowater e Lamb, 1989). Devido à aparência cavitária, centros necróticos de tumores podem ser confundidos com abscessos (Schwarz e Tidwell, 1999).

A atelectasia pulmonar é a redução no volume pulmonar resultante de um colapso causado pelo aumento de pressão pleural (pneumotórax ou efusão pleural) ou obstrução bronquial (Tidwell, 1998). Ultrassonograficamente, o lobo pulmonar atelectásico apresenta ecogenicidade e ecotextura semelhante à da consolidação pulmonar, no entanto, suas dimensões estão diminuídas (Larson, 2009). Além disso, os lobos pulmonares atelectásicos apresentam um aspecto triangular e geralmente estão envolvidos por efusão pleural

(Hecht, 2008; Mattoon e Nyland, 2004; Reichle e Wisner, 2000; Stowater e Lamb, 1989). Com o colapso completo, os lobos pulmonares apresentam-se uniformemente hipoeecogênicos (Larson, 2009). Atelectasia por pneumotórax não é visibilizada ultrassonograficamente devido ao gás livre em espaço pleural (Larson, 2009).

No estudo realizado por Mathis e Dirschmid (1993) foi observado que, em humanos, a atelectasia pulmonar apresentou-se ultrassonograficamente como lesões não extensas bicôncavas com margens pouco definidas, localizadas difusamente por toda a periferia do parênquima pulmonar.

A fibrose pulmonar idiopática em humanos geralmente está relacionada a um espessamento irregular difuso da pleura (maior que 3 milímetros), diminuição ou ausência do sinal de deslizamento, presença de cistos subpleurais e número elevado de artefatos horizontais de reverberação em todos os lobos pulmonares (Sperandeo *et al.*, 2009). Além disso, também podem ser observados múltiplos artefatos em cauda de cometa (Lichtenstein *et al.*, 1997).

## Diafragma

O diagnóstico radiográfico de hérnia diafragmática pode ser desafiador. A efusão pleural pode obscurecer a visibilização de vísceras abdominais herniadas, ou os órgãos deslocados podem mimetizar massa pulmonar. A ultrassonografia, utilizando-se as janelas intercostais bilaterais (5<sup>a</sup> a 13<sup>a</sup> costelas) e transhepática, pode ser uma valiosa modalidade de imagem complementar (Hecht, 2008; Mattoon e Nyland, 2004; Reichle e Wisner, 2000; Stowater e Lamb, 1989; Tidwell, 1998).

A hepatização de lobos pulmonares (que pode ocorrer em casos de contusão pulmonar) pode ser confundida com o parênquima hepático,

levando a um falso diagnóstico de hérnia diafragmática (Larson, 2009). O fígado pode ser diferenciado de uma consolidação pulmonar pela direção das veias portas e pela ausência de broncogramas aéreos e fluidos (Tidwell, 1998).

O deslocamento cranial das vísceras abdominais, geralmente em região lateral à silhueta cardíaca, confirma o diagnóstico. Se o diagnóstico é incerto, a janela transhepática deve ser utilizada para a detecção de alterações na posição ou contorno dos lobos hepáticos (Tidwell, 1998). A descontinuidade do diafragma ou uma irregularidade ou assimetria das margens hepáticas craniais são achados ultrassonográficos frequentes em casos de hérnia diafragmática (Larson, 2009).

A visibilização da hérnia diafragmática pode ser difícil se os lobos pulmonares caudais estiverem preenchidos por ar uma vez que a interface pulmão e fígado ainda estará presente no local da hérnia (Tidwell, 1998). Em pacientes com ascite ou ascite associada à efusão pleural, um diafragma intacto pode apresentar falsamente uma descontinuidade devido à refração da onda sonora na interface entre o fígado e a ascite, não devendo ser confundida com ruptura. Este artefato pode ser evitado pela mudança da janela acústica (Middleton e Melson, 1988). A evidência ultrassonográfica do artefato em espelho do fígado indica a inexistência de hérnia diafragmática naquele local em particular (Larson, 2009).

A ultrassonografia pode ser utilizada para confirmar a presença de hérnia peritônio-pericárdica. Tipicamente, a ultrassonografia revela deslocamento de vísceras adjacente à silhueta cardíaca envoltos por uma linha ecogênica denominada saco pericárdico (Kealy e Mcallister, 2005). O contorno diafragmático pode estar interrompido

na linha média por uma ou mais vísceras abdominais. Entretanto, esta afecção pode não ser identificada especialmente em casos que somente o omento foi herniado (Tidwell, 1998).

## CONCLUSÃO

O exame ultrassonográfico torácico pode complementar outras modalidades de imagem (radiologia convencional e a tomografia computadorizada), auxiliando na determinação do diagnóstico e no tratamento de doenças, especialmente em pacientes em situações emergenciais e/ou com radiografias torácicas de difícil interpretação. A limitação da técnica ocorre pela dificuldade diagnóstica em afecções pulmonares não periféricas.

## REFERÊNCIAS

- BAHR, R.J. Thorax. In: GREEN, R.W. Small animal ultrasound. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996, 89-104 p.
- BECKH, S.; BÖLCSKEI, P.L.; LESSNAU, K. Real-time chest ultrasonography. **Chest**, v.122, n.5, p.1759-1773, 2002.
- CARVALHO, C.F.; PEREIRA, L. Ultra-sonografia torácica: estruturas. In: CARVALHO, C.F. Ultra-sonografia em pequenos animais. São Paulo: Roca, 2004, 279-285 p.
- DOUST, B.D.; BAUM, J.K.; MAKLAD, N.F.; DOUST, V.L. Ultrasonic evaluation of pleural opacities. **Radiology**, v.114, n.1, p.114-135, 1975.
- EL FORTIA, M.; EL GATIT, A.; BENDAOU, M. Ultrasound wall sign in pulmonary echinococcosis (new application). **Ultraschall in der Medizin**, v.27, n.6, p.553-557, 2006.
- EVANS, H.E.; CHRISTENSEN, G.C. The respiratory apparatus. In: EVANS, H.E. Miller's anatomy of the dog. 2 ed. Philadelphia: WB Saunders, 1979, 507-543 p.
- KEALY, J.K.; MCALLISTER, H. Radiologia e ultra-sonografia do cão e do gato. 3 ed. Barueri: Manole, 2005, 162-206 p.
- GEMACHER, O.; MATHIS, G.; KOPF, A.; SCHEIER, M. **Ultrasound imaging of pneumonia. Ultrasound in Medicine & Biology**, v.21, n.9, p.1119-1122, 1995.
- GLASIER, C.M.; LEITHISER, R.E.; WILLIAMSON, S.L.; SEIBERT, J.J. Extracardiac chest ultrasonography in infants and children: radiographic and clinical implications. **Journal of Pediatrics**, v.114, n.4, p.540-544, 1989.
- HECHT, S. Thorax. In: PENNING, D.; D'ANJOU, M.A. Atlas of small animal ultrasonography. Iowa: Blackwell, 2008, 119-150 p.
- HIRSCH, J.H.; ROGERS, J.V.; MACK, L.A. Real-time sonography of pleural opacities. **American Journal of Roentgenology**, v.136, n.2, p.297-301, 1981.
- LARSON, M.M. Ultrasound of the thorax (noncardiac). **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.39, n.4, p.733-745, 2009.
- LICHTENSTEIN, D.A.; MENU, Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding. **Chest**, v.108, n.5, p.1345-1348, 1995.
- LICHTENSTEIN, D.A.; MEZIERE, G.; BIDERMAN, P.; GEPNER, A.; BARRÉ, O. The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar interstitial syndrome. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.156, n.5, p.1640-1646, 1997.
- LOUVET, A.; BOURGEOIS, J.M. Lung ring-down artifact as a sign of pulmonary alveolar-interstitial disease. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.49, n.4, p.374-377, 2008.

- MATHIS, G.; DIRSCHMID, K. Pulmonary infarction: sonographic appearance with pathologic correlation. **European Journal of Radiology**, v.17, n.3, p.170-174, 1993.
- MATTOON, J. S.; NYLAND, T. G. Tórax. In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. Ultra-som diagnóstico em pequenos animais. 2 ed. São Paulo: Roca, 2004, 337-364 p.
- MIDDLETON, W.D.; MELSON, G. Diaphragmatic discontinuity associated with perihepatic ascites: a sonographic refractive artifact. **American Journal of Roentgenology**, v.151, n.4, p.709-711, 1988.
- NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S.; HERRGESELL, E.J.; WISNER, E.K. Trato urinário. In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. Ultra-som diagnóstico em pequenos animais. 2 ed. São Paulo: Roca, 2004, 170-171 p.
- REICHLER, J.K.; WISNER, E.R. Non-cardiac thoracic ultrasound in 75 feline and canine patients. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 41, n. 2, p.154-162, 2000.
- REUSS, J. Sonographic imaging of the pleura: nearly 30 years of experience. **European Journal of Ultrasound**, v.3, n.2, p.25-39, 1996.
- SCHWARZ, L.A.; TIDWELL, A.S. Alternative imaging of the lung. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 14, n. 4, 187-206, 1999.
- SPERANDEO, M.; VARRIALE, A.; SPERANDEO, G.; FILABOZZI, P.; PIATTELLI, M.L.; CARNEVALE, V.; DECUZZI, M.; VENDEMIALE, G. Transthoracic ultrasound in the evaluation of pulmonary fibrosis: our experience. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v.35, n.5, p.723-729, 2009.
- STOWATER, J.L.; LAMB, C.R. Ultrasonography of noncardiac thoracic diseases in small animals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.195, n.4, p.514-520, 1989.
- TARGHETTA, R.; BALMES, P.; MARTY-DOUBLE, C.; MAUBOUSSIN, J.M.; BOURGEOIS, J.M.; POURCELOT, L. Ultrasonically guided aspiration biopsy in osteolytic bone lesions of the chest wall. **Chest**, v.103, n.5, p.1403-1408, 1993.
- TARGHETTA, R.; BOURGEOIS, J.M.; CHAVAGNEUX, R.; MARTY-DOUBLE, C.; BALMES, P. Ultrasonographic approach to diagnosing hydropneumothorax. **Chest**, v.101, n.4, p.931-934, 1992.
- THRALL, D.E. Espaço pleural. In: THRALL, D.E. Diagnóstico de Radiologia Veterinária. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, 512-608 p.
- TIDWELL, A.S. Ultrasonography of the thorax (excluding the heart). **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 28, n.4, p.993-1015, 1998.
- WERNECKE, K. Sonographic features of pleural disease. **American Journal of Roentgenology**, v.168, n.4, p.1061-1066, 1997.
- WERNECKE, K.; GALANSKI, M; PETERS, P.E.; HANSEN, J. Pneumothorax: evaluation by ultrasound, preliminary results. **Journal of Thoracic Imaging**, v.2, n.2, p.76-8, 1987.
- WIENER, M.D.; GARAY, S.M.; LEITMAN, B.S.; WIENER, D.N.; RAVIN, C.E. Imaging of the intensive care unit patients. **Clinics in Chest Medicine**, v. 12, n.1, p.169-198, 1991.
- YU, C.; YANG, P.; CHANG, D.; JUH, K. Diagnostic and therapeutic use of chest sonography: value in critically ill patients. **American Journal of Roentgenology**, v.159, n.4, p.695-701, 1992.
- YUAN, A.; YANG, P.C.; CHANG, D.B. Pulmonary infarction: use of color Doppler for diagnosis and assessment of reperfusion of the lung. **American Journal of Roentgenology**, v.160, n.2, p.419-420, 1993.
- ZEKAS, L.J.; ADAMS, W.M. Cranial mediastinal cysts in nine cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.43, n.5, p.413-418, 2002.