

**CHARIEL CAROLINE DE OLIVEIRA**

**CONFIABILIDADE DA INTERPRETAÇÃO RADIOGRÁFICA BASEADA EM  
SMARTPHONE PARA AVALIAÇÃO DE EFUSÃO PLEURAL EM CÃES E GATOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Ciência Animal.

Orientação: Dr<sup>a</sup> Mere Erika Saito

**LAGES  
2022**

## CHARIEL CAROLINE DE OLIVEIRA

### CONFIABILIDADE DA INTERPRETAÇÃO RADIOGRÁFICA BASEADA EM SMARTPHONE PARA AVALIAÇÃO DE EFUSÃO PLEURAL EM CÃES E GATOS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Ciência Animal.

#### BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. Dr<sup>a</sup>. Mere Erika Saito  
Orientadora  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

  
Prof. Dr<sup>a</sup>. Letícia Andrezza Yonezawa  
Avaliador Interno  
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

  
Assinatura digital  
Roberta Valeriano dos Santos  
Médica Veterinária  
CRMV/ES 1962  
Dr<sup>a</sup>. Roberta Valeriano dos Santos  
Avaliador Externo  
Radiovet - ES

Lages, 10 de fevereiro de 2022.

Dedico este trabalho à minha família e ao meu amor. Dedico também aos animais, meu amor por eles tornou tudo isto possível.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus, pois sem ele nada seria possível, por todas as coisas boas e ruins que aconteceram, pois fizeram com que eu me tornasse uma pessoa melhor, à todas as pessoas que passaram por mim nesta caminhada, a cada uma delas, pessoas que me auxiliaram, me desafiaram, me encorajaram e que me inspiraram.

Agradecer em especial à minha família, sem eles eu com certeza não teria conseguido. Agradecer à minha avó Edla, que com toda sua doçura e simpatia sempre me incentivou. À minha mãe Daisy, que assim como eu, sempre teve que correr muito atrás para alcançar seus objetivos, minha guerreira. À minha irmã Chimmene que desde nova aprendeu a ter grandes responsabilidades e me deu de presente os sobrinhos mais maravilhosos que uma tia poderia querer, Vitor, Vinícius e Cauã, meus amores, meus sobrinhos, amo vocês. Ao meu cunhado Clóvis, pelo apoio, pela primeira oportunidade de emprego, mas comércio exterior não era muito a minha cara.

Ao meu noivo Ádson, que sempre me incentivou e apoiou, que com toda a sua paciência sempre me ouviu, mesmo naqueles dias ruins, de cansaço. Quando eu acho que não vou conseguir, só você me acalma. Obrigada meu amor, por ter tanta paciência comigo e por dividir sua vida comigo. Sem seu sorriso, todos os dias seriam sem graça, amo você!

Ao meu pai Ori, que mesmo à distância sei que torce muito por mim e à toda família Oliveira, carrego todos vocês no meu coração.

Aos meus sogros, Iara e Gentil por me receberem tão bem na sua família. Aos meus cunhados Átila e Robson e suas esposas, Daiane e Ana, pelas conversas sempre tão agradáveis.

A todos os funcionários, professores e estagiários do HCV, em especial ao melhor setor: o Diagnóstico por Imagem. Em especial à Marília, Eloísa, Marina, Thaís, Gi, obrigada por compartilharem seu conhecimento comigo e tornar tudo isso possível. Muito obrigada mesmo meninas, de coração. Obrigada mais que especial à Marina, Andriele e Júlia, sem vocês este trabalho não teria sido possível.

À Universidade do Estado de Santa Catarina e a CAPES pela oportunidade e pela bolsa fornecida durante o período mestrado. A todos os professores da pós-graduação pela qualidade do ensino. Principalmente à minha orientadora Mere e meu primeiro orientador Thiago, por todo conhecimento compartilhado, obrigada pela paciência, pela oportunidade e por toda ajuda. E aos avaliadores da minha banca, Letícia e Roberta, obrigada por tirarem um tempinho da rotina de vocês e fazerem parte deste dia especial.

Finalmente, as minhas inspirações diárias, meus animais, Clatinha, Juju, Zé, Bazinga e Phoebe. Que com toda a sua doçura e amor incondicional me ensinam diariamente a ser uma pessoa melhor, a ser grata pelas pequenas coisas da vida, a viver a vida cada dia com alegria e seguir o que diz o coração.



“Só se vê bem com o coração, o essencial é invisível aos olhos”.

Autor: Antoine de Saint-Exupéry

## RESUMO

OLIVEIRA, Chariel Caroline de. **Confiabilidade da interpretação radiográfica baseada em Smartphone para avaliação de efusão pleural em cães e gatos.** 2022. 45 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2022.

Consultas externas realizadas por radiologistas veterinários beneficiam os residentes e os médicos de emergência, fornecendo feedback imediato e, potencialmente, melhorando o resultado para o paciente. Dispositivos como o smartphone e imagens compactadas transmitidas por e-mail e aplicativos de mensagens facilitam muito a disponibilidade dessas consultas externas. A crítica desta avaliação por meio de um smartphone para consulta externa é principalmente direcionada à degradação da imagem em relação à sala de visualização radiográfica padrão e aos monitores. O objetivo deste estudo foi verificar a confiabilidade da avaliação radiográfica de efusão pleural em cães e gatos quando as imagens são visualizadas em diferentes formatos, por meio de três dispositivos distintos e em locais com diferentes luminosidades. Os três formatos utilizados foram DICOM avaliado em monitor clínico em estação de trabalho padrão, JPEG avaliado em um notebook e o último formato é o JPEG avaliado em um smartphone. Neste estudo retrospectivo foram revisados os registros médicos de pacientes admitidos no período de 01 de julho de 2016 até 31 de agosto de 2019. Todas as imagens foram revisadas por dois avaliadores, sendo um radiologista no período final da residência e o segundo avaliador com experiência em ultrassonografia. Foram geradas as curvas ROC (*receiver operator characteristic curve*) para cada combinação de interface revisor-imagem e a área sob a curva (AUC) foi calculada para determinar a acurácia. As AUC foram comparadas entre interfaces. A acurácia do primeiro avaliador (Av1) foi de 89,7% para JPEG/smartphone, 89,5% para JPEG/notebook e 88% para DICOM/monitor padrão. Para o segundo avaliador (Av2) a acurácia foi de 90,8% para JPEG/smartphone, 93,4% para JPEG/notebook e 88% para DICOM/monitor padrão. A acurácia das três interfaces não apresentou diferença estatística para Av1 ( $P= 0,0841$ ) e para o Av2 ( $P= 0,9244$ ). Os resultados concordam com a hipótese de que a precisão da interpretação dos avaliadores por meio de smartphone ou notebook em formato JPEG é comparável com o padrão ouro (monitor padrão clínico no formato DICOM), para o diagnóstico de presença ou ausência de efusão pleural em cães e gatos.

**Palavras-chave:** Radiografia torácica. Telerradiologia. JPEG. DICOM.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Chariel Caroline de. **Reliability of smartphone-based radiographic interpretation for assessing pleural effusion in dogs and cats.** 2022. 45 p. Dissertation (Master)-University of the State of Santa Catarina, Postgraduate Program in Animal Science, Lages, 2022.

Outpatient consultations performed by veterinary radiologists benefit residents and emergency physicians by providing immediate feedback and potentially improving the outcome for the patient. Devices such as the smartphone and compressed images transmitted via email and messaging applications, make the availability of these external queries much easier. The criticism of this evaluation through a smartphone for external consultation is mainly directed at the degradation of the image in relation to the standard radiographic viewing room and monitors. The objective of this study was to verify the reliability of the radiographic evaluation of pleural effusion in dogs and cats when the images are viewed in different formats, through three different devices and in places with different luminosities. The three formats used were DICOM evaluated through a clinical monitor on a standard workstation, JPEG evaluated through a notebook and the last format is JPEG evaluated through a smartphone. In this retrospective study, the medical records of patients admitted from July 1, 2016 to August 31, 2019 were reviewed. All images were reviewed by two evaluators, one radiologist in the final period of residency and the second evaluator with experience in ultrasound. ROC curves (receiver operator characteristic curve) were generated for each image-reviewer interface combination and the area under the curve (AUC) was calculated to determine accuracy. AUCs were compared between interfaces. The accuracy of the first rater (Av1) was 89.7% for JPEG/smartphone, 89.5% for JPEG/notebook and 88% for DICOM/standard monitor. For the second evaluator (Av2) the accuracy was 90.8% for JPEG/smartphone, 93.4% for JPEG/notebook and 88% for DICOM/standard monitor. The accuracy of the three interfaces showed no statistical difference for Av1 ( $P= 0.0841$ ) and for Av2 ( $P= 0.9244$ ). The results agree with the hypothesis that the accuracy of the evaluators' interpretation using a smartphone or notebook in JPEG format is comparable to the gold standard (clinical standard monitor in DICOM format), for the diagnosis of the presence or absence of pleural effusion in dogs and cats.

**Keywords:** Thoracic radiography. Teleradiology. JPEG. DICOM.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de TC em plano dorsal de um tórax canino no nível da base do coração. E, esquerda; D, direita .....	20
Figura 2 - Diagrama do efeito do decúbito dorsal <i>versus</i> ventral na aparência radiográfica da efusão pleura. DV dorsoventral, VD ventrodorsal .....	24
Figura 3 - Radiografia torácica em decúbito lateral direito (A) e ventrodorsal (B) de um cão com efusão pleural, que foi corretamente classificada por ambos os observadores em ambas as plataformas de visualização.....	33
Figura 4 - Radiografia torácica em decúbito lateral direito (A) e ventrodorsal (B) de um gato com cardiomegalia, que foi classificada corretamente como "definitivamente sem efusão pleural" por ambos os observadores em ambas as plataformas de visualização .....	34
Figura 5 - Curva ROC construída para avaliar a acurácia da interpretação radiográfica torácica do primeiro avaliador .....	35
Figura 6 - Curva ROC construída para avaliar a acurácia da interpretação radiográfica torácica do segundo avaliador.....	36



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Resultados dos observadores 1 e 2 na interface JPEG/ smartphone em comparação com o diagnóstico .....	36
Tabela 2 - Resultados dos observadores 1 e 2 na interface DICOM/monitor padrão em comparação com o diagnóstico .....	36
Tabela 3 - Resultados dos observadores 1 e 2 na interface JPEG/Notebook em comparação com o diagnóstico .....	37



## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Sinais de Roentgen de Efusão Pleural.....	25
Quadro 2 - Termos descritivos usados para classificar os casos como tendo ou não efusão pleural.....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 OBJETIVO</b> .....	18
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	18
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
3.1 EFUSÃO PLEURAL EM CÃES E GATOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
3.1.1 Anatomia e fisiologia do espaço pleural.....	19
3.1.2 Fisiopatologia e etiologia da efusão pleural .....	21
3.1.3 Apresentação clínica .....	21
3.1.4 Diagnóstico da efusão pleural .....	22
3.1.4.1 Avaliação radiográfica .....	22
3.1.4.2 Outros métodos diagnósticos.....	25
3.2 A TELERRADIOLOGIA .....	26
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
4.1 LOCAL .....	29
4.2 ANIMAIS .....	29
4.3 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA .....	30
4.3.1 Obtenção das imagens e formato das avaliações.....	30
4.3.2 Avaliadores .....	31
4.3.3 Modos de graduação .....	31
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
<b>5 RESULTADOS</b> .....	33
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO</b> .....	42

## 1 INTRODUÇÃO

É bastante conhecido o impacto positivo que os animais desempenham na vida do homem. Com esta relação cada vez mais próxima, cabe ao Médico Veterinário utilizar os melhores recursos a fim de garantir a saúde e a qualidade de vida dos animais. Dentre esses recursos, pode-se citar o diagnóstico por imagem, que tem importância fundamental na clínica de pequenos animais, auxiliando na determinação de diversas patologias, tratamentos e prognósticos.

A radiologia veterinária é uma das especialidades da medicina animal que mais tem se desenvolvido nos últimos anos. A ampliação do uso de aparelhos digitais junto ao aprimoramento dos profissionais que atuam nesta área vem proporcionando diagnósticos cada vez mais precisos.

Na medicina, a tecnologia associada à radiologia já vem sendo utilizada há muitos anos, por meio da telerradiologia, que consiste na prática da radiologia a distância, ou seja, é baseada na transmissão de imagens de exames, sua interpretação e elaboração de laudos de forma eletrônica (LIMA, SANTOS, MONTEIRO, 2013).

No diagnóstico baseado em imagens, os radiologistas normalmente interagem com uma estação de trabalho padrão com monitores de vídeo especialmente projetados e calibrados para interpretar exames de imagem. Tais ambientes convencionais de análise de imagem foram desenvolvidos para usuários treinados em imagem digital. Essa realidade dificulta o acesso e compreensão dos exames por outros especialistas. Além disso, um especialista muitas vezes não está disponível nas clínicas e hospitais para interpretar as imagens assim que forem fornecidas. Assim, um visualizador móvel se torna importante e permite a visualização das imagens de forma imediata por radiologistas, sem a necessidade de estar em uma estação de trabalho convencional (VENSON, et. al., 2018).

O exame radiográfico é comumente utilizado na rotina da medicina veterinária, pois se encontra de fácil acesso, sendo assim é uma ferramenta fundamental para diagnosticar as mais diversas patologias, principalmente as que envolvem a cavidade torácica, como a efusão pleural (THRALL, 2018). A efusão pleural é o acúmulo anormal de líquido dentro da cavidade torácica, mais especificamente no espaço pleural (HAWKINS, 2015). É uma anormalidade comum na espécie felina e pode representar a manifestação sutil de uma doença grave ou uma emergência médica (SIMÕES, KANAYAMA, 2015).

Nestes casos a telerradiologia se torna uma forte aliada, pois o diagnóstico de

efusão pleural é passível de consulta externa, especialmente após o expediente ou aos finais de semana, fornecendo uma base para uma consulta inicial entre o radiologista e o médico veterinário que está realizando o atendimento clínico no local. Estas consultas beneficiam os residentes e os médicos de emergência, fornecendo feedback imediato e, potencialmente, melhorando o resultado para o paciente (NOEL, et al., 2016).

As principais críticas para estas avaliações externas são direcionadas principalmente à degradação da imagem em relação à sala de visualização radiográfica e aos monitores padrão. Diante disso, torna-se fundamental verificar se existe confiabilidade nestas avaliações à distância, por exemplo, por meio de smartphones.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste estudo foi verificar a confiabilidade da avaliação radiográfica de efusão pleural em cães e gatos quando as imagens são visualizadas em diferentes formatos, com a utilização de três dispositivos distintos e em locais com diferentes luminosidades.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

Este estudo apresentou como único objetivo específico verificar se a diferença entre o grau de experiência dos dois avaliadores causaria influência no resultado final.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico a seguir apresenta uma abordagem sobre os principais tópicos e conceitos envolvidos neste estudo. Dessa forma o leitor pode se situar em relação ao tema central desta dissertação, e com isso, compreender a necessidade e justificativa da sua elaboração.

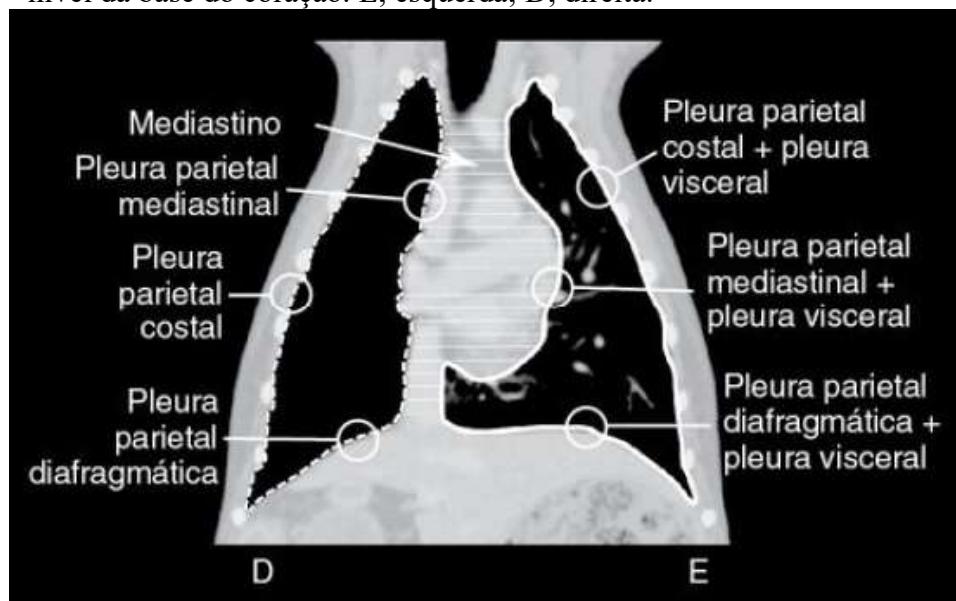
#### 3.1 EFUSÃO PLEURAL EM CÃES E GATOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

##### 3.1.1 Anatomia e fisiologia do espaço pleural

A pleura é uma fina membrana serosa composta principalmente por dois elementos: o mesotélio e o tecido conjuntivo, que contém artérias, veias, capilares e vasos linfáticos (LUDWIG, SIMPSON, HAN, 2011). Existem dois sacos pleurais, um no lado direito e outro no lado esquerdo. Cada saco pleural tem componentes parietais (mediastinal, diafragmático, costal) e viscerais. A pleura visceral reveste o parênquima pulmonar. Das camadas pleurais parietais, a pleura parietal costal reveste na parte interna da caixa torácica, a pleura parietal diafragmática recobre o diafragma e a pleura parietal mediastinal forma os limites do espaço mediastinal, dividindo o tórax em uma metade esquerda e direita, conforme demonstrado na Figura 1 (THRALL, 2018).

O espaço mediastínico divide as duas cavidades pleurais em esquerda e direita, encontrando-se neste o pericárdio, a porção torácica do esôfago, a aorta, a veia cava caudal, a traqueia e o ducto torácico (REECE e ROWE, 2017). Existe controvérsia, tanto no cão como no gato, se realmente as duas formam estruturas completamente divididas em direita e esquerda, não permitindo o movimento de fluido de um lado para o outro, ou se comunicam entre si (EPSTEIN, 2014).

Figura 1 - Imagem de tomografia computadorizada em plano dorsal de um tórax canino no nível da base do coração. E, esquerda; D, direita.



Fonte: Adaptado de Thrall (2018).

O espaço entre a pleura visceral e parietal se denomina espaço pleural (THRALL, 2018). Em condições fisiológicas uma pequena quantidade de líquido seroso se acumula (5 a 10 ml), dentro do espaço pleural, que lubrifica as estruturas intratorácicas, durante o movimento respiratório (MURGIA, 2014; SIMÕES E KANAYAMA, 2015).

A formação do líquido pleural ocorre pela filtração dos capilares sanguíneos da pleura parietal para o espaço pleural, devido à interação dos gradientes de pressão hidrostática e pressão oncotica entre os capilares sanguíneos das pleuras parietal e visceral e a cavidade pleural (forças de Starling) (AGOSTONI e ZOOCHI, 2007).

Quanto à taxa de filtração e reabsorção de fluido, enquanto a pressão oncotica é semelhante na pleura visceral e parietal, sendo mediada pela osmolaridade sanguínea, a pressão hidrostática difere entre as pleuras. É consideravelmente menor na visceral, o que aliado ao fato de ter uma maior vascularização, determina o seu importante papel na reabsorção do fluido pleural, impedindo a sua acumulação. Desta forma, a pleura visceral é determinante na taxa de filtração, na medida em que as taxas de reabsorção e filtração se aproximam, permitindo estabelecer uma importante homeostasia que, em condições fisiológicas, evita a acumulação de fluido na cavidade (SAUVÉ, 2015).

### 3.1.2 Fisiopatologia e etiologia da efusão pleural

Existem vários mecanismos que causam alteração no equilíbrio entre a taxa de filtração e reabsorção da cavidade pleural, como o aumento da pressão hidrostática nos capilares sanguíneos, a diminuição da pressão oncotica no plasma (por exemplo, causada por hipoalbuminemia), o aumento da permeabilidade vascular e distúrbios na drenagem linfática (MURPHY e PAPASOULIOTIS, 2011).

Se por uma qualquer causa, a taxa de filtração for superior à taxa de reabsorção, decorre uma acumulação de líquido na cavidade pleural, desenvolvendo-se uma efusão pleural (DEMPSEY e EWING, 2011).

As condições mais frequentemente encontradas em associação ao acúmulo de líquido pleural nos gatos são quilotórax (idiopático ou secundário à drenagem linfática diminuída), piotorax (séptico), neoplasia intratorácica (principalmente, linfoma mediastinal), cardiomiopatia hipertrófica e peritonite infecciosa felina (PIF). Em cães, as causas mais frequentes são piotorax, efusão pericárdica idiopática, presença de massas no mediastino cranial, quilotórax (principalmente idiopático) secundário à metástase pulmonar e cardiomiopatia dilatada (SIMÕES e KANAYAMA, 2015).

Existe ainda outro tipo de fluido que é classificado como efusão hemorrágica, que pode ocorrer devido a coagulopatias, trauma ou neoplasia (MURPHY e PAPASOULIOTIS, 2011).

### 3.1.3 Apresentação clínica

As manifestações clínicas associadas à efusão pleural variam em função da etiologia, da rapidez do acúmulo e do volume do líquido. A maioria dos animais não demonstra sintomas até que ocorra significativo prejuízo à ventilação. Na efusão pleural, a intolerância ao exercício é um sintoma precoce, mas, com a progressão da doença, ocorre desconforto respiratório evidente (SIMÕES e KANAYAMA, 2015).

Os sinais respiratórios causados pela doença pleural resultam da interferência com a expansão normal dos pulmões. Alterações no exame físico que auxiliam na localização do espaço pleural como a causa do comprometimento respiratório incluem aumento da frequência respiratória e diminuição dos sons pulmonares à auscultação. Com maior comprometimento, são vistos movimentos abdominais mais evidentes durante a respiração.

O esforço respiratório deve ser maior durante a inspiração comparada à expiração, mas esse achado nem sempre é óbvio. Respiração paradoxal se refere ao padrão respiratório no qual a parede abdominal é “sugada” durante a inspiração. Respiração paradoxal foi associada a distúrbios pleurais em cães e gatos em angústia respiratória (LEBOEDEC et al., 2012).

A apresentação clínica do paciente e as alterações denotadas no exame físico conduzem à suspeita de efusão pleural. Após a estabilização do paciente, idealmente deve ser realizada a radiografia torácica para confirmar a presença de efusão pleural e posteriormente realizada a toracocentese para colheita e análise do líquido pleural. Porém, consoante o estado do paciente, por vezes existe a necessidade de efetuar primeiramente a toracocentese (PROSEK, 2017).

### **3.1.4 Diagnóstico da efusão pleural**

A efusão pleural deve ser interpretada pelo médico veterinário como um sinal clínico e não como um diagnóstico. A busca da causa de base deve ser prioridade, a fim de que se possa estabelecer o tratamento e o prognóstico. A presença de efusão pleural em um cão ou gato é normalmente confirmada por radiografia torácica, ultrassonografia torácica ou toracocentese (HAWKINS, 2015).

#### *3.1.4.1 Avaliação radiográfica*

A pleura normal geralmente não é visibilizada radiograficamente. Às vezes, finas linhas pleurais são visualizadas radiograficamente entre os lobos pulmonares. Essas finas linhas pleurais podem ser observadas se o feixe de raios X atingir uma pleura interlobar normal exatamente de frente, resultando na absorção de uma quantidade suficiente de raios X para que possa ser visibilizada, ou se a pleura estiver ligeiramente espessada. A determinação radiográfica se finas linhas pleurais isoladas são normais ou se são causadas por leve espessamento é impossível. Em ambos os casos, este achado geralmente não tem significado clínico. Quando o espessamento pleural é acentuado, linhas pleurais maiores podem ser visibilizadas entre os lobos pulmonares. Com fibrose pleural, a visualização radiográfica de certas fissuras interlobares depende de quais delas foram atingidas tangencialmente pelo feixe de raios X. Isso varia com a posição do paciente em relação ao feixe de raios X (THRALL, 2018).

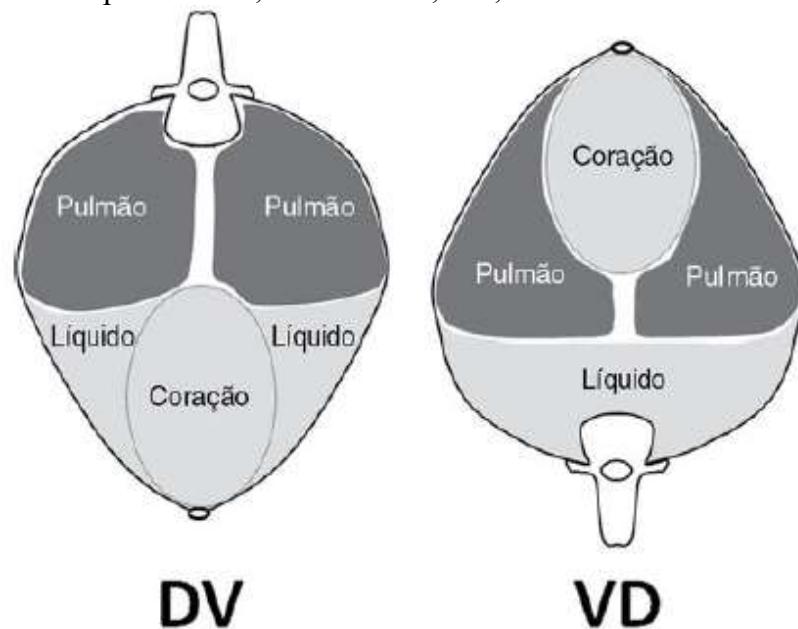
Podem ser realizadas três tipos de projeções: a projeção latero-lateral (LL), a projeção dorsoventral (DV) e a projeção ventrodorsal (VD) (LYNCH et al., 2012; ROZANSKI, 2017). Uma vez que a pleura normalmente não pode ser vista em radiografias, se linhas pleurais forem vistas, radiografias com feixe horizontal, além da série padrão de três incidências, podem ajudar a diferenciar o espessamento pleural do derrame pleural porque as projeções verticais do feixe são limitadas pela sobreposição de fluido e estruturas de tecidos moles (ALLEN e BUCKLEY, 2020).

Baral (2016) sugere que a primeira incidência radiológica seja dorsoventral com o paciente apoiado sobre os cotovelos, assim o paciente sofre menos estresse diminuindo a possibilidade de descompensação durante o exame. Após a estabilização outras projeções podem ser realizadas.

O fluido presente no espaço pleural apresenta uma distribuição diferente de acordo com a projeção realizada. É importante notar que a aparência radiográfica da efusão pleural nas radiografias VD *versus* DV pode ser muito diferente. Nas radiografias DV, o fluido grava ventralmente e causa apagamento da borda cardíaca. Já nas radiografias VD, geralmente a efusão pleural não omite a silhueta cardíaca porque o fluido está no aspecto dorsal do tórax, onde não faz contato com o coração e, portanto, não causa apagamento da sua borda, conforme demonstrado na figura 2 (THRALL, 2018).

Os sinais radiográficos também podem divergir conforme a quantidade de fluido presente. Assim sendo, em efusões pleurais em que a quantidade de fluido não é muito significativa podem apenas ser visualizadas fissuras interlobares na projeção DV e LL. Em efusões pleurais em que a quantidade de fluido é moderada, a retracção dos lobos pulmonares é observada em todas as projeções (THRALL, 2018; ALLEN e BUCKLEY, 2020).

Figura 2 - Diagrama do efeito do decúbito dorsal *versus* ventral na aparência radiográfica da efusão pleural. DV, dorsoventral; VD, ventrodorsal.



Fonte: Adaptado de Thrall (2018).

As alterações radiográficas associadas à efusão pleural dependem do volume de fluido, da posição do animal em relação ao feixe de raios X e da distribuição do fluido (se está livre ou localizado). Não existem critérios radiográficos que permitam diferenciar um exsudato de um transudato. As alterações radiográficas associadas à efusão pleural são as mesmas, independentemente do tipo de fluido, já que nem a sua distribuição nem a sua radiopacidade são confiavelmente relacionadas à causa (THRALL, 2018). Os sinais radiográficos do líquido livre pleural estão listados no Quadro 1.

A efusão pleural geralmente está igualmente distribuída entre os espaços pleurais esquerdo e direito. Alguns pacientes, porém, têm uma distribuição assimétrica do fluido. As causas para a existência do fluido pleural unilateral ou assimétrico incluem uma diferença na complacência entre os lobos pulmonares, o fechamento das fenestrações mediastinais, devido à inflamação ou massa. O piotórax é uma causa comum de efusão pleural unilateral ou assimétrica por conta da natureza viscosa do exsudato, mas outros tipos de fluido também podem ser assimétricos (THRALL, 2018).

Quadro 1 - Sinais de Roentgen de Eefusão Pleural.

## Sinais de Roentgen de Eefusão Pleural

Fissuras interlobares alargadas e com radiopacidade de tecido mole
Retração da superfície pleural do pulmão afastando-se da superfície pleural da parede torácica, com radiopacidade de tecido mole interposta
Aumento da radiopacidade de tecido mole apresentando margens com recortes curvos dorsalmente ao esterno
Perda da definição da silhueta cardíaca
Perda da definição diafragmática
Arredondamento dos sulcos costofrênicos

Fonte: Adaptado de Thrall (2018).

### 3.1.4.2 Outros métodos diagnósticos

A ultrassonografia é uma ferramenta valiosa para a avaliação de pacientes com eefusão pleural. Se o equipamento estiver disponível no local, animais em condições críticas podem ser submetidos à avaliação ultrassonográfica com estresse mínimo tanto para confirmar a presença de líquido como para direcionar a colocação da agulha para toracocentese (HAWKINS, 2015). É um exame complementar de diagnóstico bastante útil na investigação da etiologia subjacente, visto que possibilita a identificação de estruturas intratorácicas e, quando presentes, a sua citologia através de punção aspirativa por agulha fina (PAAF) ecoguiada, permitindo deste modo obter um diagnóstico definitivo (BEATTY e BARRS, 2010; HECHT e PENNINCK, 2015).

A tomografia computorizada é uma ferramenta útil quando a radiologia e a ecografia não permitiram alcançar o diagnóstico (OHLERTH, KIRCHER, POSCH, 2014). Com a tomografia computorizada é possível avaliar toda a cavidade torácica, avaliar a existência de massas, mediastínicas ou em outros órgãos da cavidade torácica, avaliando o volume de líquido ou ar que pode estar acumulado (OHLERTH, KIRCHER, POSCH, 2014; ALLEN e BUCKLEY, 2020).

Qualquer quantidade de eefusão pleural é clinicamente significativa e tentativas para se obter um diagnóstico definitivo devem ser feitas. Quando uma eefusão pleural for identificada, a toracocentese e a análise apropriada do líquido devem ser consideradas (THRALL, 2018). A toracocentese é um procedimento terapêutico e diagnóstico. Possibilita a colheita do líquido pleural e posteriormente a sua avaliação (SANTOS e

MARCOS, 2011).

O derrame pleural é uma consequência comum de vários processos fisiopatológicos subjacentes em cães e gatos. Frequentemente, é necessária uma abordagem diagnóstica completa para determinar a doença subjacente e, subsequentemente, orientar as opções de tratamento e o prognóstico geral (ALLEN e BUCKLEY, 2020).

### 3.2 A TELERRADIOLOGIA

O início da telerradiologia ocorreu nos Estados Unidos em 1972. Entre 1972 e 1975, a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) implementou um projeto de telerradiologia na reserva indígena Papago, no Arizona, onde uma van equipada com um aparelho de raios-X foi conectada a equipe médica do “*Public Health Service Hospital*”. Alguns outros projetos foram timidamente desenvolvidos, mas interrompidos por suspensão dos financiamentos (LEE, 1999; NOBRE et al., 2007).

Na década de 90, a telerradiologia mudou drasticamente, principalmente em virtude da introdução de ferramentas de comunicação de baixo custo como a Internet, melhorias no custo-benefício (preço *versus* desempenho) dos computadores, entre outros (EL KHOURY, 2003; NOBRE et al., 2007).

No Brasil as ações em telerradiologia vêm sendo realizadas, progressivamente, desde a década de 90, mas se intensificando nos últimos anos. Um país com dimensões continentais demanda soluções em telemedicina, sobretudo para áreas remotas (LIMA, SANTOS, MONTEIRO, 2013).

Em medicina veterinária o primeiro sistema de telerradiologia foi desenvolvido em 1994. Esse sistema utilizava a tecnologia modem para modem e transmitia imagens em formato JPEG de uma clínica veterinária a um radiologista para interpretação. Apenas um caso de cada vez podia ser transmitido e, geralmente, eram necessários 30 minutos ou mais para transmitir algumas radiografias e requeria uma linha telefônica. As imagens radiográficas analógicas eram convertidas para o formato digital usando um scanner de mesa ou uma câmera digital (1 a 3 megapixels). Nos próximos anos, a telerradiologia veterinária evoluiu devido ao avanço da tecnologia de computadores e da Internet. (POTEET, 2008).

O uso de dispositivos móveis está revolucionando a maneira como as pessoas se comunicam, interagem e organizam suas vidas. Com a radiologia se tornando cada vez mais digital, o uso de tais dispositivos na prática radiológica é inevitável. Quando os dados de

imagem são digitais, semelhantes a todas as outras informações digitais, não parece haver razão para que não sejam transmitidos através de uma rede para melhorar o atendimento ao paciente (PANUGHPATH, KALYANPUR, 2012).

A radiologia é uma das especialidades médicas com maior potencial em se beneficiar das aplicações de telemedicina. Atividades como o diagnóstico e a segunda opinião médica a distância (telediagnóstico e teleconsultoria, respectivamente), ou ainda a disponibilização de imagens e resultados de exames por intermédio da internet têm se tornado práticas cada vez mais comuns nessa nova realidade. As plataformas tecnológicas que permitem essas atividades estão hoje sendo progressivamente implantadas na rotina das clínicas radiológicas como parte de suas infraestruturas computacionais (NOBRE et al., 2007).

Como na medicina humana, uma das maiores vantagens da telerradiologia na medicina veterinária é que ela permite que os profissionais localizados remotamente (rurais ou de cidade pequena) tenham acesso direto a especialistas (POTEET, 2008). Outras vantagens incluem armazenamento dos dados em nuvem (eliminando a necessidade de espaço físico e papel, além da possibilidade de perda de exames); menor uso de filmes radiológicos, em virtude do arquivamento digital (redução da possibilidade de danificar as imagens e do impacto ambiental); compartilhamento (as informações podem ser compartilhadas com outros profissionais de saúde); segunda opinião (auxílio de outros especialistas a distância); agilidade (emissão rápida de laudos a distância); redução de custos, pois exames mais simples podem ser realizados por técnicos, com emissão de laudos a distância (FEITOSA, 2019).

O principal questionamento sobre a telerradiologia são as perdas que poderiam ocorrer devido à compressão necessária da imagem para o formato JPEG, para facilitar a transmissão da imagem via internet. São necessárias taxas de compressão de até 10:1 para obter uma redução significativa no tempo de transmissão (POTEET, 2008).

O formato de arquivo JPEG é uma forma de compactação de imagem irreversível (com perdas) que está amplamente disponível e permite a transmissão rápida de arquivos grandes. O grau em que a compactação degrada a qualidade da imagem depende em grande parte da taxa de compactação (BRISLAWN, QUIRK, 2003; POTEET, 2008).

Uma grande desvantagem é que depois que uma imagem é convertida em JPEG, o radiologista perde quase toda a capacidade de alterar digitalmente o brilho, o contraste ou a janela da imagem (POTEET, 2008). Já o DICOM é um protocolo de comunicação que os dispositivos de imagem usam para se comunicar, o padrão DICOM inclui um

protocolo de comunicação que permite que dispositivos fabricados por diferentes fornecedores se comuniquem entre si, trocando imagens digitais para que possam ser criadas, arquivadas, visualizadas ou impressas (WRIGHT et al, 2008). Devido ao grande tamanho de arquivo da maioria das imagens médicas, alguma forma de compactação é normalmente necessária (POTEET, 2008).

Numerosos estudos validaram o uso de dispositivos portáteis no diagnóstico radiográfico e tomográfico de doenças emergentes e não-emergentes em pessoas. Um estudo determinou que as imagens de TC interpretadas em um smartphone externo para pacientes com um diagnóstico inconclusivo de apendicite não diferiram significativamente dos relatórios internos (SEONG, KIM, LEE, 2014). Outro estudo concluiu que visualizar imagens de TC em smartphones pode ser útil para consultas emergenciais e triagem na avaliação diagnóstica e planejamento de tratamento de emergências aórticas agudas (CHOUDHRI, NORTON, CARR, 2013).

Um estudo realizado em medicina humana avaliou o efeito da compressão de 10:1 com perdas (JPEG) em radiografias torácicas, para avaliação de três anormalidades pulmonares (nódulos pulmonares, pneumotórax e doença pulmonar intersticial) e não encontraram diferença estatisticamente significante entre imagens JPEG comprimidas 10:1 e as radiografias não-comprimidas (BEALL, SHELTON, KINSEY, 2000).

Em Medicina Veterinária, poucos trabalhos foram realizados para validar o uso de dispositivos móveis (smartphones) e imagens compactadas (JPEG). Um estudo foi realizado com o objetivo de comparar a precisão das radiografias abdominais em duas interfaces de imagem (JPEG e DICOM) para o diagnóstico de obstrução mecânica do intestino delgado em cães e gatos, em que concluíram que a consulta de um especialista por meio de um smartphone fornece uma interface aceitável para o diagnóstico preciso da obstrução mecânica do intestino delgado em cães e gatos (NOEL et al., 2016).

A telerradiologia deve fugir de uma avaliação apenas maniqueísta, e ser cada vez mais difundida e amplamente utilizada, especialmente na medicina veterinária, aproveitando todos os benefícios que as novas técnicas, baseadas na internet podem oferecer. Agora, como nunca, a oportunidade de ser mais disponível e atingir um número cada vez maior de pacientes, oferecendo a eles um resultado mais objetivo, esclarecedor e de fácil acesso, com possibilidade de discussão dos casos mesmo a distância, mediante atendimento online ou videoconferência, permitindo análise das imagens em tempo real, disponibilizadas em computadores convencionais, tablets e smartphones conectados à internet, sem necessidade de instalação prévia de programas (NOBRE, 2017).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e, por tratar-se de um estudo retrospectivo, não houve necessidade de passar pela análise da comissão.

### 4.1 LOCAL

As avaliações radiográficas foram realizadas no setor de diagnóstico por imagem no Hospital de Clínicas Veterinárias “Lauro Ribas Zimmer” (HCV) do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV-UDESC).

### 4.2 ANIMAIS

As imagens radiográficas torácicas de cães e gatos foram selecionadas por meio de pesquisa nos registros médicos oriundos da rotina clínica do Hospital de Clínicas Veterinárias. Foram selecionados os pacientes admitidos no período entre 01 de julho de 2016 até 31 de agosto de 2019.

Foram incluídos neste estudo os animais que deram entrada no setor de atendimento clínico do HCV e foram encaminhados para o Setor de Diagnóstico por Imagem, tendo efusão pleural, como uma das suspeitas na requisição radiográfica.

Todos os animais que foram incluídos neste estudo estavam aptos para realizar o exame radiográfico. Alguns deles realizaram o procedimento de toracocentese previamente ao exame.

A confirmação do diagnóstico de efusão pleural foi realizada por meio dos achados do exame físico associados à avaliação radiográfica. Em alguns pacientes foi realizado o procedimento de toracocentese, com posterior análise do líquido, outros obtiveram a confirmação pelo exame *postmortem*, conforme descrito na ficha clínica.

As imagens foram selecionadas e identificadas por duas acadêmicas de medicina veterinária que faziam parte do programa de iniciação científica.

Os critérios de exclusão incluíram pacientes que não apresentavam pelo menos duas radiografias ortogonais com posicionamento e exposição adequados. Radiografias que não incluíram a entrada torácica, diafragma, coluna vertebral e esterno também foram excluídas do estudo.

## 4.3 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA

### 4.3.1 Obtenção das imagens e formato das avaliações

Todas as radiografias torácicas incluídas neste estudo foram obtidas no aparelho LOTUS-X HF500M DR (Lotus Healthcare®). A técnica radiográfica utilizada variou dependendo da espessura torácica, escore corporal e padrão respiratório, mas sempre seguiu as recomendações da literatura (THRALL, 2018). Foram preconizadas as projeções lateral direita, lateral esquerda e ventrodorsal.

As imagens com formato DICOM foram localizadas por meio do número da ficha de cada paciente e visualizadas através do programa padrão utilizado no HCV, o QXviewer, pelo qual é possível utilizar as mais diversas ferramentas que o sistema dispõe, como zoom, alterações em brilho, entre outras, que o avaliador julgasse necessário. O monitor utilizado para esta etapa das avaliações era um monitor clínico de alta resolução (Eonis MDRC 2122 BL, 22 polegadas, taxa de contraste 1000:1, resolução 2MP - 1920 x 1080 - Barco®), localizado na sala de interpretação radiográfica com baixa luminosidade, do setor de diagnóstico por imagem do HCV.

O segundo formato de imagem utilizado foi o JPEG, estas imagens foram selecionadas e enviadas previamente para um e-mail e visualizadas em um notebook (Samsung ATIV NP370E4K, tela de 35,6 cm – 14 polegadas, com resolução de 1366 x 768 pixels - Samsung®). Esta etapa da avaliação foi feita na sala de laudos do HCV, com baixa luminosidade.

O terceiro formato de imagem utilizado também foi o JPEG. Para obtenção destas imagens foi utilizada a câmera do próprio aparelho smartphone (Samsung J7 prime, com tela de 5.5 polegadas, resolução de 1920 x 1080 pixels, câmera de 13 megapixels com uma resolução de 4160 x 3120 - Samsung®), com as imagens abertas no programa QXviewer, no monitor clínico, foram realizadas fotografias com o smartphone da tela do monitor. Estas imagens ficaram armazenadas no próprio aparelho para avaliação posterior, que foi realizada durante o dia, em um ambiente externo com alta luminosidade.

Um total de 100 pacientes foram selecionados, sendo avaliados nos três formatos já descritos, totalizando 300 estudos radiográficos torácicos. As avaliações foram

realizadas no período de 10 dias, obtendo um total de 30 avaliações por dia. Cada conjunto diário de exames radiográficos torácicos consistia em interfaces aleatórias (smartphone, notebook e monitor clínico) e resultados (com e sem efusão pleural).

#### 4.3.2 Avaliadores

Todas as imagens foram revisadas por dois avaliadores, os mesmos não foram informados sobre nenhum detalhe do histórico do paciente.

Os dois avaliadores possuíam diferentes graus de experiência em diagnóstico por imagem, sendo o primeiro avaliador (Av1) com experiência na área de ultrassonografia veterinária, com conhecimento básico na área de radiologia. Já o segundo avaliador (Av2) com pelo menos dois anos de experiência na área de radiologia, estava concluindo o período final da residência em Diagnóstico por Imagem do Programa de Residência em Medicina Veterinária do Centro de Ciências Agroveterinárias da UDESC.

#### 4.3.3 Modos de graduação

Cada revisor classificou sua confiança em sua decisão de confirmar ou descartar um diagnóstico de efusão pleural usando uma pontuação pré-estabelecida (Quadro 2). Essa nota foi utilizada para fazer a comparação entre os observadores e também para a comparação com o diagnóstico final de cada caso. Os casos classificados como graus 0 e 1 foram considerados negativos para efusão, enquanto 2 a 4 foram considerados positivos para efusão para fins analíticos.

Quadro 2 - Termos descritivos usados para classificar os casos como tendo ou não efusão pleural.

Grau	Definição
0	<b>Definitivamente sem efusão pleural</b>
1	<b>Provavelmente sem efusão pleural</b>
2	<b>Indeterminado</b>
3	<b>Provavelmente com efusão pleural</b>
4	<b>Definitivamente com efusão pleural</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

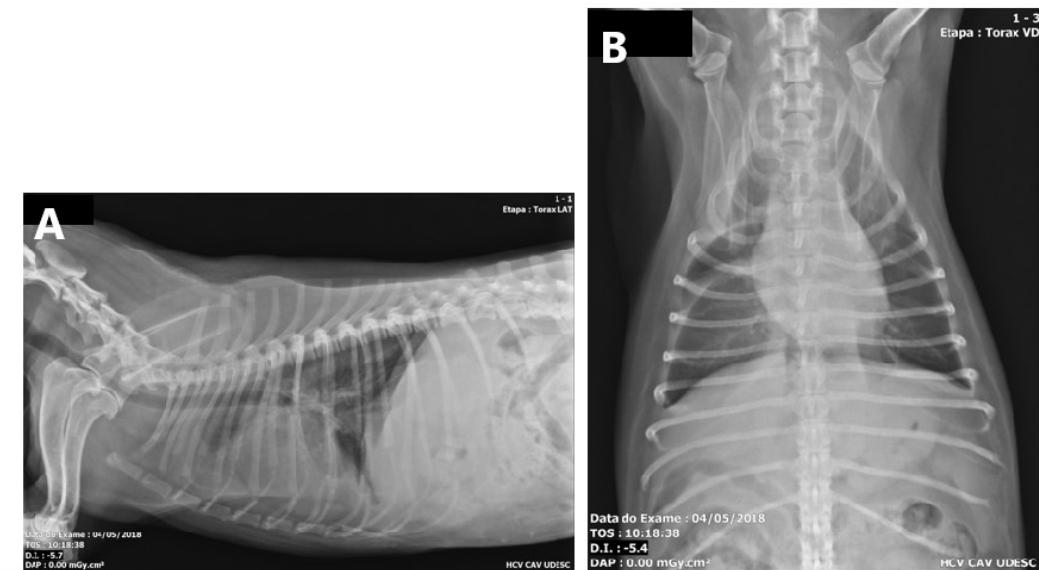
Para análise estatística foram geradas as curvas ROC (*receiver operator characteristic curve*) para cada combinação de interface revisor-imagem e a área sob a curva (AUC) foi calculada para determinar a acurácia. As AUC foram comparadas entre as interfaces.

Os dados foram tabulados em planilhas do programa Excel e analisados no programa R Core Team (2019). As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando valor de  $P < 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

A população total da amostra foi composta por 100 animais, 70 cães e 30 gatos. Um total de 85 animais (60 cães e 25 gatos) apresentaram resultado positivo para efusão pleural (Figura 3) e 15 animais (10 cães e 5 gatos) foram diagnosticados com outras alterações respiratórias (Figura 4).

Figura 3 - Radiografia torácica em decúbito lateral direito (A) e ventrodorsal (B) de um cão com efusão pleural, que foi corretamente classificada por ambos os observadores em ambas as plataformas de visualização.

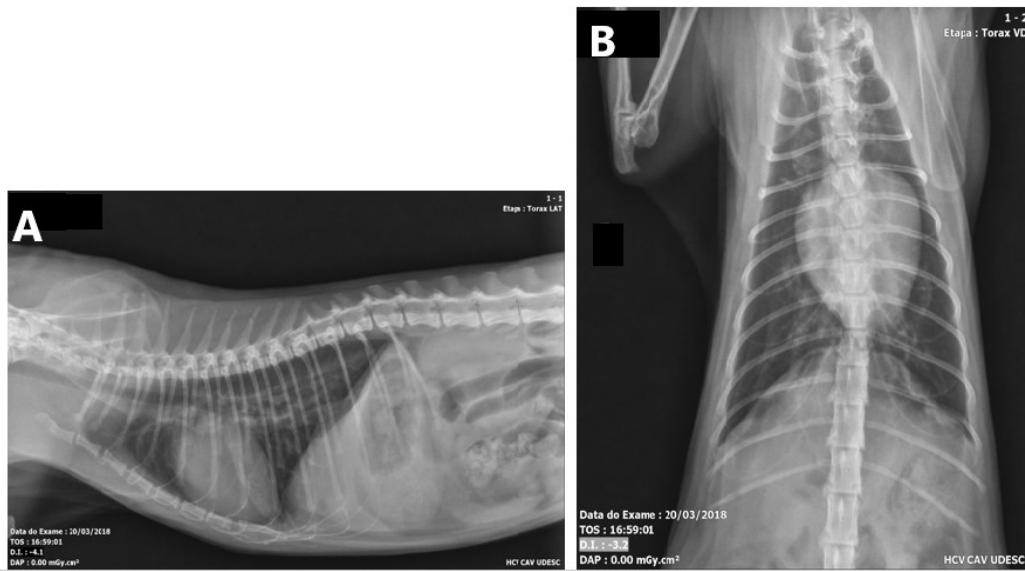


Fonte: Setor diagnóstico por imagem HCV.

As alterações radiográficas encontradas nos animais negativos para efusão pleural foram: pneumopatia broncointersticial (12 animais); pneumotórax, pneumopatia alveolar e cardiomegalia (3 animais em cada); hiperinsuflação pulmonar, bronquiectasia, colapso de traqueia e atelectasia (1 animal em cada). Alguns animais apresentaram as alterações citadas de forma concomitante.

Nos pacientes positivos para efusão pleural, a idade mediana para cães foi 12 anos (variação: 0,25 a 19 anos) e para gatos foi 2 anos (variação: 0,4 a 18 anos). Em relação ao sexo, dentre os 60 cães positivos, 35 (58%) eram fêmeas e 25 (42%) machos, nos 25 gatos positivos, 11 (44%) eram fêmeas e 14 (56%) machos. Dentro do estudo a maioria dos animais não tinha raça definida (SRD), considerando-se apenas os animais positivos, 85% dos cães e 68% dos gatos eram SRD.

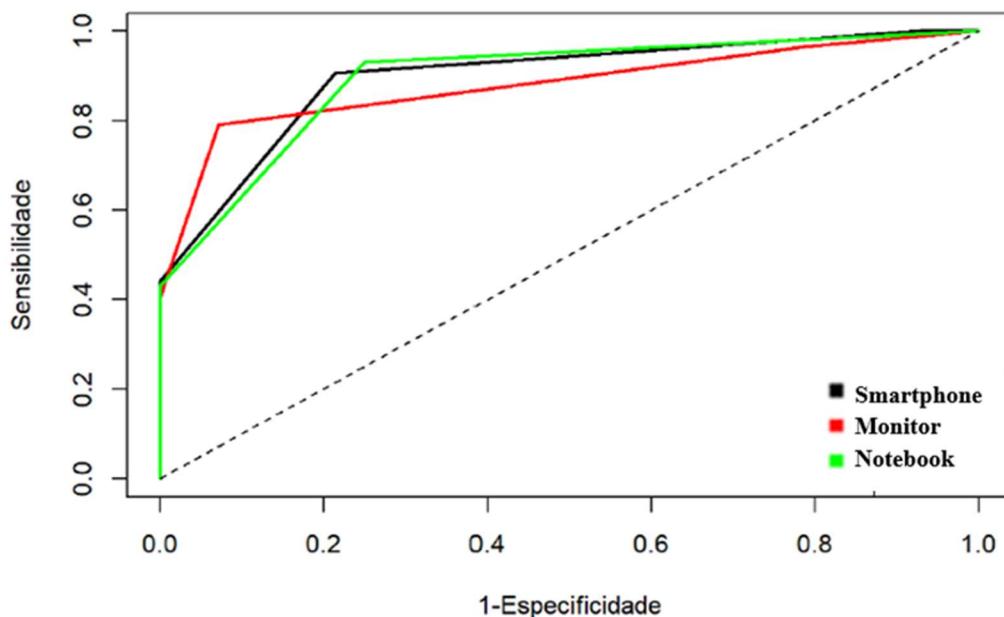
Figura 4 - Radiografia torácica em decúbito lateral direito (A) e ventrodorsal (B) de um gato com cardiomegalia, que foi classificada corretamente como "definitivamente sem efusão pleural" por ambos os observadores em ambas as visualizações.



Fonte: Setor diagnóstico por imagem HCV.

A área sob a curva ROC (AUC) para o primeiro avaliador (Av1), com menor experiência, foi de 0,897 para o formato JPEG visualizado por meio de smartphone, correspondendo a uma acurácia de 89,7% (Intervalo de Confiança- IC 95%: 0,825 – 0,969). Este mesmo revisor teve uma AUC de 0,895 para JPEG visualizado pelo computador, correspondendo a uma acurácia de 89,5% (IC 95%: 0,815 – 0,974). Para o formato DICOM visualizado em monitor clínico a AUC foi de 0,880, correspondendo a uma acurácia de 88% (IC 95%: 0,814 – 0,947). A acurácia destas três interfaces não apresentou diferença estatística para Av1 ( $P= 0,0841$ ). Estes resultados estão resumidos na figura 5.

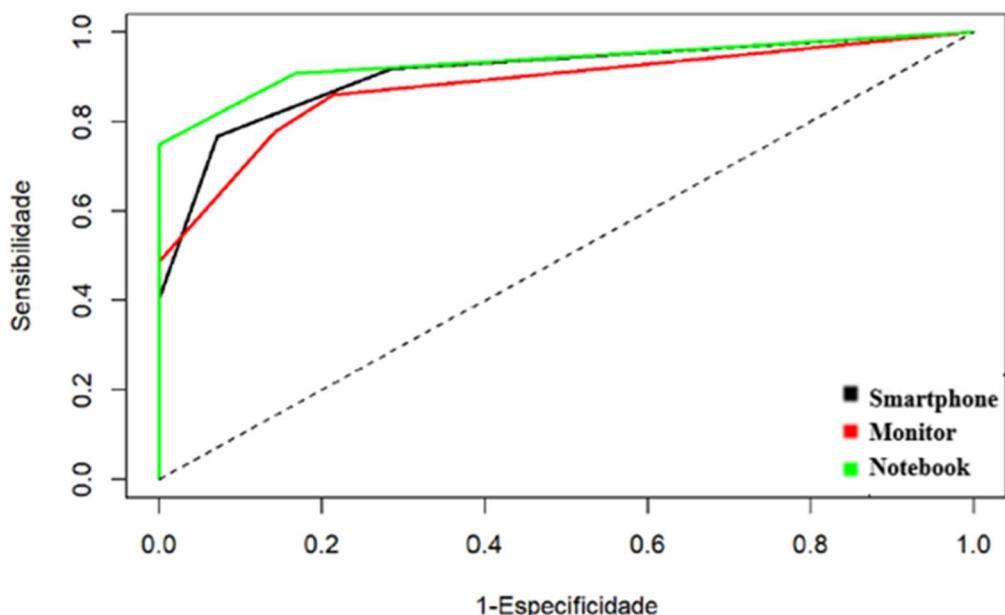
Figura 5 - Curva ROC construída para avaliar a acurácia da interpretação radiográfica torácica do primeiro avaliador.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Para o segundo avaliador, com maior experiência, a AUC foi de 0,908 para o formato JPEG visualizado por meio de smartphone, correspondendo a uma acurácia de 90,8% (Intervalo de Confiança- IC 95%: 0,842 – 0,974). Este mesmo revisor teve uma AUC de 0,934 para JPEG visualizado no computador, correspondendo a uma acurácia de 93,4% (IC 95%: 0,889 – 0,978). Para o formato DICOM visualizado em monitor clínico a AUC foi de 0,880, correspondendo a uma acurácia de 88% (IC 95%: 0,809 – 0,951). Não houve diferença estatística entre os três formatos para Av2 ( $P= 0,9244$ ). Estes resultados estão apresentados na figura 6.

Figura 6 - Curva ROC construída para avaliar a acurácia da interpretação radiográfica torácica do segundo avaliador.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As tabelas 1 a 3 mostram as comparações dos observadores com o diagnóstico final nas três interfaces de visualização diferentes. A sensibilidade e especificidade de cada observador com as interfaces também é demonstrado.

Tabela 1 - Resultados dos observadores 1 e 2 na interface JPEG/ smartphone em comparação com o diagnóstico. Esp: especificidade. Sen: sensibilidade.

Diagnóstico	Avaliador 1			Avaliador 2		
	Não-Efusão	Efusão	Total	Não-Efusão	Efusão	Total
<b>Não-Efusão</b>	12	8	20	14	20	34
<b>Efusão</b>	3	77	80	1	65	66
<b>Total</b>	15	85	100	15	85	100
	Esp: 0,79	Sen: 0,91		Esp: 0,93	Sen: 0,77	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Tabela 2 - Resultados dos observadores 1 e 2 na interface DICOM/monitor padrão em comparação com o diagnóstico. Esp: especificidade. Sen: sensibilidade.

Diagnóstico	Avaliador 1			Avaliador 2		
	Não-Efusão	Efusão	Total	Não-Efusão	Efusão	Total
<b>Não-Efusão</b>	14	18	32	13	19	32
<b>Efusão</b>	1	67	68	2	66	68
<b>Total</b>	15	85	100	15	85	100
	Esp: 0,93	Sen: 0,79		Esp: 0,86	Sen: 0,78	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Tabela 3 - Resultados dos observadores 1 e 2 na interface JPEG/Notebook em comparação com o diagnóstico. Esp: especificidade. Sen: sensibilidade.

Diagnóstico	Avaliador 1			Avaliador 2		
	Não-Efusão	Efusão	Total	Não-Efusão	Efusão	Total
<b>Não-Efusão</b>	12	4	16	15	20	35
<b>Efusão</b>	3	81	84	0	65	65
<b>Total</b>	15	85	100	15	85	100
	Esp:0,75	Sen: 0,93		Esp: 1,0	Sen: 0,74	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Paras as imagens visualizadas por meio de smartphone, os avaliadores concordaram em 69/85 casos com efusão e em 12/15 casos sem efusão. Para as avaliações por notebook, a concordância foi de 69/85 para efusão e 13/15 sem efusão. Por fim, nas avaliações em monitor clínico, os avaliadores foram concordantes em 68/85 positivas para efusão e em 14/15 negativas.

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados revelaram que não houve diferença estatística entre as três interfaces de imagem para cada avaliador, sendo compatíveis com outros estudos semelhantes na medicina veterinária, um deles que investigou casos de suspeita de obstrução do intestino delgado em cães e gatos, por meio de exame radiográfico, e também obteve a conclusão que o tamanho da tela (monitor padrão e smartphone) e o tipo da imagem (DICOM x JPEG) não afetou o diagnóstico final (NOEL et al., 2016).

O uso de dispositivos portáteis em medicina humana é amplamente estudado. Matar et al. (2015) conduziram um estudo com objetivo de determinar a precisão diagnóstica de um dispositivo portátil (Iphone 5) em comparação com estações de trabalho convencionais para diagnosticar emergências cardiovasculares com imagens de tomografia computadorizada. Os autores obtiveram como conclusão, que o uso destes dispositivos portáteis pode ser uma ferramenta útil para auxiliar no diagnóstico e triagem de pacientes que apresentam emergências cardiovasculares. O que é equivalente aos resultados deste estudo, que demonstrou que o tamanho da tela de visualização das imagens não afetou o diagnóstico final.

Outro estudo em medicina humana avaliou a precisão da leitura da angiografia por TC coronariana usando um iPad em comparação com estações de trabalho 3D padrão, para avaliação de estenose e identificação de anomalias coronárias. A leitura dos exames no iPad não teve influência na avaliação em comparação com a estação de trabalho clínica padrão (ZIMMERMAN et. al., 2016).

Stahl et al. (2019) avaliaram a confiabilidade dos aplicativos de mensagens instantâneas baseados em smartphones para a avaliação de traumas pediátricos de membros, em comparação com o método padrão de visualização. Imagens radiográficas foram capturadas e transmitidas pelo aplicativo de mensagens instantâneas Whatsapp em um smartphone (iPhone 6). Os autores concluíram que smartphones são confiáveis e uma ferramenta poderosa para médicos em departamentos de emergência, clínicas de atenção primária ou centros médicos remotos.

Outra pesquisa também buscou avaliar a confiabilidade do aplicativo WhatsApp em comparação às imagens visualizadas em um monitor de estação de trabalho (padrão ouro) para a identificação e interpretação de imagens radiográficas de patologias mandibulares. Os pesquisadores concluíram que a consulta em telerradiologia especializada baseada no WhatsApp pode ser uma alternativa adequada e eficaz para

interpretações radiográficas (MADI et al., 2021).

A compactação JPEG típica funciona bem com e-mail porque há um alto grau de compactação e, subsequentemente, perda irreversível de dados de imagem, o que, por sua vez, pode levar a um diagnóstico incorreto. Depois que uma imagem é convertida em JPEG, o radiologista perde quase toda a capacidade de alterar digitalmente o brilho, o contraste ou o janelamento da imagem. Por esse motivo, a compactação JPEG e as imagens de e-mail não são recomendadas (POTEET, 2008). No entanto, com base neste estudo, a interpretação rápida quanto à presença ou ausência de efusão pleural em cães e gatos, não foi influenciada mesmo com a perda deste detalhamento.

Em uma análise recente em medicina veterinária foi realizada a comparação entre a precisão das radiografias torácicas analisadas em formato JPEG e DICOM para identificar edema pulmonar cardiogênico em cães. Os autores concluíram que não houve diferença significativa no diagnóstico final, utilizando o formato JPEG em smartphone (JOJIMA et al., 2019). Resultados estes que concordam com os encontrados neste estudo.

Dentro da pesquisa realizada por este autor, ainda não há na medicina veterinária estudos em que são analisadas imagens JPEG obtidas por meio de uma câmera de smartphone para fotografar diretamente da tela de um computador. Segundo Jojima et al. (2019), tirar fotos de imagens digitais com uma câmera de smartphone teria um impacto negativo na qualidade da imagem e prejudicaria a precisão do diagnóstico e não é recomendada como um método de transferência de imagens digitais para visualização remota. Contudo, pelos resultados obtidos neste estudo, utilizar este tipo de avaliação não apresentou diferença estatística das avaliações no formato DICOM, na estação de trabalho padrão.

Nenhuma diferença relevante entre os avaliadores foi identificada, indicando que uma precisão aceitável é alcançada quando um radiologista mais experiente e um médico veterinário com experiência básica na radiologia avaliam radiografias torácicas para detectar efusão pleural. Resultados semelhantes foram observados por Noel et al. (2016), entretanto, nesse estudo o grau de experiência entre os dois avaliadores era mais amplo, um avaliador possuía 10 anos de treinamento pós-residência e outro 1 ano de residência, e mesmo com esta ampla diferença, os resultados para ambos foram semelhantes.

As avaliações neste estudo foram feitas com apenas um modelo específico de smartphone (Samsung J7), e mais estudos são necessários para determinar se outros smartphones forneceriam resultados semelhantes. Também se faz necessário realizar outras pesquisas com diferentes patologias, para que seja cada vez mais concretizada a utilização

da telerradiologia e dispositivos portáteis (smartphones) na medicina veterinária, assim como já é amplamente testada e utilizada em medicina humana.

Reconhecemos as muitas limitações deste estudo. Entre eles está a ausência de testes em uma variedade de smartphones para identificar se a resolução da tela e câmera pode interferir na qualidade da imagem radiográfica. Além disso, existe a possibilidade de os avaliadores se lembrem das imagens entre os exames. Por fim, este estudo se baseou em apenas uma questão específica quanto à presença ou ausência de efusão pleural. Não foi o objetivo avaliar a capacidade dos observadores de realizar uma análise radiográfica completa na tela do smartphone.

## 7 CONCLUSÃO

Em conclusão, os resultados comprovaram a hipótese de que a precisão da interpretação dos avaliadores por meio de smartphone ou notebook em formato JPEG é comparável com o padrão ouro (monitor padrão clínico no formato DICOM), para o diagnóstico de presença ou ausência de efusão pleural em cães e gatos. A diferença de experiência entre os avaliadores também não foi significativa no diagnóstico final. São necessários mais estudos envolvendo outras patologias e diferentes tipos de smartphones para avaliar se os resultados seriam semelhantes.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGOSTONI, E; ZOCCHI, L. Pleural liquid and its exchanges. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v.159, n.3, p.311–323, 2007.

ALLEN, A; BUCKLEY, G. Pleural Effusion. **Clinical Small Animal Internal Medicine**, p.333-344, 2020.

BARAL R. M. Cavidade Torácica – in LITTLE S. E. **O Gato**. 1 edição. Rio de Janeiro. Roca. Seção 4. Medicina Interna de Felinos p.858 – 859, 2016.

BEALL, D. P; SHELTON, P. D; KINSEY, T. V; HORTON, M. C; FORTMAN, B. J; ACHENBACH, S; ... GIRONDA, J. T. Image compression and chest radiograph interpretation: Image perception comparison between uncompressed chest radiographs and chest radiographs stored using 10: 1 JPEG compression. **Journal of digital imaging**, v.13, n.1, p.33-38, 2000.

BEATTY, J; BARRS, V. Pleural effusion in the cat: a practical approach to determining a etiology. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.12, n.9, p.693-707, 2010.

BRISLAWN, C. M; QUIRK M. D. Image compression with the JPEG-2000 standard. In: **Encyclopedia of Optical Engineering**. DRIGGERS, R.D., eds, New York: Marcel Dekker; p.780-785, 2003.

CHOUDHRI, A. F; NORTON, P. T; CARR, T. M; et al. Diagnosis and treatment planning of acute aortic emergencies using a handheld DICOM viewer. **Emerg Radiol**. v.20, p.267–272, 2013.

DEMPSEY, S. M; EWING, P, J. A Review of the Pathophysiology, Classification, and Analysis of Canine and Feline Cavitary Effusions. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v.47, n.1, 2011.

EL KHOURY, S. G. **Telemedicina: Análise de sua evolução no Brasil** [dissertação de mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP); 2003.

EPSTEIN, S. E. Exudative pleural diseases in small animals. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v.44, n.1, p.161–180, 2014.

FEITOSA, H.N. A telemedicina em foco. **Ver Med UFC**. jan-mar; v.59, n.1, p.6-8, 2019.

HAWKINS, E.C. Manifestações clínicas da doença em cavidade pleural e do mediastino. In: **Medicina interna de pequenos animais**. NELSON, R.W.; COUTO, C.G. Cap 23. 5ed. Rio de Janeiro. Elsevier. p.359, 2015.

HECHT, S; PENNINCK, D. Thorax. In: **Small Animal Ultrasonography**, 2nd Edition, ed. PENNINCK D; ANJOU M., John Wiley & Sons, Ames, Iowa, EUA, Cap 4. v.13, p. 87-88. 2015.

JOJIMA, F. S; SOUZA, M. G; FROES, T. R. Reliability of smartphone-based radiographic interpretation for evaluating cardiogenic pulmonary oedema in dogs. **Journal of small**

**Animal Practice.** July, 2019.

LE BOEDEC, K; ARNAUD, C; CHETBOUL, V; TREHIOU-SECHI, E; POUCHELON, J. L; GOUNI, V; REYNOLDS, B. S. Relationship between paradoxical breathing and pleural diseases in dyspneic dogs and cats: 389 cases (2001–2009). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.240, n.9, p.1095-1099, 2012.

LEE, S. K; PENG, C. H; WEN, C. H; HUANG, S. K; JIANG, W. Z. Consulting with Radiologists outside the Hospital by Using Java. **Radiographics**. v.19, n.1069-75, 1999.

LIMA, C. M. A de O; DOS SANTOS, A. A. S; MONTEIRO, A. M. V. Telerradiologia no Brasil: uma breve revisão histórica. **Jornal Brasileiro de Tele Saúde**, v.2, n.1, p.7-11, 2013.

LUDWIG, L. L; SIMPSON, A. M; HAN, E. Pleural and extrapleural diseases. In: ETTINGER, S. J; FELDMAN, E. C. **Textbook of veterinary internal medicine**, 7ed, Philadelphia, Saunders p. 1125-1137, 2011.

LYNCH, K; OLIVEIRA, C; MATHESON, J; MITCHELL, M; O'BRIEN, R. Detection of pneumothorax and pleural effusion with horizontal beam radiography. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.53, n.1, p.38-43, 2012.

MADI, M; KUMAR, M; PENTAPATI, K. C; VINEETHA, R. Smartphone based telemedicine: Instant messaging application as a platform for radiographic interpretations of jaw pathologies. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v.11, n.3, p.368-372, 2021.

MATAR, R; RENAPURKAR, R; OBUCHOWSKI, N; MENON, V; PIRAINO, D; SCHOENHAGEN, P. Utility of hand-held devices in diagnosis and triage of cardiovascular emergencies. Observations during implementation of a PACS-based system in an acute aortic syndrome (AAS) network. **Journal of cardiovascular computed tomography**, v.9, n.6, p.524-533, 2015.

MURPHY, K; PAPASOULIOTIS, K. Pleural effusions in dogs and cats 1. **Diagnostic investigation**. In Practice, v.33, n.9, p.462–469, 2011.

MURGIA, D. Disease of the pleural space. **Companion animal**. v.19. n.9, 2014.

NOBRE, L. F. Telerradiologia, internet e desenvolvimento de redes profissionais multidisciplinares: novos tempos para a especialidade? Editoriais, **Radiol Bras** 50 (3), May-Jun, 2017.

NOBRE, L. F; WANGENHEIM, A.V; MAIA, R. S; FERREIRA, L; MARCHIORI, E. Certificação digital de exames em telerradiologia: Um alerta necessário. **Radiol Bras**. v.40, n.6, p.415–421, 2007.

NOEL, P. G; FISCHETTI, A. J; MOORE, G. E; LE ROUX, A. B. Offsite smartphone vs. standard workstation in the radiographic diagnosis of small intestinal mechanical obstruction in dogs and cats. **American College of Veterinary Radiology**. v.57, n.5, p.457-461, 2016.

OHLERTH, S; KIRCHER, P; POSCH, B. Diagnostic imaging In: **ANGLEY-HOBBS, S. J; DEMETRIOU, J. L; LADLOW, J.F. Feline soft tissue and general surgery.** London, Elsevier Saunders, p.75–89, 2014.

PANUGHPATH, S. G; KALYANPU, A. Radiology and the mobile device: radiology in motion. **Indian J Radiol Imaging.** v.22, p.246–250, 2012.

POTEET, B. Veterinary teleradiology. **Vet Radiol Ultrasound.** v.49, p.33–36, 2008.

PROŠEK, R. Thoracocentesis/ Pericardiocentesis. In: **Textbook of Veterinary Internal Medicine**, 8th Edition, ed. ETTINGER, S. J; FELDMAN, E. C; CÔTÉ, E. Saunders Elsevier, Saint Louis, Missouri, USA. Cap 102, p.1114-1115, 2017.

REECE, W. O; ROWE, E. W. The Respiratory System. In: **Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals**, 5th Edition, ed. REECE, W.O; ROWE, E.W; JOHN WILEY & SONS, HOBOKEN, N. J. USA. Cap 10, p.263-266, 2017.

SANTOS, M; MARCOS, R. Derrames Cavitários. In: **Atlas de Citologia Veterinária**, 1<sup>a</sup> Edição, ed. PELETEIRO, M. C; MARCOS, R; SANTOS, M; CORREIA, J; PISSARRA, H; CARVALHO, T. Lidel, Lisboa-Porto, Portugal, Cap 11, p.233-247, 2011.

SAUVÉ, V. Pleural Space Disease. In: **Small Animal Critical Care Medicine**, 2th Edition, ed. SILVERSTEIN, D. C; HOPPER, K. Saunders Elsevier, Saint Louis, Missouri, USA. Cap 28, p.151-156, 2015.

SEONG, N. J; KIM, B; LEE, S; PARK, H. S; KIM, H. J; WOO, H; ... LEE, K. H. Off-site smartphone reading of CT images for patients with inconclusive diagnoses of appendicitis from on-call radiologists. **American Journal of Roentgenology**, v.203, n.1, p.3-9, 2014,

SIMOES, D. M. N; KANAYAMA, K. K. Distúrbios da cavidade pleural. In: **Tratado de Medicina interna de cães e gatos**. JERICO, M. M; NETO, J. P. A; KOGIKA, M. M. Vol 2. Roca. Rio de Janeiro. Cap 154, p.1320-1325, 2015.

STAHL, I; KATSMAN, A; ZAIDMAN, M; KESHET, D; SIGAL, A; EIDELMAN, M. Reliability of smartphone-based instant messaging application for diagnosis, classification, and decision-making in pediatric orthopedic trauma. **Pediatric emergency care**, v.35, n.6, p.403-406, 2019.

THRALL, D. E. Canine and feline pleural space. In: **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology**. WB Saunders. p.670-683, 2018.

WRIGHT, A. M; BALLANCE, D; ROBERTSON, I. D; POTEET, B. Introdução ao DICOM para o veterinário praticante. In: **Veterinary Radiology & Ultrasound**. 1<sup>a</sup> ed Volume 49, 2008.

VENSON, J. E; BEVILACQUA, F; BERNI, J; ONUKI, F; MACIEL, A. Diagnostic concordance between mobile interfaces and conventional workstations for emergency imaging assessment. **International journal of medical informatics**, v.113, p.1-8, 2018.

ZIMMERMAN, S. L; LIN, C. T; CHU, L. C; ENG, J; FISHMAN, E. K. Remote reading of coronary CTA exams using a tablet computer: utility for stenosis assessment and identification of coronary anomalies. **Emergency radiology**. v,23, n.3, p.255-261, 2016.