



## Ultrassonografia em gatos com doença renal aguda – Uma Revisão de literatura

*(Ultrasonography in cats with acute kidney disease – A literature review)*

**Francisco Antônio Félix Xavier Júnior<sup>2\*</sup>; Aline de Oliveira Almeida,<sup>1</sup>; Raquel Marques Souza<sup>1</sup>; Steffi Lima Araújo<sup>2</sup>; Thyago Habner de Souza Pereira<sup>3</sup>; Débora Damásio de Queiroz Paiva,<sup>4</sup>; Glayciane Bezerra Morais<sup>2</sup>; Janaina Serra Azul Monteiro Evangelista,<sup>2</sup>**

**RESUMO:** A Doença Renal Aguda (DRA) em gatos é bastante recorrente na clínica de pequenos animais. O diagnóstico precoce e monitoramento dessa doença é de suma importância, tendo em vista que sua presença promoverá o acúmulo de toxinas urêmicas, além de provocar desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido-básico no organismo. Para diagnosticar a DRA, o médico veterinário terá o auxílio de exames laboratoriais, tais como hemograma completo e bioquímico, e de técnicas de diagnóstico por imagem, dentre elas a ultrassonografia. O ultrassom na medicina veterinária tem avançado de modo a possibilitar a realização de exames antes possíveis somente em pacientes humanos. O uso da ultrassonografia Doppler e contrastada contribui no acompanhamento de pacientes acometidos com doenças renais, tais como a DRA, através da observação da dinâmica vascular nos rins, possibilitando assim a visualização da progressão da doença nesses pacientes. Desse modo, essa revisão de literatura tem como intuito apresentar a ultrassonografia como importante ferramenta diagnóstica, abordando seu auxílio na identificação da doença renal aguda em felinos, além de apresentar inovações dessa técnica na medicina veterinária, como a ultrassonografia em modo Doppler e contrastada.

**Palavras-chave:** Ultrassom, diagnóstico, insuficiência renal aguda, felinos.

**ABSTRACT:** Acute Kidney Disease (AKD) in cats is quite recurrent in the small animal clinic. Early diagnosis and monitoring of this disease are important, given that its presence promotes or causes urinary toxins, in addition to causing hydroelectrolytic imbalance and basic acid in the body. In order to diagnose an AKD, the veterinarian will assist with laboratory tests, such as blood count, biochemical, in addition to imaging tests such as ultrasound examination. An ultrasound in veterinary medicine has advanced in order to allow exams to be carried out before only possible human patients. The use of ultrasonography in Doppler mode and ultrasound contrast with the monitoring of patients affected by kidney diseases, such as AKD, through the observation of vascular lesions in the kidneys, enabling the assessment of disease progression in these patients. In this way, literature review can present an ultrasound as an important diagnostic tool, addressing its aid in the identification of acute kidney disease in felines, in addition to present information of ultrasound innovations in veterinary medicine, such as an ultrasound in Doppler and contrast mode.

**Keywords:** Ultrasound, diagnosis, acute renal failure, felines.

Endereço para correspondência: \*E-mail: juniorberith@gmail.com

Recebido em 20.03.2020. Aceito em 30.03.2020

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20200043>

<sup>1</sup> Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil

<sup>3</sup> Laboratório de Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Brasil

<sup>4</sup> Departamento de Patologia e Medicina Legal, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil

\*Autor para correspondência: juniorberith@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A Doença Renal Aguda (DRA) é um termo utilizado para caracterizar a redução abrupta da função renal, culminando na retenção de toxinas urêmicas, além da desregulação do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-básico (LANGSTON e EATROFF, 2015). No geral, existem 3 tipos de classificações da DRA, sendo essas: a DRA pré-renal, DRA renal e DRA pós-renal. A DRA pré-renal é caracterizada pela redução da perfusão renal, mesmo o rim estando ileso; enquanto que a DRA renal é marcada pela ocorrência de necrose tubular aguda, e a DRA pós-renal pela interrupção do fluxo urinário decorrente de obstruções mecânicas das vias urinárias (XAVIER JÚNIOR, 2019). No intuito de obter o diagnóstico precoce da DRA, estabelecer o prognóstico e evitar a sua progressão, é indispensável realizar exames clínico, laboratoriais e ultrassonográfico para

avaliar a função e a integridade renal (BRAGATO, 2015).

Na avaliação do sistema urinário de pequenos animais, são utilizadas técnicas diagnósticas como a radiologia, através da urografia excretora, cistografia, cistografia com duplo contraste, cistografia com contraste positivo e uretrografia retrógrada, além da ultrassonografia abdominal, ultrassonografia Doppler, tomografia computadorizada, ressonância magnética e da cintilografia (ESPADA et al., 2006).

A ultrassonografia tornou-se uma importante ferramenta diagnóstica na clínica médica de pequenos animais. Por ser seguro, indolor, não invasivo, não ionizante e apresentar baixo custo. Neste contexto, o ultrassom tem ganhado bastante destaque como modalidade diagnóstica, sendo um exame complementar importante no diagnóstico, tratamento e

monitoramento de diversas doenças, como nas afecções renais em cães e gatos. Além disso, também é útil para guiar técnicas intervencionistas como a cistocentese e o aspirado por agulha fina (SOUZA, 2016).

Esta revisão tem por objetivo apresentar a ultrassonografia como importante ferramenta diagnóstica, abordando seu uso no diagnóstico da doença renal aguda em gatos, além de citar as novas modalidades da ultrassonografia na clínica de felinos.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **A importância da ultrassonografia na medicina veterinária**

A ultrassonografia chegou no Brasil apenas na década de 90, estando presente somente nas regiões mais desenvolvidas economicamente. Inicialmente, seu uso era restrito ao exame de grandes animais da pecuária, mas com o decorrer dos estudos, esse método avançou para o uso clínico em pequenos animais. Com o progresso tecnológico, o equipamento tornou-se móvel, deixando de ser restrito aos ambulatórios. Atualmente, pode ser carregado pelos profissionais, facilitando seu uso. Desde que chegou ao Brasil, esse método de diagnóstico tem sido utilizado com frequência cada vez maior na rotina clínica veterinária

do país (CARVALHO, 2004; FROES e BENTES, 2007).

O exame ultrassonográfico é de grande importância para a medicina veterinária uma vez que, possibilita diagnosticar indícios patológicos em diversos órgãos, como rim, fígado, baço, pâncreas, linfonodos e tumores superficiais (OHLERTH e O'BRIEN, 2007). Com a ultrassonografia também é possível realizar o diagnóstico precoce da gestação e conhecer as etapas embrionárias do conceito, proporcionando uma gravidez com menores riscos a fêmea (SALES et al., 2019).

A ultrassonografia é uma técnica que permite amplos usos e que pode ser útil para diversos diagnósticos e tratamentos. Ademais, não expõe o animal nem o operador a radiações, não é invasivo, não é necessário local e segurança específica (PRESTON e SHAW, 2001; NYLAND e MATTOON, 2002). Tais benefícios foram os responsáveis pela grande difusão deste exame no país e no mundo.

No campo da nefrologia e urologia veterinária, o ultrassom é usado com frequência para a identificação de indícios patológicos de doenças renais, como a doença do trato inferior e as injúrias renais crônica e aguda. Por meio desse, é verificado o

tamanho e arquitetura dos órgãos, as dilatações pélvicas, a integridade do trato urinário, a ecogenicidade, a presença de cálculos vesicais, tampões e urólitos na vesícula urinária (MARTINS et al., 2013).

A ultrassonografia renal identifica massas de aparência heterogênea que podem alterar a arquitetura renal, lesões que impedem a correta funcionalidade do órgão, mineralização dos néfrons debilitados, cistos que podem modificar o perímetro renal, dentre outros indícios patológicos (SILVA et al., 2008). Ainda que esses achados ultrassonográficos não sejam específicos para a DRA, trazem resultados que diferenciam as alterações renais crônica e aguda. Assim, juntamente com outros exames, como o hemograma, o eritrograma, a urinálise e a bioquímica sérica, é ideal para o diagnóstico preciso e o consequente tratamento adequado.

#### **A técnica de ultrassonografia**

A ultrassonografia é uma técnica de diagnóstico por imagem na qual ondas ultrassônicas, que são ondas mecânicas, são transmitidas entre os materiais, como tecidos moles, sólidos e fluidos (ABU-ZIDAN et al., 2011). Os aparelhos que realizam esse exame geram ondas que se chocam com a

interface dos materiais analisados e recebem os ecos refletidos para a formação da imagem. Essa técnica é conhecida como princípio do pulso-eco, pois o som é produzido em pulsos, não de modo contínuo (KIMURA e COSTA, 2007). O ultrassom utilizado na clínica médica e veterinária para a visualização de tecidos e imagens anatômicas possui frequência entre 300kHz e 20 MHz, e tem baixa intensidade entre  $10\text{mW/cm}^2$  e  $1\text{W/cm}^2$  (CALIL, 2002). Esses dados são importantes no fornecimento da imagem a ser registrada pelo aparelho, pois implicam na detecção de estruturas mais profundas, como o coração, ou mais superficiais, como a tireoide (COLBY, 1985).

O aparelho de ultrassom é constituído por uma unidade de produção e transmissão dos pulsos de som, uma unidade de captação e amplificação dos ecos reconhecidos pelo aparelho, uma unidade de controle para monitorar as duas anteriores e uma unidade de visualização do procedimento (CALIL, 2002). Além disso, há também o transdutor, que é um dispositivo capaz de transformar energia sonora a partir da energia gerada pela excitação de elétrons (MACLENNAN et al., 2008; BEPPU et al., 2015). Este

dispositivo contém cristais que geram corrente elétrica quando submetidos a pressão mecânica, caracterizando o efeito piezoelétrico, que é a base do funcionamento desse equipamento. Assim, ao aplicar um pulso de energia, as suas frequências de ressonância vibram e emitem o ultrassom (PEIXOTO et al., 2010; LIMA, 2013).

Os modos de uso do ultrassom fornecem informações acerca da ecotextura e ecogenidade do que é analisado (VESCOVI et al., 2009). No modo A ou modo de amplitude, o mais simples e primeiro a ser estudado, o material é visto de maneira unidimensional, de modo que os ecos refletidos são representados no osciloscópio em um eixo cartesiano, no qual o eixo horizontal é a profundidade e o eixo vertical é a amplitude do eco, verificando com esses dados a distância percorrida pelos sinais de som (MATTON et al., 2005). No modo B ou modo brilho, os ecos são convertidos em pontos de luz e colocados em uma escala de cinza de modo que as estruturas mais reflexivas aparecem mais brilhantes e mais claras, expressando assim a característica bidimensional e dinâmica, pois a imagem é constantemente atualizada (KEALY e MCALLISTER, 2005).

No modo M ou modo de movimento, uma única linha de varredura é emitida, recebida e exposta graficamente, ou seja, o sinal de um cristal é exibido apenas no eixo vertical e os pulsos são emitidos rapidamente cada vez que uma imagem é formada utilizando-se o modo A ou o modo B. Dessa forma, o equipamento é capaz de traçar o caminho das estruturas em movimento as quais as ondas sonoras ecoam e refletem em alta velocidade, sendo possível, portanto, ter uma resolução rápida e em tempo real, ideal para exames de ecocardiografia. O efeito Doppler é caracterizado pela mudança de frequência sofrida pela onda ao interagir com um obstáculo em movimento. Assim, existe a frequência  $f_0$  que a onda possui antes de se chocar com o obstáculo e a frequência de retorno da onda. No que tange a esse efeito no campo da ultrassonografia, o obstáculo em movimento são os glóbulos vermelhos contidos no sangue, de modo que é possível visualizar o fluxo de sangue e fluidos em determinada região (COEQUYT, 2005; BOYNARD, 2011).

Quanto à capacidade de formação de ondas para a formação de imagens, o parênquima dos órgãos pode ser classificado em um padrão de

ecogenicidade que caracteriza uma escala de cinza, normalmente constante entre os animais. Quando um órgão é completamente atravessado pelas ondas e não produz ecos, ele é denominado anecoico, e a imagem produzida é bem escura. Ao contrário, quando a maior parte das ondas é refletida ao se encontrarem com algum órgão, este tem sua imagem mais clara e brilhante e é hiperecoico. Quando há penetração intermediária das ondas, dá-lhe o nome de hipocoico e sua imagem possui vários tons de cinza. Essas denominações podem ainda ser comparativas entre os órgãos e suas regiões (BARR et al., 1990).

Em virtude de tantas técnicas de uso do aparelho de ultrassonografia, torna-se viável a avaliação veterinária de diversas áreas clínicas, a exemplo da Cardiologia, Neurologia, Ginecologia, Oftalmologia, entre outras (MATTOON et al., 2005; GHORI e CHUNG, 2007).

### **Ultrassonografia renal em gatos saudáveis**

Visto que a ultrassonografia é um exame essencial para o diagnóstico de doenças, como as renais em gatos, é de grande importância que exista no meio veterinário a comparação das análises feitas entre os animais hígidos e os animais acometidos pela doença para

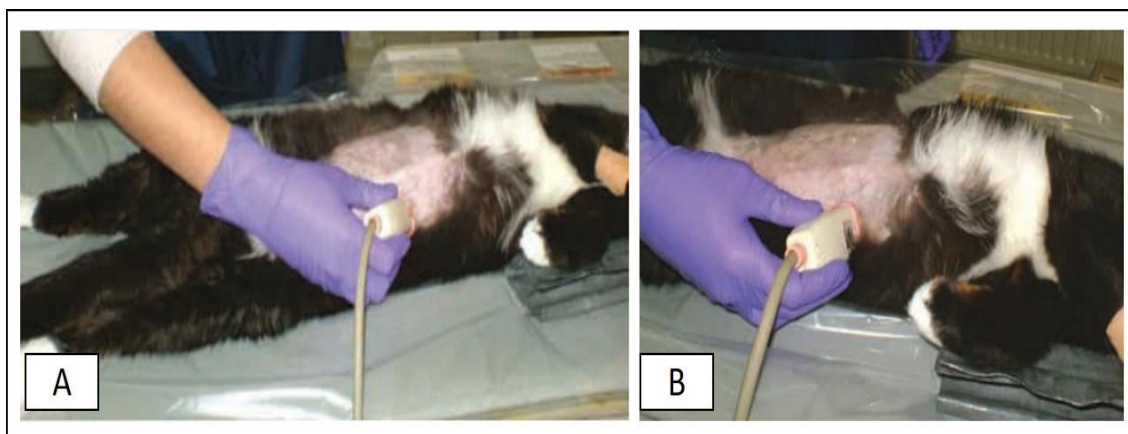
auxiliar neste diagnóstico. Para isso, é necessário observar os fatores anatômicos, as medidas de comprimento renal, a espessura cortical e medular e proporção córtico-medular para ter noção e reconhecimento do estado do animal a fim de obter um diagnóstico preciso da doença e submeter o paciente ao tratamento adequado (PARK et al., 2008; SANTOS et al., 2015).

Com o intuito de obter uma melhor visualização renal em gatos através do exame ultrassonográfico, o transdutor deve estar com uma frequência entre 7,5 e 10MHz (FELICIANO et al., 2015). Para a visualização do rim direito, posiciona-se o equipamento caudalmente ao último ou penúltimo arco costal e lateralmente a direita, com angulação dorsocranial, e o operador deve deslizar lentamente o aparelho, pressionando-o levemente no animal, que precisa estar com o pelo cortado para o exame. Para a visualização do rim esquerdo, o transdutor deve estar posicionado no último arco costal, lateralmente a esquerda, com angulação dorsolateral enquanto o operador mantém o mesmo ritmo de movimento (PELEGRINI, 2015). Acerca da posição do animal para a visualização dos rins (Figura 1),

por serem órgãos superficiais, eles podem ser vistos lateral ou ventralmente com o animal em decúbito lateral ou dorsal, de acordo com o rim que será analisado (DEBRUYN et al., 2012).

Com relação a arquitetura renal, o órgão possui formato oval, contorno suave e é dividido anatomicamente em duas regiões distintas: córtex e medula. Além disso, os rins são revestidos por uma cápsula fibrosa; tem um hilo, por onde os vasos sanguíneos entram; e o seio renal, que o liga até os ureteres (WALTER et al., 1987; VAC, 2004).

A cápsula renal é uma membrana fina, fibrosa e linear, intimamente ligada ao rim que, ao ser visualizada pela sonda, tem aparência hiperecoica, ou seja, as ondas, ao se chocarem no tecido, tem alta reflexão, e a imagem formada por estes ecos é branca e brilhante (VAC, 2004; PEIXOTO et al., 2010; DEBRUYN et al., 2012; LARSON, 2012). No entanto, há regiões onde não é possível a visualização da cápsula, como nos polos, onde a interface do tecido é paralela ao ultrassom, ocasionando sombreamento da borda (DEBRUYN et al., 2012).



**Figura 1.** Gato em posição de decúbito dorsal para visualização renal. Em “A”, o transdutor está paralelo ao plano mediano para obter imagens longitudinais. Em “B”, o transdutor está perpendicular ao plano medial para visualizar imagens transversais. Fonte: DEBRUYN et al., 2012

A região do córtex renal possui ecogenidade semelhante ao do fígado e é hipoeico em relação ao baço, de forma que, comparando-se os dois órgãos, essa região é mais cinza. Em

relação a região medular, ela é hipoeicoa, e tem uma transição bem definida para o córtex, que é mais ecogênico graças a sua grande quantidade de glomérulos renais

(WALTER et al., 1987; D'ANJOU et al., 2011; DEBRUYN et al., 2012). As duas regiões são igualmente proporcionais, assim como suas espessuras e separadas pela junção córtico-medular com espessura média de 0,73cm. Além disso, pode-se observar nesta divisão os vasos arqueados, bem como divertículos dorsais e ventrais que acompanham os vasos, dividindo a medula em vários segmentos, as pirâmides renais. Como a região medular é repleta de túbulos coletores, isto faz com que ela seja uma região com muitos fluidos, portanto, hipocogênica em relação as outras estruturas presentes no rim. Em gatos hígidos, o acúmulo de gordura no citoplasma nas células do epitélio tubular pode causar o aumento da ecogenicidade cortical e o aumento dos rins (DEBRUYN et al., 2012).

A pelve renal, localizado centralmente ao hilo, é raramente observada em gatos hígidos, porém, com aparelhos de alta resolução e em gatos submetidos a fluidoterapia e/ou medicamentos diuréticos, é possível ter uma melhor visualização (PUGH, 1994; LARSON, 2012). Ao redor da pelve, encontra-se o seio renal, responsável por receber os fluidos renais e direcioná-los aos ureteres. Por ser

formado por tecido conjuntivo fibroso e acumular gordura, o seio é hiperecoico. Em gatos obesos, essa estrutura é mais protuberante (D'ANJOU et al., 2011; DEBRUYN et al., 2012; LARSON, 2012). Embora a pelve não seja geralmente visualizada, quando é, aparece como uma fissura anecoica estreita com 1 a 2mm de largura, no centro do seio (DEBRUYN et al., 2012).

O hilo renal é encontrado na borda medial e possui uma abertura oval, por onde artérias e nervos penetram no rim, e por onde a veia renal sai dos rins. A estrutura de rins saudáveis avaliada na ultrassonografia pode ser influenciada por determinados fatores, como o ângulo ecocardiográfico, a respiração do animal, interferência de órgãos adjacentes, resolução do aparelho e a prática do operador. Ademais, como os gatos tem rins extremamente móveis, se for aplicada uma força muito grande, pode haver o deslocamento dos mesmos (PARK et al., 2008). Dessa forma, há a necessidade de avaliar os rins em dois planos, no mínimo.

Com relação as medições dos rins em gatos saudáveis, o comprimento pode variar entre 2,98 a 5,09cm. Esses números podem sofrer modificações em



destrimento da idade, do sexo, do peso e outros fatores dos pacientes, de modo que gatos machos, inteiros, e com maior

peso apresentam rins maiores (DEBRUYN et al., 2013) Figura 2.



**Figura 2.** Ultrassonografia renal de um gato saudável. A seta azul indica a região medular renal. A seta vermelha indica a região cortical renal. A seta amarela indica a pelve renal. Fonte: Foto cedida pela Médica Veterinária Dra. Débora Damásio de Queiroz Paiva.

Em outro estudo, utilizou-se 50 gatos domésticos saudáveis coreanos e, por meio da ultrassonografia, obteve-se que, no plano sagital, o rim esquerdo mede de 3,32 a 4,34cm, enquanto o comprimento do rim direito varia de 3,48 a 4,44cm. A altura renal no rim esquerdo variou de 2,15 a 2,69cm e no rim direito, de 2,08 a 2,64cm.

No plano transversal, a altura renal esquerda tem uma leve mudança, variando de 2,14 a 2,70cm; e o rim direito, de 2,11 a 2,65cm. A largura

renal obtida no rim esquerdo variou de 2,3 a 3cm; e no rim direito, de 2,32 a 2,94cm. No plano dorsal, o comprimento renal esquerdo variou de 2,31 a 3,37cm; no rim direito, de 3,43 a 4,51cm; acerca da largura renal, o comprimento do rim esquerdo variou de 2,31 a 2,99cm e no rim direito, de 2,33 a 2,99cm.

É evidente, portanto, que não houveram discrepâncias significativas entre as medidas renais dos diferentes planos visualizados. Vale ressaltar ainda

que no plano dorsal, a medição da largura renal é dificultada em virtude da grande quantidade de tecido conjuntivo no colo renal. Na espessura cortical, foram observadas variações entre 0,39 e 0,55cm em ambos os rins. Enquanto a espessura medular, no rim esquerdo variou de 0,25 a 0,85cm; e no rim direito de 0,43 a 0,57cm (PARK et al., 2008).

### **Ultrassonografia de bexiga em gatos saudáveis**

A ultrassonografia é o exame de diagnóstico de imagem para a melhor análise de achados patológicos em bexigas urinárias (RADEMACHER, 2019). Além disso, também é possível utilizar esta técnica para fazer biópsias guiadas de massas e lesões que possam acometer o órgão (LEVEILLÉ et al., 1992). Para tanto, é necessário o conhecimento da anatomia, posição, estruturas, medidas e outras informações do órgão.

Na visualização da bexiga urinária pelo exame em foco, pode-se observar alterações murais e intramurais no órgão (MOORE et al., 2002), capacidade de repleção, contornos, espessura da parede, massas e lesões que caracterizam determinadas patologias (LEVEILLÉ et al., 1992).

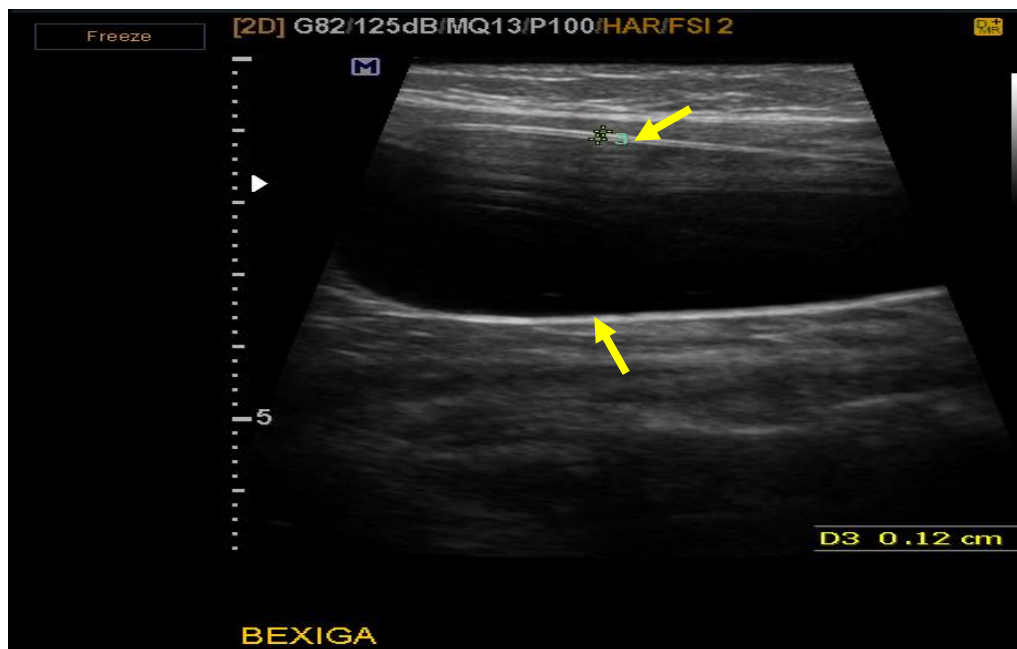
A bexiga urinária felina é um órgão musculomembranoso, cavitário, oval, de 2 a 3cm, cranial ao púbis e é delimitada por gordura. Seu tamanho é muito variável (RADEMACHER, 2019). É constituída pelo colo, corpo e o vértice cranial. Sua parede tem quatro camadas difíceis de serem visualizadas na ultrassonografia: camada mucosa, que é hipocóica; camada submucosa, hiperecótica; camada muscular, hipocóica; e camada serosa, que é hiperecótica (LEVEILLÉ et al., 1992; SUTHERLAND-SMITH, 2011).

Para melhor visualização da bexiga urinária com o ultrassom, deve-se usar o transdutor linear em frequência maior que 7,5MHz, assim, é possível ver o órgão com clareza e distinguir suas camadas e regiões. Além disso, o paciente pode estar em decúbito dorsal ou lateral para a obter a imagem (KEALY et al., 2012).

A urina dentro da bexiga urinária é frequentemente anecótica, mas também pode se apresentar ecogênica não caracterizando nenhuma patologia. A parede da bexiga urinária (Figura 3) em um felino hígido é lisa e tem espessura variável de acordo com a sua distensão. Para melhor avaliação, a bexiga do animal deve estar com

distensão moderada para que a parede não esteja achatada caso a bexiga esteja muito repleta, ou muito espessa quando a bexiga estiver vazia. Assim, a

espessura tem tamanho normal entre 1,3 e 1,7cm (VAC, 2004; SUTHERLAND-SMITH, 2011).



**Figura 3.** Ultrassonografia da bexiga urinária de um gato macho saudável, com espessura da parede de 0,14cm (seta amarela). Fonte: Foto cedida pela Médica Veterinária Dra. Débora Damásio de Queiroz Paiva.

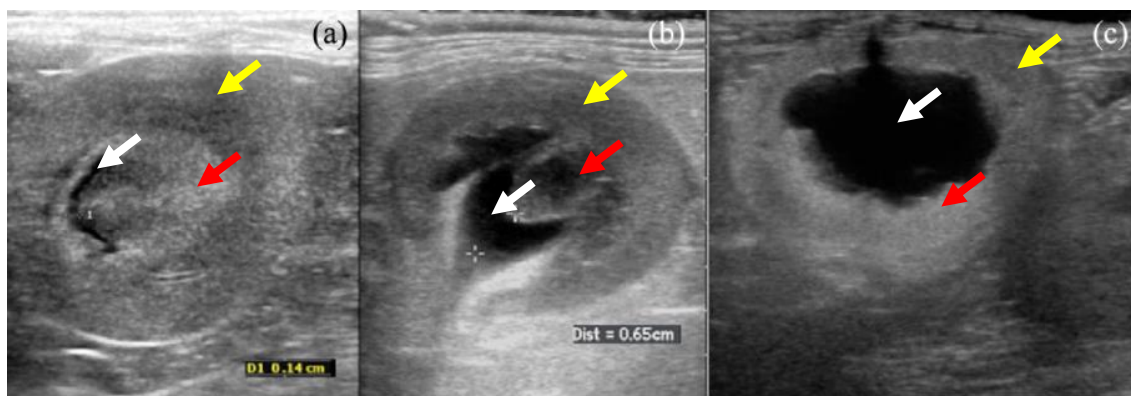
### **Ultrassonografia em gatos com Doença Renal Aguda**

A ultrassonografia renal é utilizada, complementando ou substituindo a radiografia, por determinar medidas mais exatas do tamanho renal, além de definir a ecogenicidade do parênquima renal e identificar a presença de cistos ou massas neoplásicas nos rins (ROSS, 2011). Ao que concerne a DRA, os achados ultrassonográficos mais frequentes são nefromegalia, pielectasia e aumento da ecogenicidade renal

(COLE et al., 2018). A nefromegalia é constatada através da análise morfométrica dos rins, onde os valores obtidos são comparados com valores já padronizados; a pielectasia é identificada pela separação dos ecos do seio renal central normal e uniformemente hiperecoico por um espaço anecoico, enquanto o aumento da ecogenicidade renal é observada quando o córtex e a medula renal encontram-se mais ecogênicos quando comparados ao fígado ou baço (NYLAND et al., 2015).

Ao realizarem um estudo retrospectivo em gatos com DRA entre os anos de 2007 e 2016, Cole e colaboradores (2018) observaram que

os achados ultrassonográficos renais mais comuns em gatos com DRA foram nefromegalia, pielectasia (Figura 4) e aumento da ecogenicidade renal.



**Figura 4.** Imagem ultrassonográfica de rim de gato apresentando pielectasia (a) leve, (b) moderada e (c) severa. Córtex (seta amarela), Medula (seta vermelha), Pelve Renal (seta branca). Fonte: COLE et al., 2018

No geral, a nefromegalia estava presente em 68,9% dos gatos com DRA, enquanto a pielectasia foi observada em 57,8% dos animais e o aumento da ecogenicidade cortical e medular foi documentado em 40% e 51,1% dos gatos, respectivamente, além de observarem que todos os gatos que possuíram ecogenicidade cortical aumentada apresentaram ecogenicidade medular aumentada.

#### **Ultrassonografia de bexiga em gatos com Doença Renal Aguda**

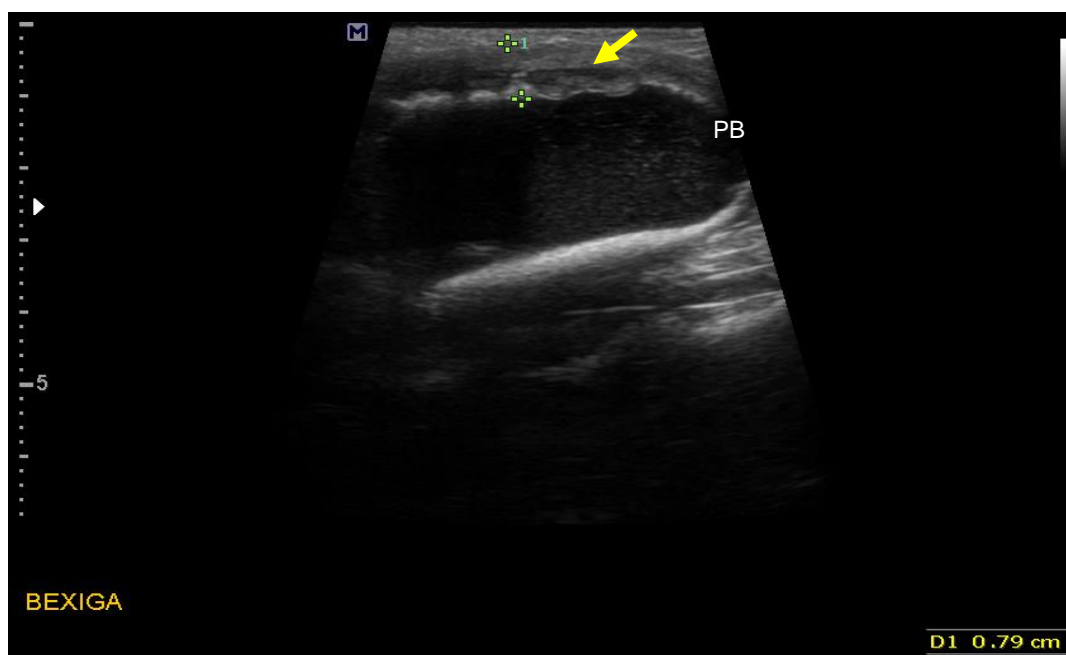
A ultrassonografia é uma ferramenta diagnóstica de grande valor para diagnosticar várias doenças ou condições da bexiga, incluindo

espessamento da parede ou inflamação, além de evidenciar a presença de massas ou neoplasias e cistólitos (LITTLE e HARDIE, 2014).

A Cistite Intersticial Felina (CIF) obstrutiva pode causar um quadro de DRA pós-renal em razão da interrupção do fluxo urinário por obstrução mecânica das vias urinárias. As causas mais frequentes de obstrução uretral abrangem plugs uretrais e cristais, geralmente de estruvita, dentre outras razões inclui-se a presença de urólitos, estenose uretral, massas extraluminais, neoplasias, inflamação da mucosa uretral ou espasmos musculares. A azotemia pós-renal pode

ser revertida ao desviar a urina através de um cateter urinário ou cateter peritoneal em casos de ruptura intra-abdominal. Nesses casos, a ultrassonografia é importante para evidenciar o espessamento da parede

vesical (Figura 5), que geralmente é frequente, além de fornecer o diagnóstico diferencial para pólipos vesicais, cálculos e neoplasias (JUNIOR e CAMOZZI, 2015; LANGSTON, 2017).



**Figura 5.** Imagem ultrassonográfica de bexiga urinária em adequada repleção, apresentando paredes espessadas (0,79cm) (seta amarela) e irregulares. Fonte: Foto cedida pela Medica veterinária Dra Débora Damásio de Queiroz Paiva

### **Inovações do diagnóstico ultrassonográfico na Doença Renal Aguda**

Os avanços da medicina veterinária trouxeram inovações antes somente utilizadas em humanos, como o uso da ultrassonografia em modo Doppler e de contraste, em que ambos possibilitam o acompanhamento em tempo real da dinâmica vascular nos órgãos, tornando-se assim importante

ferramenta no acompanhamento de doenças, como exemplo a doença renal aguda.

#### *Doppler Renal*

A ultrassonografia Doppler é o estudo das características do fluxo sanguíneo (glóbulos vermelhos) nas fases sistólica e diastólica do ciclo circulatório. Existem alguns índices, como o índice de resistividade e o índice de pulsatilidade que foram

aplicados à avaliação de doenças parenquimatosas renais. (ESPADA et al., 2006).

A ultrassonografia Doppler é uma técnica diagnóstica relativamente recente em medicina veterinária que, quando associada à técnica convencional, fornece em tempo real informações sobre a arquitetura vascular e os aspectos hemodinâmicos dos vasos em diversos órgãos. O mapeamento com Doppler colorido (Figura 6) permite determinar a presença ou ausência de fluxo sanguíneo no vaso, facilitando assim a identificação das artérias e veias renais, além de possibilitar a visualização das artérias e veias interlobulares e arqueadas que não são visualizadas em modo B (CARVALHO, 2009).

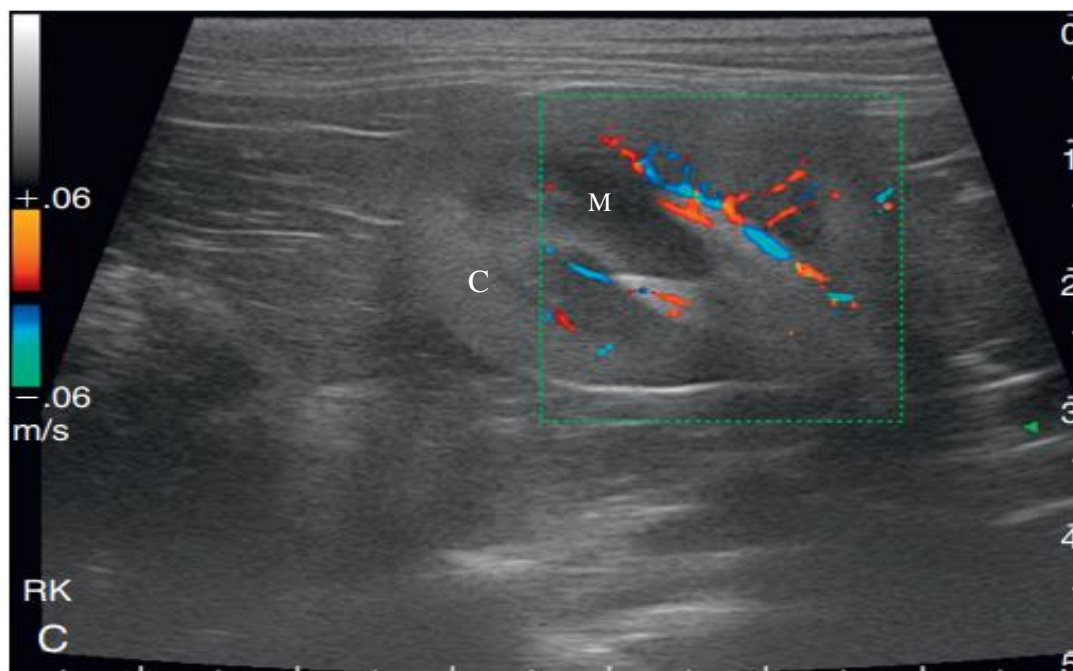
Dentre a variedade de índices que são utilizados na avaliação renal com Doppler, destacam-se os índices de resistividade (IR) e pulsabilidade (IP), sendo esses utilizados para avaliar alterações nos fluxos sanguíneos dos órgãos, indicando doenças, além de auxiliar na definição do prognóstico e no acompanhamento do tratamento (IZUMI et al., 2000).

Descrito em 1974 por Pourcelot, o IR refere-se ao resultado da

subtração entre as velocidades de pico sistólico e diastólico final sobre a velocidade de pico sistólico ( $IR = PVS - FVD / PVS$ ). Enquanto o IP, descrito em 1975 por Grosling e King, consiste no resultado da subtração entre as velocidades de pico sistólico e diastólico final sobre a velocidade média ( $IP = PVS - FVD / VM$ ) (CARVALHO, 2009).

O aumento na velocidade diastólica promove elevação do fluxo sanguíneo e redução dos índices de resistividade e pulsabilidade. Desse modo, a baixa resistividade de fluxo sugere alto metabolismo, enquanto que altas resistências indicam baixo metabolismo. Já índices de resistência elevados diminuem o fluxo diastólico (RIESEN et al., 2002; CARVALHO, 2009).

Em um estudo realizado com seres humanos portadores de doença renal aguda (DRA), demonstrou-se que o IR e o IP podem ser utilizados para diferenciar as causas de DRA, onde o IR e o IP estavam aumentados em casos de necrose tubular aguda, enquanto a redução do valor em ambos os índices foi relacionada ao prognóstico mais favorável e melhora dos pacientes (IZUMI et al., 2000).



**Figura 6.** Imagem ultrassonográfica em modo Doppler evidenciando perfusão normal em rim direito de um gato. C: CórTEX, M: Medula. Fonte: NYLAND et al., 2015

#### *Ultrassonografia contrastada*

A ultrassonografia contrastada, nova ferramenta diagnóstica utilizada na medicina veterinária, baseia-se na utilização de Agentes de Contraste Ultrassonográficos (ACUS). Esses agentes são compostos por microbolhas, contendo gás estabilizado, que agem intensificando a resposta acústica e o sinal Doppler, tornando evidente a vascularização dos tecidos. A eliminação das microbolhas de gás ocorre nos pulmões pelo processo de expiração, enquanto que os componentes estabilizantes são metabolizados no fígado e nos rins. Atualmente, encontram-se diversas marcas de ACUS, onde cada uma delas

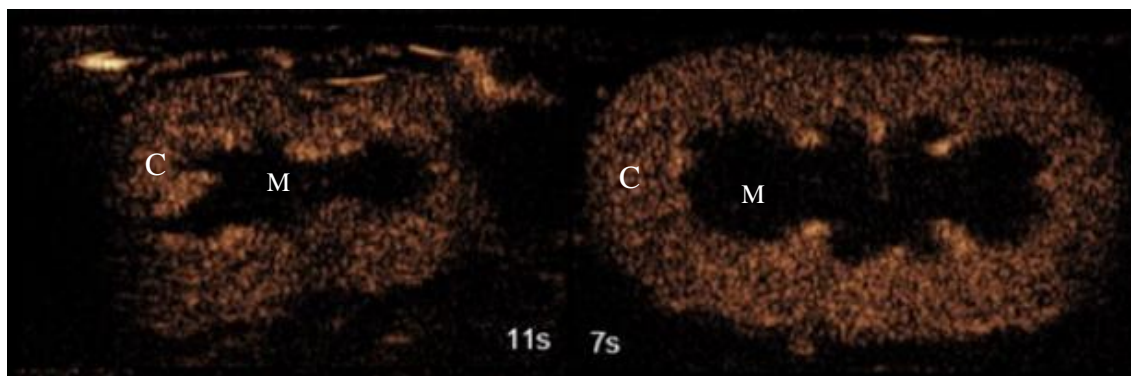
se diferencia quanto ao seu tipo de gás e ao material que o envolve e mantém estável (TAKEDA et al., 2012).

A ultrassonografia com contraste evidencia a perfusão e vascularização nos órgãos. Diferentemente dos tecidos saudáveis, as lesões perfundidas serão aprimoradas de forma distinta após administração da ACUS. Regiões com ausência de suprimento vascular, como áreas de infarto, serão representadas por um sinal vazio, enquanto que regiões com alta vascularização, como tumores malignos, serão apresentadas como áreas hiperecoicas. Desse modo, essa ferramenta tem se mostrado bastante útil na avaliação da perfusão renal em



gatos com doença renal crônica (Figura 7), além de auxiliar no monitoramento funcional de outros órgãos e evolução

de neoplasias (HAERS e SAUNDERS, 2009; STOCK et al., 2017).



**Figura 7.** Ultrassonografia contrastada comparativa em rim de gato com doença renal crônica - DRC (à esquerda) e gato hígido (à direita). Nota-se que a chegada do agente de contraste no córtex renal é atrasada em gatos com DRC. C: Córtex, M: Medula. Fonte: STOCK et al., 2017

### Considerações Finais

Na medicina veterinária atual, a ultrassonografia tem ganhado bastante destaque em função de suas vantagens, além de seus benefícios, como no auxílio diagnóstico, tratamento e monitoramento de diversas afecções, além de atuar como guia durante a realização de técnicas intervencionistas.

Ademais, vale ressaltar seu uso em casos de pacientes com doença renal aguda, onde a utilização do doppler, ultrassonografia contrastada e o cálculo de resistividade auxiliam quanto ao monitoramento do funcionamento renal desses pacientes, podendo assim atuar como importante ferramenta preventiva acerca da evolução da doença, além de monitorar o funcionamento de outros

órgãos e auxiliar no acompanhamento da evolução de possíveis neoplasias.

### Referências

1. ABU-ZIDAN, F.; HEFNY, A.; CORR, P. Clinical ultrasound physics. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*, v. 4, n. 4, p. 501-503, 2011. <DOI: 10.4103/0974-2700.86646>.
2. BARR, F.J.; HOLT, P.E.; GIBBS, C. Ultrasonographic measurement of normal renal parameters. *Journal of Small Animal Practice*, v. 31, p. 180-184, 1990. <DOI: 10.1111/j.1748-5827.1990.tb00764.x >.
3. BEPPU, F.; SOUZA J.; KUSAKARIBA, T. Conversão de energia sonora para energia elétrica utilizando alto-falantes. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Energia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, 2015.



4. BOYNARD, M. Principes et techniques de l'échographie Doppler. EMC - Radiologie et Imagerie Médicale - Principes et Techniques – Radioprotection, v. 6, n. 1, p. 1–10, 2011. <DOI: **10.1016/S1879-8497(11)56620-8**>.
5. BRAGATO, N. Ultrassonografia em modo b e doppler pulsado para a avaliação da injúria renal aguda induzida em cães adultos. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Escola de Veterinária e Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, 2015.
6. CALIL, S. Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação à distância. Brasília: Editora MS, 2002. p. 366-388.
7. CARVALHO, C.F. Bases físicas da formação da imagem ultra-sonográfica. In: \_\_. Ultrassonografia em pequenos animais. 1.ed. São Paulo: Rocca, 2004, p.365
8. CARVALHO, C.F. Ultrassom Doppler renal. In: \_\_\_\_\_. Ultrassonografia Doppler em pequenos animais. São Paulo: Roca, 2009. p. 71-83.
9. COEQUYT, S. Les Ultrasons En Médecine. Biophysique et Imagerie Médicale, p. 80-103, 2005.
10. COLBY, J. Artifacts and image quality in ultrasound. Journal Equine Veterinary Science, v. 5, n. 5 p. 295-397, 1985. <DOI: 10.1016/S0737-0806(85)80070-8>.
11. COLE, L.P.; MANITS, P.; HUMM, K. Ultrasonographic findings in cats with acute kidney injury: a retrospective study. Journal of Feline Medicine and Surgery, v. 21, p. 1–6, 2018. <DOI: **10.1177/1098612X18785738**>.
12. DEBRUYN, K.; PAEPE, D.; DAMINET, S.; COMBES, A.; DUCHATEAU, L.; PEREMANS, K.; SAUNDERS, J.H. Renal dimensions at ultrasonography in healthy Ragdoll cats with normal kidney morphology: correlation with age, gender and bodyweight. Journal of Feline Medicine and Surgery, v. 15, n. 12, p. 1046-1051, 2013. <DOI: **10.1177/1098612X13487361**>.
13. DEBRUYN, K.; HAERS, H.; COMBES, A.; PAEPE, D.; PEREMANS, K.; VANDERPERREN, K.; SAUNDERS, J.H. Ultrasonography of the Feline Kidney: Technique, anatomy and changes associated with disease. Journal of Feline Medicine and Surgery, v. 14, n. 11, p. 794-803, 2012. <DOI: **10.1177/1098612X12464461**>.
14. D'ANJOU, M.A.; BÉDARD, A.; DUNN, M.E. Clinical significance of renal pelvic dilatation on ultrasound in dogs and cats. Veterinary Radiology & Ultrasound, v. 52, n. 1, p. 88-94, 2011. <DOI: **10.1111/j.1740-8621.2010.01729.x**>.
15. ESPADA, Y.; NOVELLAS, R.; GOPEGUI, R.R. Renal ultrasound in dogs and cats. Veterinary Research Communications, v. 30, p. 133-137, 2006.
16. FELICIANO, M.; CANOLA, J.; VICENTE, W. Diagnóstico por imagem em cães e gatos. São Paulo: MedVet, 2015.
17. FROES, T.R.; BENTES, R.N. Emprego da ultra-sonografia móvel na medicina veterinária: estudo retrospectivo. Clínica Veterinária, n. 66, p. 36-42, 2007.

18. GHORI, A.K.; CHUNG, K.C. The Medical Doppler in Hand Surgery: Its Scientific Basis, Applications, and the History of Its Namesake, Christian Johann Doppler. *The Journal of Hand Surgery*, v. 32, n. 10, p. 1595-1599, 2007. <DOI: **10.1016/j.jhsa.2007.08.010**>.
19. GOSLING, R.G.; KING, D.H. Ultrasound angiology. In: MARCUS, A.W.; ADAMSON, J. *Arteries and Veins*. Edinburgh: Churchill-Livingstone, 1975. p.61-71.
20. HAERS, H.; SAUNDERS, J.H. Review of clinical characteristics and applications of contrast-enhanced ultrasonography in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 234, p. 460-470, 2009. <DOI: 10.2460/javma.234.4.460>.
21. IZUMI, M.; SUGIURA, T.; NAKAMURA, H.; NAGATOYA, K.; IMAI, E.; HORI, M. Differential diagnosis of prerenal azotemia from acute tubular: necrosis and prediction of recovery diseases by Doppler ultrasound. *American Journal of Kidney Diseases*, v. 35, n. 4, p. 713-719, 2000. <DOI: **10.1016/s0272-6386(00)70020-5**>.
22. JUNIOR, A.R.; CAMOZZI, R.B. Doença do Trato Urinário Inferior dos Felinos/Cistite Intersticial. In: JERICÓ, M.M.; NETO, J.P.A.; KOGICA, M.M. *Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos*. 1 ed. Rio de Janeiro: Rocca, 2015. p. 1483–1492.
23. KEALY, J.; MCALLISTER, H. *Radiologia e ultrassonografia do cão e gato*. 3.ed. Barueri: Manole, 2005. 373p.
24. KEALY, J.K.; MCALLISTER, H.; GRAHAM, J.P. O Abdome. In: \_\_\_\_\_. *Radiografia e Ultrassonografia do Cão e do Gato*. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 23-198.
25. KIMURA, J.P.E.; COSTA, E.T. Programa código aberto para a formação de imagens por ultra-som. São Paulo: Editora IFMBE, 2007. p.588-597.
26. LANGSTON, C. Managing fluid and electrolyte disorders in kidney disease. *The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 47, p. 471-490, 2017. <DOI: **10.1016/j.cvsm.2016.09.011**>.
27. LANGSTON, C.E.; EATROFF, A.E. Acute Kidney Injury. In: SILVERSTEIN, D; HOPPER, K. *Small Animal Critical Care Medicine*. 2.ed. Saunders: Elsevier, 2015. p. 655-660.
28. LARSON, M.M. Rins e Ureteres. In: O'BRIEN, R.; BARR, F. *Manual de diagnóstico por imagem abdominal de cães e gatos*. São Paulo: Roca. 2012. p. 229-252.
29. LEVEILLÉ, R.; BILLER, D.S.; PARTINGTON, P.; MIYABAYASHI, T. Sonographic Investigation Transitional Cell Carcinoma of Urinary Bladder of Small Animals. *Veterinary radiology and ultrasound*, v. 33, n. 2, p. 103–107, 1992. <DOI: **10.1111/j.1740-8261.1992.tb01969.x**>.
30. LIMA, W. Transdutores de deformação a base de sensores piezoelétricos. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2013.
31. LITTLE, J.P.; HARDIE, R.J. Bladder. In: LANGLEY-HOBBS, S.J.; DEMETRIOU, J.L.; LADLOW, J.F. *Feline Soft Tissue and General Surgery*. 1.ed. Saunders: Elsevier, 2014. p. 423–432.

32. MACLENNAN D.; CORNER, G.; BUTTON, T.; ELGOYHEN J; HUGHES, H.; MEGGS, C.; DÉMORÉ, C.; COCHRAN, S.; ZHANG, D. Fundamental performance characterisation of high frequency piezocomposites made with net-shape viscous polymer processing for medical ultrasound transducers. *IEEE Ultrasonics Symposium*, 2008, p. 58-61.
33. MARTINS, G.; MARTINI, A.; MEIRELLES, Y.; DUTRA, V.; NESPÓLI, P.; MENDONÇA, A.; TORRES, M.; GAETA, L.; MONTEIRO, G.; ABREU, J.; SOUSA, V. Avaliação clínica, laboratorial e ultrassonográfica de felinos com doença do trato urinário inferior. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 4, n. 5, p. 2349-2356, 2013.
34. MATTOON, J.S.; NYLAND, T.G.; AULD, D.M. Técnicas de varredura abdominal por ultrassom. In: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. *Ultrassom diagnóstico em pequenos animais*. 2.ed. São Paulo: Roca, 2005. p.53-85.
35. MOORE, K.N.; DAY, R.A.; ALBERS, M. Pathogenesis of urinary tract infections: a review. *Journal of Clinical Nursing*, v. 11, n. 5, p. 568–574, 2002. <DOI: 10.1046/j.1365-2702.2002.00629.x>.
36. NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. 2.ed. Philadelphia: Editora Saunders, 2002.
37. NYLAND, T.G.; WIDMER, W.R.; MATTOON, J.S. Urinary Tract. In: MATTOON, J.; NYLAND, T. *Small Animal Diagnostic Ultrasound*, 3.ed. Saunders: Elsevier, 2015. p. 557–607.
38. OHLERTH, S.; O'BRIEN, R. Contrast ultrasound: General principles and veterinary clinical applications. *The Veterinary Journal*, v. 174 n. 3, p. 501-512, 2007. <DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.02.009>.
39. PARK, I.C.; LEE, H.S.; KIM, J.T.; NAM, S.J.; CHOI, R.; OH, K.S.; HYUN, C. Ultrasonographic evaluation of renal dimension and resistive index in clinically healthy Korean domestic short-hair cats. *Journal of Veterinary Science*, v. 9, n. 4, p. 415-419, 2008. <DOI: 10.4142/jvs.2008.9.4.415>.
40. PEIXOTO, G.; LIRA, R.; ALVES, N.; SILVA, A. Bases físicas da formação da imagem ultrassonográfica. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 4, n. 1, p. 15-24, 2010.
41. PELEGRINI, L. Ultrassonografia abdominal no diagnóstico precoce das afecções de gatos domésticos assintomáticos. 2015. Dissertação (mestrado em Biociência Animal Área de Concentração Saúde Animal) Universidade de Cuiabá – UNIC, Mato Grosso, 2015.
42. POURCELOT, L. Applications cliniques de l'examen Doppler transcutane. In: PERONNEAU, P. *Velocimetrie Ultrasonore Doppler*. Semin Inserm: Paris, 1974. p.213-240.
43. PRESTON, R.C.; SHAW, A. Recommended Ultrasound Field Safety Classification for Medical Diagnostic Devices. *National Physics Laboratory*, n. 50, p. 1-16, 2001.
44. PUGH, C.R. Ultrasonographic examination of abdominal lymph nodes in the dog. *Veterinary radiology and ultrasound*. v. 35, p. 110–115, 1994. <DOI: 10.1111/j.1740-8261.2012.01932.x>.
45. RADEMACHER, N. Diagnostic Imaging of the Urinary Tract. *Veterinary Clinics North America Small*

- Animal Practice, v. 49, n. 2, p. 261-286, 2019. <DOI: **10.1016/j.cvsm.2018.10.006**>.
46. RIESEN, S.; SCHUMID, V.; GASCHEN, L.; BUSATO, A.; LANG J. Doppler measurement of splanchnic blood flow during digestion in unsedated normal dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 43, n. 6, p. 554-560, 2002. <DOI: **10.1111/j.1740-8261.2002.tb01049.x**>.
47. ROSS, L. Acute Kidney Injury in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 41, n. 1, p. 1–14, 2011. <DOI: **10.1016/j.cvsm.2010.09.003**>.
48. SALES, R.; BRAGA, P.; FILHO, C. A importância da ultrassonografia na Medicina Veterinária: Ensino. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 13, n. 2, p. 156-178, 2019. <DOI: **10.5935/1981-2965.20190012**>.
49. SANTOS, I.F.C.; MAMPRIM, M.; SARTOR, R. Comparação das características e medidas ultrassonográficas do rim entre cães e gatos filhotes. *Revista brasileira de medicina veterinária*, v. 37, n. 3, p. 186-192, 2015. <DOI: **10.5216/cab.v14I4.23953**>.
50. SILVA, V.C.; MAMPRIM, M.J.; VULCANO, L.C. Ultra-sonografia no diagnóstico das doenças renais em pequenos animais. *Veterinária e Zootecnia*, v. 15, n. 3, p. 435-444, 2008.
51. SOUZA, M.W.P.; Achados ultrassonográficos do rim de cães e gatos. 2016. 49 p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
52. STOCK, E.; PAEPE, D.; DAMINET, S.; VANDERMEULEN, E.; DUCHATEAU, L.; SAUNDERS, J.H.; VANDERPERREN, K. Contrast-Enhanced Ultrasound Examination for the Assessment of Renal Perfusion in Cats with Chronic Kidney Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 32, n. 1, p. 260–266, 2017. <DOI: **10.1111/jvim.14869**>.
53. SUTHERLAND-SMITH, J. Bexiga e Uretra. In: PENNINCK, D.; D’ANJOU, M.A. *Ultrassonografia de Pequenos Animais*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 363- 381.
54. TAKEDA, C.S.I.; CARVALHO, C.F.; CHAMMAS, M.C. Ultrassonografia contrastada na medicina veterinária - revisão. *Clínica Veterinária*, v. 17, n. 101, 2012.
55. VAC, M.H. Sistema Urinário: Rins, Ureteres, Bexiga Urinária e Uretra. In: CARVALHO, C.F. *Ultra-sonografia em Pequenos Animais*. São Paulo: Roca. 2004. p. 111-144.
56. VESCOVI, L.; MONTEIRO, J.; SANTOS, W.; OLIVEIRA, D.; BORLINI, D.; MACHADO, F.; MARTINS FILHO, S.; COSTA, F. Ultrassonografia quantitativa do baço de gatos normais. *Veterinária em foco*, v. 7, n. 1, p. 3-10, 2009.
57. WALTER, P.A.; FEENEY, D.A.; JOHNSTON, G.R.; FLETCHER, T.F. Feline renal ultrasonography: quantitative analyses of imaged anatomy. *American Journal of Veterinary Research*, v. 48, n. 4, p. 596-599, 1987.

58. XAVIER JÚNIOR, F.A.F.;  
MORAIS, G.B.; DUTRA, M.S.;  
FREITAS, M.M.; ARAUJO, S.L.;  
VIANA, D.A.; EVANGELISTA,  
J.S.A.M. Doença Renal Aguda em  
gatos: conquistas e desafios. Medicina  
Veterinária (UFRPE), v. 13, n. 3, p.  
352-361, 2019.<DOI:  
**10.26605/medvet-v13n3-3308** >