



Centro Universitário de Brasília – UniCEUB  
Faculdade de Ciências da Educação e Saúde

**LAURA ANDRADE DE ALMEIDA**

**Avaliação ultrassonográfica renal de felinos domésticos (*Felis catus*): uma  
revisão da literatura.**

BRASÍLIA  
2022

**LAURA ANDRADE DE ALMEIDA**

**Avaliação ultrassonográfica renal de felinos domésticos (*Felis catus*): uma  
revisão da literatura.**

Monografia apresentada à Faculdade de  
Ciências da Educação e Saúde para obtenção  
do grau de bacharel em Medicina Veterinária.  
Orientador: Prof. Me. Fabiana Sperb Volkweis

Brasília  
2022

**LAURA ANDRADE DE ALMEIDA**

**Avaliação ultrassonográfica renal de felinos domésticos (*Felis catus*): uma  
revisão da literatura.**

Monografia apresentada à Faculdade de  
Ciências da Educação e Saúde para obtenção  
do grau de bacharel em Medicina Veterinária.  
Orientador: Prof. Me. Fabiana Sperb Volkweis

Brasília, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

**Banca examinadora**

Ariadine Barcelos Pinheiro

\_\_\_\_\_

Prof. Dr. Carlos Alberto da Cruz Júnior

\_\_\_\_\_

Prof. Me. Fabiana Sperb Volkweis

\_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

À todos os animais que habitam esse planeta, por me ensinarem sobre sentimentos complexos e legítimos.

Aos meus pais, Lusy e Evaldo, pelo amor incondicional e exemplo de vida

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lusy Gomes de Andrade e Evaldo Alves Almeida, por todo o apoio que me deram, desde que eu era pequena, e manifestei meu amor pela Medicina Veterinária. Por sempre me orientarem qual o melhor caminho a seguir. Por todo o suporte dado, mesmo com 800 km de distância. Meu muito obrigada.

Ao meu irmão, Lucas Andrade de Almeida, que sempre foi exemplo para mim. Agradeço todos os conselhos e cumplicidade. Sua lealdade e sensibilidade faz de você o melhor amigo que alguém poderia ter.

As minha avós, Cifra Maria Almeida (*in memoriam*) e Luzia Gomes, que tanto me ensinaram sobre ternura, afeto e simplicidade.

Às minhas amigas e irmãs de Palmas-TO, Nathalia Guerra, Karla Campos, Lorena Seckler, Marília Nogueira e Geovanna Miranda. Sinto saudades de todas vocês. Me orgulho das mulheres que se tornaram.

À todas as casas que me acolheram em Brasília. Primeiramente, à minha tia Lusy Mary Gomes e Ana Luiza, que me receberam em sua casa no início da graduação. Agradeço também à minha prima Louise Andrade por todos os momentos compartilhados. O café da tarde com vocês 3 era o melhor. Obrigada por todo apoio.

Ao Lar Madre Eugênia Ravasco, local de amparo para meninas de todo o mundo. O ano que passei nesse local me aproximou do Sagrado através de seu lindo jardim. Obrigada por todo o carinho e cuidado.

À República Jaboolandia, casa de jovens dedicados ao desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional, que me acolheu no último semestre da graduação.

À todos cães e gatos da minha família, Auina, Pedrita, Jack Sparrow, Lila, Fidel Castro e Mamão. Obrigada pelo companheirismo e por me ensinarem tanto sobre o amor.

À toda equipe do Hospital Seres Brasília, onde realizei estágio durante meu último ano de graduação. Nunca vou esquecer o quão enriquecedora foi essa experiência. Agradeço especialmente a Ariádine Barcelos Pinheiro, imaginologista do local, por ter me passado tudo que sabe e incentivado a seguir a área de ultrassonografia veterinária.

Aos professores e alunos do CEUB, meu agradecimento pelo espaço e abertura de oportunidades. Agradeço especialmente à minha orientadora, Fabiana Volkweis, pelo direcionamento na pesquisa do TCC com excelência.

Obrigada por todos que de alguma forma fizeram parte dessa etapa grandiosa da vida.

*“Em um lugar escuro nos encontramos e um pouco mais de conhecimento ilumina nosso caminho”*

*Mestre Yoda*

## RESUMO

A ultrassonografia diagnóstica é utilizada como um importante método de avaliação da integridade renal. Através desse exame de imagem, é possível visualizar em tempo real a anatomia renal e a hemodinâmica do fluxo sanguíneo nos rins. Os rins são órgãos responsáveis pela manutenção do equilíbrio hídrico e eletrolítico do organismo animal, sendo sua função principal a filtração do sangue. Os felinos domésticos, principalmente os mais idosos, possuem predisposição para desenvolvimento de nefropatias, sendo essencial a avaliação renal nessa espécie, para diagnóstico precoce de possíveis alterações relacionadas a esses órgãos do sistema urinário. Para a ultrassonografia renal, preferencialmente utiliza-se o transdutor linear, de 7,5 - 10 MHz. Em gatos hípidos, o comprimento renal do polo cranial ao polo caudal pode variar de cerca de 3 cm a 4,5 cm. Nessa espécie, os rins possuem formato oval, com aspecto de grão de feijão, sendo considerados mais arredondados e abaulados quando comparados os rins de um gato aos de um cão. Através da ultrassonografia abdominal simples, associada a métodos avançados como Doppler e Agentes de Contraste Ultrassonográficos (ACUS), é possível identificar precocemente e acompanhar o tratamento de suporte para diversas enfermidades relacionadas à doenças do trato urinário inferior, injúrias renal crônica e aguda, além de alterações congênitas, neoplasias, infecções renais, presença de cálculos e doença policística renal.

PALAVRAS-CHAVE: diagnóstico por imagem, nefrologia, gatos, doppler, rim

## ABSTRACT

Diagnostic ultrasound is used as an important method for assessing renal integrity. Through this imaging exam, it is possible to visualize in real time the renal anatomy and the hemodynamics of the blood flow in the kidneys. The kidneys are organs responsible for maintaining the water and electrolyte balance of the animal body, and its main function is blood filtration. Domestic cats, especially the older ones, have a predisposition to develop nephropathies, the renal evaluation in this species is essential, for early diagnosis of possible changes related to these organs of the urinary system. For renal ultrasonography, a 7.5 - 10 MHz linear transducer is preferably used. In healthy cats, the renal length from the cranial to the caudal pole may vary from about 3 cm to 4.5 cm. In this species, the kidneys are oval, bean-shaped, and are considered more rounded and bulging when comparing the kidneys of a cat to those of a dog. Through simple abdominal ultrasonography, associated with advanced methods such as Doppler and Ultrasound Contrast Agents (ACUS), it is possible to identify early and follow up the supportive treatment for several diseases related to lower urinary tract diseases, chronic and acute renal injury, besides congenital alterations, neoplasms, renal infections, presence of calculus and polycystic renal disease.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Diagrama de demonstração da construção básica de um transdutor setorial, com cristais piezoelétricos (CP) dispostos em torno de uma roda giratória, onde os elementos são varridos pela janela de escaneamento.
- Figura 2 - Principais transdutores utilizados para avaliação ultrassonográfica abdominal em pequenos animais. 2A: Transdutor linear L6-12-RS. 2B: Transdutor microconvexo 8C-RS.
- Figura 3 - Posicionamento em decúbito lateral de gato para avaliação ultrassonográfica renal, com localização do transdutor caudalmente à última costela, para visualização do rim esquerdo (a) e direito (b).
- Figura 4 - Medidas de comprimento (L), altura (H) e largura (W) do rim de um felino doméstico. 4A: Corte longitudinal/sagital do rim direito, demonstrando comprimento (L) e altura (H). 4B: Corte transversal do rim direito, demonstrando largura (W).
- Figura 5 - Desenho esquemático dos principais planos anatômicos usados na avaliação ultrassonográfica renal.
- Figura 6 - Anatomia normal esperada do rim de um felino doméstico. Figura 6A: Corte longitudinal/sagital. Figura 6B: Corte transversal. Em ambas as figuras, estão indicadas as principais estruturas.
- Figura 7 - Imagens ultrassonográficas representativas de dois gatos incluídos no estudo, mostrando sinal da medular. 7A: Imagem dorsal do rim de gato não diagnosticado com Doença Renal Crônica (DRC). A seta indica o sinal medular como uma linha fina, hiperecótica e com contorno definido. 7B: Imagem dorsal do rim de gato diagnosticado com DRC, as pontas das setas indicam o sinal medular característico, com banda hiperecótica, espessa e mal definida.
- Figura 8 - Imagem dúplex Doppler colorido de rim de gato normal evidenciando a vascularização intra renal. AA = artéria arqueada; AI = artéria interlobar.
- Figura 9 - Imagem ultrassonográfica em plano longitudinal dos rins de um felino, macho, de 6 meses, SRD, com sugestão de achados relacionados a ectopia renal cruzada com fusão.
- Figura 10 - Exame ultrassonográfico de rim direito (A) com hidronefrose por Obstrução de Ureter (B) em gato, macho, SRD, de 12 anos.

- Figura 11 - Dilatação pélvica renal leve a moderada (seta) observada com pielonefrite. Normalmente, a dilatação não é tão extensa como as observadas com hidronefrose.
- Figura 12 - Ilustração do fenômeno de refração ultrassonográfica causada por presença de cisto em tecido renal.
- Figura 13 - Imagem ultrassonográfica de ambos os rins de um felino, macho, srd, 1 ano, sugerindo cistos renais bilateralmente. Presença de múltiplas estruturas circulares anecogênicas em cortical renal bilateralmente, indicadas pelas setas.
- Figura 14 - Imagem ultrassonográfica do rim esquerdo de felino, macho, srd, 10 anos. Achado ultrassonográfico associado à nefropatia de aspecto crônico em agudização ou nefropatia aguda, com presença de área de provável infarto renal (seta amarela).

**LISTA DE SIGLAS**

AA - Artéria Arqueada

AI - Artéria Interlobar

AFAST - Avaliação Ultrassonográfica Focada no Trauma

ACUS - Agentes de Contraste Ultrassonográficos

CaOx - Oxalato de cálcio

DRA - Doença Renal Aguda

DRC - Doença Renal Crônica

DRP - Doença Renal Policística

FIV - Imunodeficiência viral felina

FelV - Leucemia viral felina

IP - Índice de Pulsatilidade

IR - Índice de Resistividade

PIF - Peritonite Infecciosa Felina

US - Ultrassonografia

VDF - Velocidade diastólica final

VPS - Velocidades de pico sistólico

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>DESENVOLVIMENTO</b> .....	13
<b>1. História e fundamentos da ultrassonografia</b> .....	13
<b>2. Princípios da ultrassonografia</b> .....	15
2.1. Transdutores.....	16
2.2 Caracterização tecidual ultrassonográfica.....	17
2.3 Modos da ultrassonografia.....	18
2.4 Artefatos.....	19
<b>3. Ultrassonografia veterinária</b> .....	20
<b>4. Avaliação ultrassonográfica do sistema urinário de felinos</b> .....	21
<b>5 Avaliação ultrassonográfica renal em felinos domésticos</b> .....	22
5.1 Doença Renal.....	27
5.1.1 Doença Renal Aguda (DRA).....	27
5.1.2 Doença renal crônica (DRC).....	28
5.1.3 Ultrassonografia avançada para avaliação de DRC.....	28
5.2 Alterações Congênitas.....	30
5.3 Hidronefrose.....	31
5. 4 Nefrite e Pielonefrite.....	32
5.5 Abscesso Renal.....	34
5. 6 Cálculos renais.....	34
5.7 Cistos renais.....	36
5.8 Neoplasias.....	38
5.9 Infarto Renal.....	38
<b>CONCLUSÃO</b> .....	39
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	40

## INTRODUÇÃO

Por possuir diferentes campos de atuação dentro da Medicina Veterinária, inicialmente, a ultrassonografia teve sua aplicação na década de 60, onde realizou-se avaliação de carcaça de bovinos e suínos de corte, através da técnica de imagem. A partir de 1960, os exames ultrassonográficos foram introduzidos com o objetivo de diagnóstico clínico, principalmente em pequenos animais (TEMPLE et al., 1956; SALES; BRAGA; FILHO, 2019).

A ultrassonografia diagnóstica se tornou uma ferramenta essencial para avaliação da integridade renal, uma vez que viabiliza informações sobre funcionalidade, arquitetura e dimensões renais (PEIXOTO et al., 2010). Através do exame ultrassonográfico, é possível avaliar a anatomia e fluxo sanguíneo que formam os rins (JARRETA; BOMBONATO; MARTIN, 2004), órgãos primordiais para a filtração sanguínea e equilíbrio hidro-eletrolítico corporal (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

A formação de imagens da anatomia renal ocorre a partir de uma onda ultrassônica gerada por um transdutor, que atravessa o organismo, e retorna em “ecos”, gerando informações em escala da cor cinza (PEIXOTO et al., 2010). No caso do método Doppler colorido, utilizado para avaliar a hemodinâmica renal, cores primárias formam um mapa com medidas de fluxo (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; PAPALÉO; SOUZA, 2019).

Os rins são órgãos facilmente identificáveis na imagem ultrassonográfica, essa que por sua vez é considerada dinâmica, por permitir a visualização em tempo real, de órgãos relacionados à diversas enfermidades (PEIXOTO et al., 2010), como é o exemplo de doenças renais, atualmente cada vez mais comuns em felinos domésticos (DEBRUYN et al., 2012).

A avaliação ultrassonográfica renal possibilita a visualização do parênquima dos rins e diferenciar suas estruturas próprias, como a cápsula, córtex, medula, ramificações das artérias e veias renais, divertículo e seio renal (JARRETA; BOMBONATO; MARTIN, 2004). É possível também, a partir da ecografia, realizar o monitoramento de grau de comprometimento tecidual, além de diagnosticar possíveis doenças relacionadas aos órgãos do sistema urinário como um todo (PRIETO et al., 2019).

De maneira geral, gatos possuem predisposição para desenvolvimento de nefropatias, principalmente os mais idosos, demonstra quão significativa é essa

técnica de avaliação por imagem para diagnóstico precoce (NYLAND; MATTOON, 2005; DEBRUYN et al., 2012; BRAGATO, 2017; PRIETO et al, 2019). Quando comparado aos cães, os gatos possuem quantidade reduzida de néfrons, que são as unidades responsáveis pela formação da urina nos rins. Enquanto os cães possuem cerca de 500.000 néfrons em cada rim, os felinos possuem 200.000 (JERICÓ, 2015).

Entre as vantagens da técnica de ultrassom para avaliação renal, destaca-se que essa pode ser considerada não invasiva, não é prejudicada por alterações da função renal, além de demonstrar acurácia diagnóstica para avaliação da hemodinâmica do fluxo sanguíneo nos rins (TAKEDA; CARVALHO; CHAMMAS, 2012; JUNIOR et al., 2020b). A perfusão renal pode ser monitorada através da Ultrassonografia Doppler e de Agentes de Contraste Ultrassonográficos (ACUS), sendo essas técnicas mais avançadas para observar a imagem em movimento, através de mapa de fluxo (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; PAPALÉO; SOUZA, 2019).

Este trabalho visa realizar uma revisão bibliográfica narrativa sobre os fundamentos básicos da ultrassonografia veterinária, com abordagem introdutória referente à modos, transdutores, caracterização tecidual, artefatos, e desenvolvimento com objetivo metodológico na avaliação das principais alterações que envolvem os rins de felinos domésticos (*Felis catus*). A revisão consta extensas pesquisas nas plataformas PubMed, Scielo, ResearchGate, Google Acadêmico e Pesquisa Integrada na Biblioteca Virtual do CEUB, utilizando palavras-chave como: diagnóstico por imagem, nefrologia, gatos, doppler, rim.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **1. História e fundamentos da ultrassonografia**

A história da acústica clássica, área de domínio da física relacionado ao estudo do som e seus fenômenos, procede de investigações por filósofos e cientistas como Pitágoras (século VI a.C.), Aristóteles (século IV a.C.), Boécio (século VI d.C), Galileu (1564-1642) e Sauveur (1653-1716), sendo esses, grandes estudiosos que iniciaram a pesquisa sobre os aspectos das ondas mecânicas e a propagação dessas em meios sólidos, líquidos e gasosos (SEOANE; GARCIA; FROES, 2011; SALES; BRAGA; FILHO, 2019).

Os estudos do físico Galileo Galilei (1564-1642) foram determinantes para a pesquisa moderna da acústica, uma vez que esse pesquisador demonstrou a correlação entre as vibrações e frequência da fonte do som. No ano de 1793 o italiano Spallanzani, estudioso das ciências naturais, descobriu que morcegos se orientam em locais escuros por meio de percepção sonora, bem como algumas espécies de mamíferos aquáticos, que reconhecem e avaliam o ambiente através de ecos emitidos por ondas ultrassônicas (SEOANE; GARCIA; FROES, 2011). Esse processo é denominado por ecolocalização e foi comprovada apenas em 1940, marcando o século 19 como essencial para os avanços dos estudos em acústica, logo, das descobertas em ultrassonografia (GRAAFF, 1981; CARVALHO, 2004).

Uma relevante descoberta realizada pelos irmãos Curie, foi a do efeito piezoelétrico, que consiste na capacidade de alguns cristais gerarem corrente elétrica por resposta a uma pressão mecânica entre superfícies opostas, produzindo sons ultrassônicos. Conseqüentemente, estes cientistas perceberam que a aplicação do ultrassom nos cristais resultava na conversão de energia mecânica em elétrica, e quando um pulso de ultrassom é direcionado a uma substância, uma parte deste som é refletida de volta a sua fonte com informações sobre o tipo de estrutura que penetrou (CURRY; DOWDEY; MURRAY, 1990; SEOANE; GARCIA; FROES, 2011).

Foi a partir do século 19, que a ultrassonografia, ramo de estudo da acústica, foi proposta como técnica diagnóstica, uma vez que notou-se que o efeito eco, originado de ondas de alta frequência, poderia ter aplicação médica, principalmente para visualização em tempo real de estruturas e órgãos internos de um corpo animal (SEOANE; GARCIA; FROES, 2011). A ultrassonografia de forma diagnóstica foi utilizada na medicina humana, inicialmente para imagem do abdome para a identificação de cálculos biliares, para obstetrícia e oftalmologia (DUSSIK et al., 1942; GRAAFF, 1981; SALES; BRAGA; FILHO, 2019)

Em 1950, o neurologista e psicólogo Karl Dussik, propôs que a ultrassonografia fosse utilizada como método diagnóstico, sendo pioneiro em experimentos que envolviam exame in vivo de componentes anatômicos das articulações do corpo humano. Nos testes realizados por Dussik, foi utilizado o modo de Amplitude ou modo-A. Para que a técnica funcionasse, foi necessário a imersão do paciente em uma banheira com água, havendo transdutores conectados a ela. O

primeiro ultrassom de contato foi desenvolvido em Glasgow na Inglaterra em 1960 (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; SZOPINSKA et al., 2021).

O ultrassom é definido como ondas sonoras cuja frequência é superior àquela percebida pelo ouvido humano, ou seja, acima de 20KHz. A técnica de diagnóstico por imagem que utiliza o eco gerado através dessas ondas, para visualização em tempo real de estruturas internas do organismo, por sua vez, é estabelecida como ultrassonografia, e seu princípio se dá pelo estudo em acústica, área investigada por grandes estudiosos, que iniciaram a pesquisa sobre os aspectos das ondas mecânicas e a propagação dessas em diferentes meios de propagação, inclusive órgãos e tecidos de organismos (CARVALHO, 2004; PEIXOTO et al., 2010).

## **2. Princípios da ultrassonografia**

As imagens da ultrassonografia diagnóstica, examinada através de um transdutor móvel, são formadas a partir da reflexão ou do espalhamento de um feixe sonoro pulsado de alta frequência, sendo esse descrito entre 1 a 15 MHz. O pulso de ondas do ultrassom é emitido a partir do efeito piezoelétrico, isto é, a deformação e vibração do cristal presente no transdutor após a emissão, e posteriormente, recebimento de um impulso elétrico através do eco (PAPALÉO; SOUZA, 2019).

A escala de tons de cinza que aparecem no monitor do aparelho de ultrassonografia, é determinada a partir do processamento da amplitude da onda retroespalhada, em paredes de um órgão ou mesmo ao longo de um tecido com estrutura heterogênea. O feixe sonoro produzido pelo aparelho de ultrassom interage com os tecidos de intensidades e frequência diferentes, originando um fenômeno descrito como atenuação, ou seja, a amplitude da propagação do som é reduzida de acordo com a sua distância percorrida (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; PAPALÉO; SOUZA, 2019).

Dois fatores destacados como importantes quanto a frequência, é o de absorção, que ocorre pela transformação da energia acústica em calor, considerada irrisória na ultrassonografia, e o de reflexão, que é basicamente o responsável pela formação de imagem nessa técnica diagnóstica (PEIXOTO et al., 2010; PAPALÉO; SOUZA, 2019).

A reflexão se refere ao momento que parte da onda sonora incide em superfícies refletoras e retornam ao transdutor, sendo um fator que depende da

densidade e velocidade da propagação do ultra-som, gerado justamente pela resistência entre dois meios (PEIXOTO et al., 2010). Quanto maior a diferença de impedância acústica, mais intensa a reflexão das ondas. Outras formas descritas de interação do som com o organismo são descritas como espalhamento, onde o comprimento da onda do feixe de som é maior que as partículas do meio, consequentemente produzindo pequenas reflexões em várias direções a partir de cada partícula, e ainda a refração, que ocorre quando o feixe sonoro não incide de forma perpendicular à interface das estruturas se há diferença da velocidade do som entre elas (NYLAND; MATTOON, 2004; CARVALHO, 2004).

O método de ecografia é considerado não invasivo ou minimamente invasivo, principalmente porque não apresenta efeitos nocivos, como exposição à radiação ionizante, geralmente não é necessário que se realize a sedação do animal e ainda possibilita a obtenção de imagens dinâmicas, que permitem a visualização em tempo real e em movimento de várias estruturas internas do organismo (PEIXOTO et al., 2010).

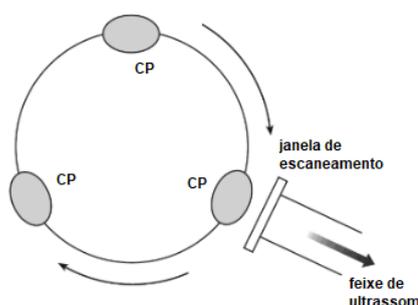
Apesar das vantagens citadas que esse exame de imagem apresenta, é um exame técnico dependente, uma vez que a interpretação e o conhecimento sobre princípios básicos físicos, bem como sobre a interação de ondas ultrassônicas em tecidos animais e os possíveis artefatos que podem ser gerados, necessita do olhar e estudo de um ultrassonografista (CHAMAS; CERRI, 2009; PEIXOTO et al., 2010).

## 2.1. Transdutores

Os transdutores, constituídos por cristais piezoelétricos, são responsáveis pela geração de feixe sonoro, a partir da aplicação de um pulso elétrico capaz de vibrar em frequência de ressonância e emitir o feixe sonoro ultrassônico, e também pela detecção do mesmo, sendo dependente da posição que o instrumental se encontra. Esse dispositivo também denominado como sonda ou “Scan head”, possui a capacidade de operar em frequências diferentes, variando inclusive a profundidade de penetração, e é classificado de acordo com o tipo de imagem produzida, podendo ser setoriais, lineares ou convexas (KREMKAU; CHAPTER, 2006; PEIXOTO et al., 2010).

As sondas possuem de dois a quatro cristais em sua borda, estes são varridos mecanicamente pelo campo de visão para produzir uma imagem em forma de leque ou setor (Figura 1) (MANNION, 2006).

Figura 1: Diagrama de demonstração da construção básica de um transdutor setorial, com cristais piezoelétricos (CP) dispostos em torno de uma roda giratória, onde os elementos são varridos pela janela de escaneamento.



Fonte: Adaptado de MANNION, 2006.

A diferença se dá principalmente pelo campo de imagem produzido e frequência ideal. Os setoriais e os convexas (Figura 2B), geralmente utilizam menor frequência (2-8 mHZ), possuem alta penetração e os feixes sonoros são descritos como divergentes de cunha. Já os lineares (Figura 2A) podem utilizar maior frequência (5-10 mHZ), possuem baixa penetração e produzem um campo de imagem retangular, uma vez que ocorre a formação de feixe sonoro em linhas paralelas (PEIXOTO et al., 2010; PAPALÉO; SOUZA, 2019).

Figura 2 : Principais transdutores utilizados para avaliação ultrassonográfica abdominal em pequenos animais. 2A: Transdutor linear L6-12-RS. 2B: Transdutor microconvexo 8C-RS.



Fonte: Do autor, 2022.

## 2.2 Caracterização tecidual ultrassonográfica

A depender da capacidade de reflexão e de gerar ecos, a imagem ultrassonográfica e caracterização tecidual é descrita de várias maneiras: quando

ocorre a produção de ecos, a partir da reflexão de ondas de ultrassom, de diferentes estruturas, utiliza-se o termo "ecogenicidade" (FARROW, 1992).

Nesse caso, são visualizados o parênquima de órgãos e tecido animal em variados graus de tons de cinza. Já o termo "anecóico", é descrito a partir da ausência de ecos. Isso ocorre porque uma estrutura, geralmente líquida, é totalmente atravessada pelas ondas de ultrassom sem gerar eco, sendo que assim são visualizadas imagens negras (BARR, 1990).

Em oposição, estruturas como gases e ossos aparecem como imagem branca e brilhante, uma vez que possuem alta reflexão sobre as ondas, sendo então denominados como "hiperecóico" (BARR, 1990). No caso de ocorrer uma reflexão parcial das ondas ultrassonográficas, é utilizado o termo "hipoecóico", no qual é possível observar a maioria das estruturas constituídas de tecidos moles representada por tons de cinza. Por fim, utiliza-se a palavra isoecóicas para estruturas diferentes que apresentam a mesma ecogenicidade (FARROW, 1992; PEIXOTO et al., 2010).

### 2.3 Modos da ultrassonografia

O feixe de ultrassom produzido e processado pelos cristais piezoelétricos de uma sonda retorna como eco, sendo que, subsequentemente, é apresentado em forma de imagem no monitor e analisado de acordo com a sua força e amplitude (PEIXOTO et al., 2010; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012). Os ecos são exibidos de formas diferentes no aparelho de ultrassonografia (US), sendo demonstrados como picos de voltagem sobre um traço linear. A US possui cinco modos básicos de operação: os modos A, B, M, Doppler e eletrográfico (PAPALÉO; SOUZA, 2019).

A intensidade de cada eco é indicada por uma variação na amplitude do pico, representado em função de uma escala de profundidade. O modo A (modo de amplitude), considerado o mais simples dos 3 principais, é um método unidimensional, utilizado com menor frequência, principalmente para exames oftálmicos e outras aplicações que requerem medidas de comprimento ou de profundidade precisas (NYLAND; MATTOON, 2005; MANNION, 2006).

O modo M, ou modo de movimento, por sua vez, é caracterizado pelo posicionamento fixo de emissão do feixe, em uma região que quando avaliada,

muda sua dimensão de acordo com o tempo, registrando e exibindo na tela, a imagem com suas dimensões na vertical e o tempo na horizontal. Normalmente é utilizado para ecocardiograma, ou seja, avaliação de músculos e válvulas do coração (NYLAND; MATTON, 2005; CARVALHO, 2004; MANNION, 2006).

O modo de exibição mais comum é a apresentação de brilho, claridade, ou modo B, sendo este limitado ao número de quadros por segundo, gerado a partir da capacidade do aparelho de analisar e processar os dados. Os ecos de retorno são digitalizados, convertidos e exibidos no monitor, de maneira dinâmica, em intensidades de brilho diferentes e em duas dimensões. A imagem apresenta-se na forma de uma escala em cinza, sendo que os retornos dos ecos fortes são intensamente brilhantes, e os ecos pobres são acinzentados ou pretos. Dessa forma, quanto maior a intensidade dos ecos de retorno, mais brilhante é o ponto da imagem (MANNION, 2006; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

Na ultrassonografia, o efeito Doppler é definido como um princípio físico no qual se verifica a alteração da frequência das ondas sonoras refletidas quando o objeto (corpo) refletor se move em relação a uma fonte de onda sonora, ou seja, a frequência das ondas retro espalhadas é o sinal primário (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; PAPALÉO; SOUZA, 2019).

A ferramenta Doppler associada à ultra-sonografia convencional fornece informações em tempo real sobre presença, direção, qualidade do fluxo, a arquitetura vascular e os aspectos hemodinâmicos dos vasos em diversos órgãos. A técnica de Doppler colorido é considerada não invasiva, pois permite observar uma grande parte da imagem em movimento, através de um mapa de fluxo, até mesmo em áreas que não aparecem como vasos no modo-B (CARVALHO; CHAMMAS; CERRI, 2008; PAPALÉO; SOUZA, 2019).

## 2.4 Artefatos

Artefatos correspondem à uma imagem ultrassonográfica que possui sua representação e informações geradas de maneira errônea, superficial ou deslocada. Isso ocorre porque a área examinada não transmite propriamente uma imagem ecográfica verdadeira, mas sim alterada (QUIEN; SARIC, 2018).

Dessa forma, durante avaliações ultrassonográficas, pode ocorrer deslocamento de elementos de imagem, mascaramento ou aprimoramento de elementos de imagem, e ainda, duplicação de elementos da imagem, sendo imprescindível a identificação dos artefatos para evitar falsas interpretações (PEIXOTO et al., 2010).

Alguns dos efeitos acústicos que ocorrem a partir da interação do feixe acústico com o meio são classificados como reflexão, refração, difração, atenuação, interferência e espalhamento. Entre os motivos pelos quais os artefatos são produzidos, se tem a técnica de varredura incorreta, uso inadequado do instrumento, configuração incorreta do aparelho, ou até mesmo preparo impróprio do paciente. A imagem ecográfica artefactual, pode sugerir a presença de estruturas que não estão de fato presentes, causando erros de impressão diagnóstica (NYLAND; MATTOON, 2004; LIMA et al., 2013).

Os artefatos mais comumente observados durante avaliações ultrassonográficas são “reverberação”, “imagem em espelho”, “lobo lateral”, “refração”, “sombra acústica” e “reforço acústico” (KINBERG, 1995; NYLAND; MATTON, 2004; RUMACK et al., 2006; SIMÕES, 2008; PISCO, 2009; LIMA et al., 2013).

### **3. Ultrassonografia veterinária**

A ultrassonografia ou ecografia é considerada um método relevante para investigação e eficácia diagnóstica, tendo além de aplicações médico-científicas, também utilidade industrial, em comunicação, execuções de atividades subaquáticas e estudo da natureza (GRAAFF, 1981). Na medicina veterinária, a técnica de ultrassom se tornou um exame complementar de eleição para avaliação anatômica e identificação de alterações em estruturas internas de animais (SALES; BRAGA; FILHO, 2019).

No que concerne a aplicação do ultrassom em animais, essa foi demonstrada pela primeira vez nos Estados Unidos da América, somente no ano de 1956, para mensuração de espessura do lombo em bovinos de corte, sendo que na Europa, pesquisadores também utilizaram a técnica para avaliação da carcaça de suínos (TEMPLE et al., 1956; SALES; BRAGA; FILHO, 2019).

Desde que a ultrassonografia foi introduzida na Medicina Veterinária, por volta de 1940, observou-se quão revolucionário foi para o segmento na produção de imagens dinâmicas (SEOANE; GARCIA; FROES, 2011). O método diagnóstico é considerado não invasivo e permite incontáveis aplicações. Atualmente, os exames ultrassonográficos fazem parte da rotina na medicina veterinária, uma vez que é capaz de detalhar as estruturas do organismo com eficácia, desde a anatomia às principais alterações do animal, sendo possível, por exemplo, avaliar alterações cardíacas, torácicas, abdominais, reprodutivas, oculares e músculo-esqueléticas (MATTOON et al., 2004; SALES; BRAGA; FILHO, 2019).

#### **4. Avaliação ultrassonográfica do sistema urinário de felinos**

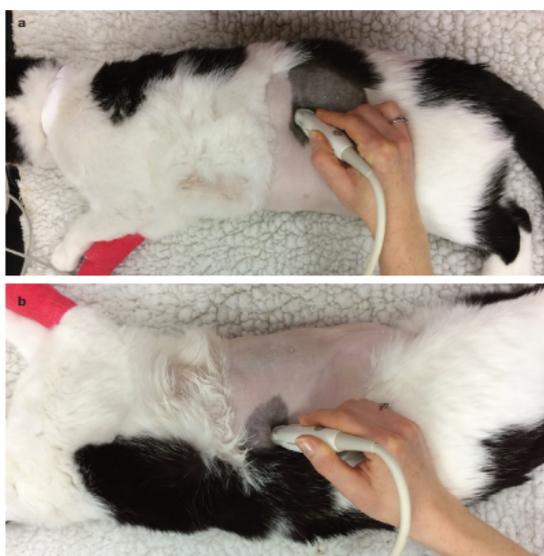
O sistema urinário de gatos domésticos é composto pelos rins, os ureteres, a vesícula urinária e a uretra. Para avaliação de doenças renais e outras enfermidades relacionadas com o trato urinário de pequenos animais, de maneira geral, utiliza-se técnicas de imagem variadas, como radiologia, através da 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 (JUNIOR et al., 2020a).

Na área da nefrologia e urologia veterinária, para que seja realizado correto diagnóstico e tratamento clínico, o ultrassom se torna um exame de eleição para a identificação de indícios patológicos de doenças renais, como a doença do trato inferior e as injúrias renal crônica e aguda (JUNIOR et al., 2020a). Quando há uma suspeita diagnóstica, uma associação de histórico de saúde a partir da anamnese, sinais clínicos do paciente, testes laboratoriais, bem como imagens diagnósticas para confirmação da doença (ESPADA; NOVELLAS, GOPEGUI, 2006; SOUSA et al., 2021).

O posicionamento do animal de maneira correta é necessário para a avaliação ultrassonográfica renal. Esse deve estar em decúbito lateral direito, esquerdo, ou decúbito dorsal, onde geralmente utiliza-se uma calha, em posição paralela ao aparelho de ultrassom (Figura 3). Além disso, para melhor visualização dos órgãos abdominais, pode ser realizada a tricotomia abdominal ampla, com

máquina de tosa, desde do osso púbis até o processo xifóide, associa a uma camada gel acústico à base d'água (PRIETO et al., 2019).

Figura 3 - Posicionamento em decúbito lateral de gato para avaliação ultrassonográfica renal, com localização do transdutor caudalmente à última costela, para visualização do rim esquerdo (a) e direito (b).



Fonte: Debruyn, 2020.

Através da US abdominal, é possível avaliar todo o trato urinário de um gato (PRIETO et al., 2019). O deslocamento do transdutor na região abdominal é realizado pelo movimento do punho em forma de leque, para pesquisa de cortes longitudinais/sagitais (BOYSEN et al., 2004).

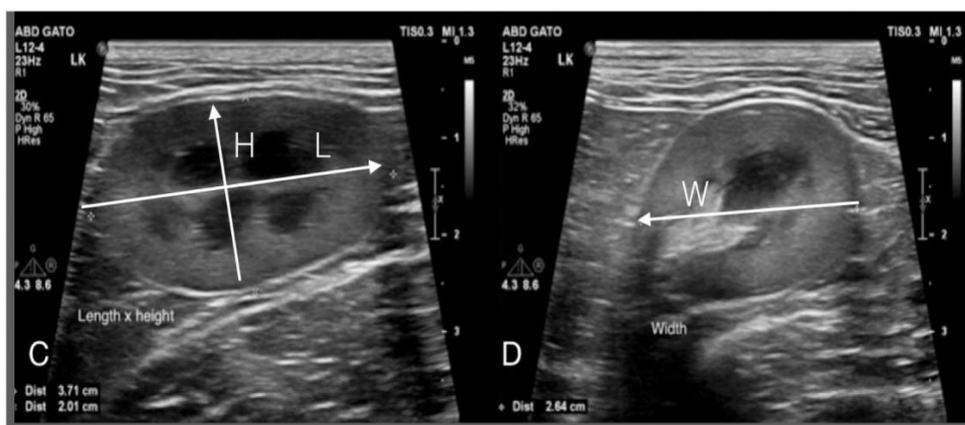
Com foco em janelas descritas pelo método de AFAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma, Avaliação Ultrassonográfica Focada no Trauma), é possível visualizar todos os órgãos do Sistema Urinário. Nessa técnica, avalia-se principalmente a presença de líquido livre, em janelas descritas através da projeção Esplenorrenal, projeção Cistocólica e, por fim, pela projeção Hepatorrenal Umbilical (LISCIANDRO, 2011; LISCIANDRO, 2022).

## 5 Avaliação ultrassonográfica renal em felinos domésticos

Em um felino doméstico, os rins são estruturas localizados no espaço retroperitoneal do abdome cranial, sendo que fisiologicamente, há um de cada lado, o esquerdo ao fundo do estômago, caudomedial a cabeça do baço e lateral à aorta, e o direito, ventral e muitas vezes medial ao duodeno e lateral à veia cava caudal (DEBRUYN et al., 2012; AGOPIAN et al., 2016). Possuem formato oval, com aspecto de grão de feijão, sendo considerados mais arredondados e abaulados quando comparado os rins de um gato aos de um cão, e são órgãos responsáveis pela manutenção da homeostasia do organismo, participando desde o equilíbrio hídrico e eletrolítico, através da filtração do sangue, até a atuação endócrina com a produção de renina e eritropoietina (DEBRUYN et al., 2012; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

O comprimento renal do polo cranial ao polo caudal em gatos saudáveis pode variar de cerca de 3 cm a 4,5 cm, podendo chegar até 5,3 cm, sendo influenciado por fatores como idade, peso, sexo e se o animal é castrado. As medidas mais aceitas para rins de felinos domésticos são, comprimento (L) 3,0 - 4,5 cm, Largura (W) 2,2 - 2,8 cm e altura (H) 1,9 - 2,5 cm (Figura 4). O comprimento geralmente é a dimensão mais utilizada para definir a presença ou ausência de nefromegalia, principalmente por ser uma medida de obtenção mais simples (DEBRUYN et al., 2012; LISCIANDRO, 2022).

Figura 4 - Medidas de comprimento (L), altura (H) e largura (W) do rim de um felino doméstico. 4A: Corte longitudinal/sagital do rim direito, demonstrando comprimento (L) e altura (H). 4B: Corte transversal do rim direito, demonstrando largura (W).



Fonte: LISCIANDRO, 2022.

Prieto et al.,(2019), avaliou o aspecto ecográfico dos rins de 12 gatos domésticos, observando topografia, tamanho, forma, contorno, arquitetura renal, dimensão de suas estruturas e ecogenicidade da cortical. O tamanho renal demonstrou média e desvio padrão de  $3,52 \pm 0,45$ cm para o rim esquerdo, e  $3,64 \pm 0,34$  cm para rim direito. Em relação a ecogenicidade da cortical, essa se mostrou majoritariamente aumentada, sendo um achado normal devido ao acúmulo de gordura tubular.

Os rins tendem a ser maiores em machos e gatos inteiros em comparação com as fêmeas, além de que gatos castrados podem diminuir de tamanho com a idade (DEBRUYN et al., 2012). Em algumas raças de gatos domésticos considerados gigantes, como o Maine Coon, o tamanho dos rins pode naturalmente ser um pouco maior e não estar dentro da referência normal. Em alguns gatos, o rim direito pode ser discretamente mais longo que o esquerdo, mas os dois rins ainda devem ser semelhantes em comprimento (GRIFFIN, 2020; LISCIANDRO, 2022).

Dessa maneira, identifica-se enfermidades como pielectasia, hidronefrose, cistos corticais, doença policística, pseudocistos, nefromegalia, massa renais e retroperitoneais, líquido perirrenal, infarto e líquido peritoneal. Outros achados ultrassonográficos passíveis de visualização são relativos à presença de mineralização, cálculos renais e arquitetura anormal dos rins (COLE; MANTIS; HUMM, 2018; LISCIANDRO, 2022).

O exame de ultrassom dos rins e do espaço perirrenal pode fornecer informações elementares sobre várias condições, incluindo doença renal crônica, hidronefrose e pseudocisto perirenal. Parâmetros morfológicos e morfométricos do parênquima renal são utilizados na rotina clínica e da ultrassonografia como referência para avaliação da higidez dos rins (DEBRUYN et al., 2012). Para avaliação da pelve renal, utiliza-se a referência de 0,2cm para gatos, sendo que valores acima de 1,3cm, já é considerado para cães e gatos, pielectasia associadas a obstrução (PENNICK; D'ANJOU, 2011).

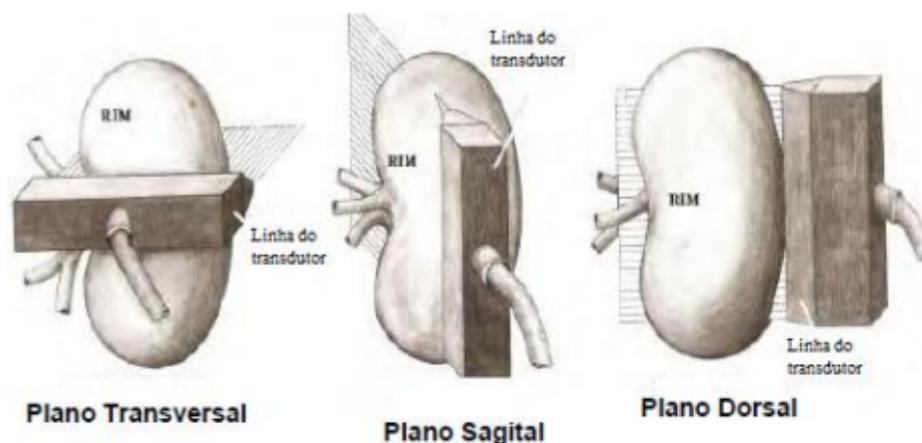
É necessário um transdutor linear de 7,5 - 10 MHz para a ultrassonografia renal (DEBRUYN et al., 2012). Para a preparação do paciente, preferencialmente deve ser realizada a tricotomia dos pelos sobre os dois últimos espaços intercostais à direita e imediatamente caudal à última costela à esquerda, isso porque os rins podem ser visualizados mais facilmente pelo acesso paralombar com o animal em posições laterais alternadas. A janela de acesso aos rins também pode ser avaliada

com o animal em posicionamento ventral. Em qualquer um dos planos serão observadas 3 estruturas principais dos rins, o córtex renal, medula renal e pelve renal (DEBRUYN et al., 2012; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; JUNIOR et al., 2020b).

Para avaliação renal através da ultrassonografia, visualiza-se tamanho, volume e aspectos do parênquima, tais como ecogenicidade do córtex e da medula renal, e as definições de imagem destas camadas (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; GRIFFIN, 2020).

Por apresentar características acústicas diferentes, as regiões de parênquima permitem a identificação visual e diferenciação de maneira mais nítida. Para avaliação ultrassonográfica renal, visualiza-se o órgão em dois cortes principais, em plano sagital, transversal e dorsal (Figura 5). No corte transversal, é possível identificar a região cortical, a região medular e a pelve renal (CARVALHO, 2004; GRIFFIN, 2020).

Figura 5 - Desenho esquemático dos principais planos anatômicos usados na avaliação ultrassonográfica renal.



Fonte: Nautrup, 2001.

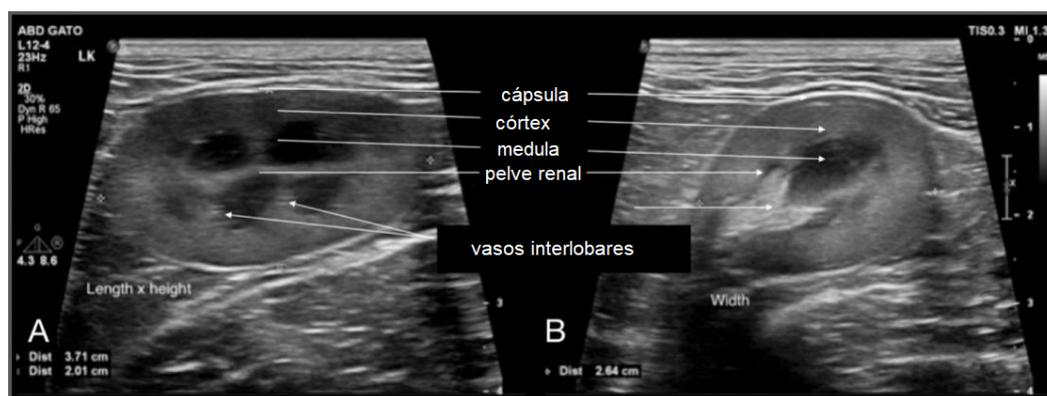
A região cortical possui ecogenicidade maior quando comparada a região medular, principalmente por possuir glomérulos, já a região medular é hipoeecogênica devido a presença dos túbulos do sistema coletor. Há uma demarcação evidente, definida pela presença de pequenas áreas hiperecóticas brilhantes entre essas duas regiões, chamada de junção córtico-medular, onde se localizam as artérias e veias

arqueadas (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; CARVALHO, 2004; GRIFFIN, 2020).

De maneira geral, o rim normal apresenta complexo ecogênico central brilhante, região medular hipoecogênica, ao redor da pelve renal e zona cortical periférica de ecogenicidade intermediária. Quando o exame ultrassonográfico avalia a ecogenicidade do sistema renal, sugere-se comparação com órgãos e estruturas periféricas. É descrito, por exemplo, que a cortical renal tende a ser hiperecótica em relação à medular renal, entretanto, hipoecótica em comparação ao baço e hipoecótica ou isoecótica, se comparada ao fígado (PRIETO et al., 2019; COLE; MANTIS; HUMM, 2018).

Os rins são formados por uma estrutura que reveste a sua superfície, denominada cápsula renal, sendo visualizado no exame ultrassonográfico como uma fina linha hiperecótica (Figura 6). No parênquima do órgão é possível visualizar a cortical renal, caracterizada pela maior ecogenicidade quando comparada à medular, região geralmente mais acentuada em gatos, principalmente por ser uma região de maior celularidade, uma vez que a espécie possui deposição natural de vacúolos de gordura no interior celular dos túbulos renais (MANNION, 2006; PRIETO et al., 2019; COLE; MANTIS; HUMM, 2018).

Figura 6 - Anatomia normal esperada do rim de um felino doméstico. Figura 6A: Corte longitudinal/sagital. Figura 6B: Corte transversal. Em ambas as figuras, estão indicadas as principais estruturas.

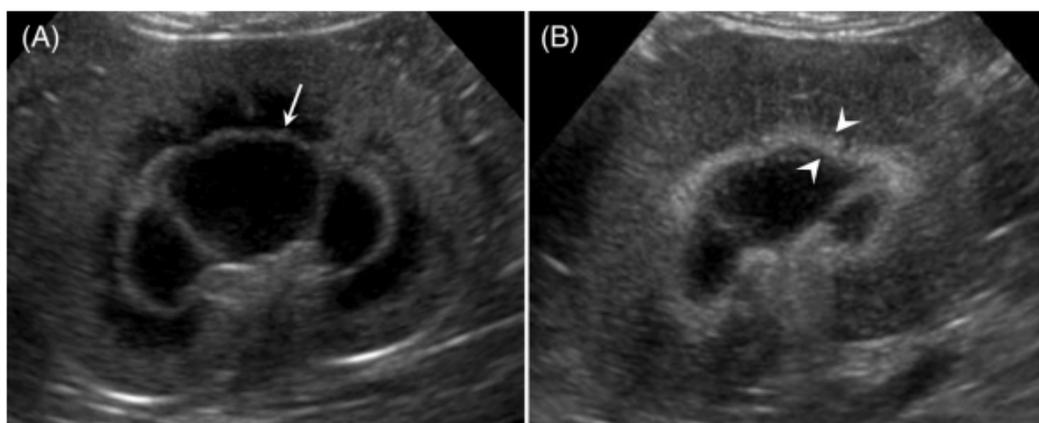


Fonte: Adaptado de LISCIANDRO, 2022.

Alguns gatos podem apresentar uma linha hiperecótica completa ou incompleta paralelo à junção corticomedular, na zona externa da medula, denominado sinal da medular (DEBRUYN et al., 2012; CORDELLA, 2020). Em

estudos histológicos descritos na literatura, isso se deve principalmente a depósitos de cálcio no lúmen dos túbulos renais proximais. O sinal da medular (Figura 7) pode aparecer discretamente em felinos considerados saudáveis, no entanto, pode ser uma característica de diversas condições patológicas, como necrose tubular aguda, consequente de toxicidade por etilenoglicol, vasculite granulomatosa por Peritonite Infeciosa Felina (PIF), nefrite intersticial crônica e calcificação renal secundária a hipercalcemia (MANNION, 2006).

Figura 7 - Imagens ultrassonográficas representativas de dois gatos incluídos no estudo, mostrando sinal da medular. 7A: Imagem dorsal do rim de gato não diagnosticado com Doença Renal Crônica (DRC). A seta indica o sinal medular como uma linha fina, hiperecótica e com contorno definido. 7B: Imagem dorsal do rim de gato diagnosticado com DRC, as pontas das setas indicam o sinal medular característico, com banda hiperecótica, espessa e mal definida.



Fonte: CORDELLA, 2020.

## 5.1 Doença Renal

Rins em estágio terminal geralmente são pequenos, irregulares, apresentam ecogenicidade cortical e medular aumentada, bem como arquitetura interna de difícil visualização, com transição córtico medular mal definida. Por vezes o córtex e/ou a medula renal podem ter uma aparência estriada devido à presença de múltiplas bandas hiperecóticas, resultantes de presença de gordura com necrose tubular. Pode haver calcificação do parênquima renal (nefrocalcinose) e/ou cálculos dentro da pélvis renal. Em alguns casos, pode ser difícil diferenciar entre a mineralização maléfica do parênquima próximo da pélvis renal e os cálculos dentro da pélvis (PRIETO et al., 2019; BARRIO, 2019). Para avaliação da proporção de área referente a cortical e medular dos rins, essa deve possuir a mesma espessura, na proporção de tamanho de 1:1 (VAC, 2014).

### 5.1.1 Doença Renal Aguda (DRA)

A Doença Renal Aguda (DRA), ou injúria renal crônica, 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 (XAVIER et al., 2019). Ao que concerne a DRA, os achados ultrassonográficos mais frequentes são nefromegalia, pielectasia e aumento da ecogenicidade renal (COLE; MANTIS; HUMM, 2018).

### 5.1.2 Doença renal crônica (DRC)

A doença renal crônica (DRC) é uma condição morfofuncional de evolução progressiva e irreversível, de um ou de ambos os rins, com etiologia heterogênea e multifatorial, especificada pela perda de tecido renal funcional. Entre as principais etiologias, é descrito a doença renal policística, neoplasias renais, amiloidose, lesão renal aguda, pielonefrites e glomerulopatias. Nos estágios iniciais da DRC, os gatos podem não apresentar sinais clínicos, sendo essa condição comumente descoberta através de um exame ultrassonográfico de rotina ou uma triagem laboratorial (BARRIO, 2019; JUNIOR et al., 2020a).

Exames de imagem são necessários para avaliação da arquitetura e tamanho dos rins, condições renais primárias associadas à DRC ou ainda processos obstrutivos (ureterolitíases e uropatias obstrutivas). A ultrassonografia é o método mais utilizado para detecção da DRC, sendo que exames radiográficos e a tomografia computadorizada muitas vezes também podem ser realizados de forma complementar (BARRIO, 2019, GRIFFIN, 2020).

Na descrição ultrassonográfica de avaliação de doenças glomerulares decorrentes da perda de proteína, como amiloidose renal ou glomerulonefrite, é possível visualizar aumento da ecogenicidade do córtex renal, definição corticomedular reduzida bilateralmente e presença de linhas perirrenais hiperecóticas, com espessamento do tecido. No rim, a deposição ocorre principalmente dentro do interstício medular, embora o envolvimento glomerular seja também comum. Dependendo da cronicidade, os rins podem também apresentar alterações de tamanho (PENNICK; D'ANJOU, 2011; GRIFFIN, 2020).

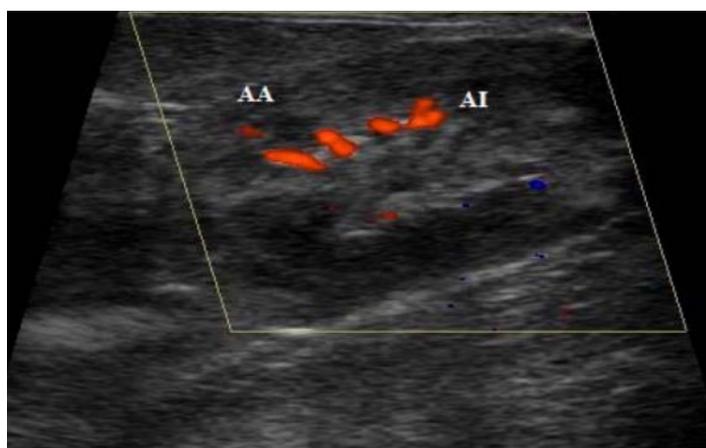
### 5.1.3 Ultrassonografia avançada para avaliação de DRC

Atualmente, ferramentas de acurácia diagnóstica são utilizadas através da ultrassonografia, contribuindo para avaliação e acompanhamento da progressão da DRC, tal como da efetividade do tratamento estabelecido. As modalidades que se destacam são a Ultrassonografia de Contraste e em modo Doppler (TAKEDA; CARVALHO; CHAMMAS, 2012; JUNIOR et al., 2020a).

As técnicas de Doppler colorido, de amplitude (*power* Doppler) e pulsado permitem monitorar a hemodinâmica intrarrenal, demonstrando a graduação da perfusão e a aferição dos índices hemodinâmicos intrarrenais (MARTÍN, 2015). O US Doppler colorido é uma técnica complementar à US convencional, na qual se avalia a perfusão renal através de um mapeamento em cores. Nesse modo é possível determinar a presença ou ausência de fluxo nos vasos renais (Figura) (CARVALHO, 2009).

A técnica de avaliação ultrassonográfica ao modo Doppler pulsado (Figura 8) é considerada acessível, não invasiva e permite avaliar a dinâmica vascular dos rins, por meio da aferição dos índices de resistividade (IR) e pulsatilidade (IP). Nessa modalidade, os ecos de origem do fluxo sanguíneo irão atingir o transdutor durante um curto intervalo de tempo em que o equipamento está aberto à recepção dos sinais, proporcionalmente à profundidade do vaso, denominado portal (*gate*) (KODAIRA, 2002; NYLAND; MATTOON, 2005). Além do IR e IP, o ultrassom Doppler fornece informações relacionadas a velocidades de pico sistólico (VPS) e diastólica final (VDF) das veias e artérias renais (CARVALHO, 2009).

Figura 8 - Imagem dúplex Doppler colorido de rim de gato normal evidenciando a vascularização intra renal. AA = artéria arqueada; AI = artéria interlobar.



Fonte: CARVALHO, 2009

A profundidade, tamanho e volume de sangue do portal, no modo B, possibilita a localização da região de interesse precisamente. Ademais, o cursor permite a determinação do ângulo de incidência do feixe transmissor em relação à direção ao fluxo (MARTÍN, 2015). De modo geral, a avaliação da dinâmica vascular renal pode ser realizada preferencialmente por meio da técnica Doppler, conjuntamente com análises laboratoriais como o exame de urina e exames de análise bioquímicas de função renal (MARTÍN, 2015; MARTÍN, 2017; JUNIOR et al., 2020b).

A ultrassonografia contrastada utiliza Agentes de Contraste Ultrasonográficos (ACUS), método que permite acompanhar a progressão da DRC ao observar a presença do agente de contraste no córtex renal, assim como avaliação da perfusão renal (TAKEDA; CARVALHO; CHAMMAS, 2012; JUNIOR et al., 2020b). Isso porque a perfusão e vascularização nos órgãos é evidenciada, sendo possível inclusive a diferenciação de tecidos saudáveis, uma vez que após a administração da ACUS, as lesões profundas se tornam notórias (TAKEDA; CARVALHO; CHAMMAS, 2012).

Os ACUS possuem gás estabilizado e são compostos por microbolhas, agindo dessa forma através da intensificação da resposta acústica a partir do seu alto grau de ecogenicidade, e do sinal Doppler, evidenciando a vascularização dos tecidos. Apesar de ocorrer 99% da eliminação do agente de contraste por via renal, através da filtração glomerular quando aplicado via intravenosa, aconselha-se não administrar contraste iodado, em pacientes desidratados, hipotensos ou em anúria, principalmente como medida preventivas ao desenvolvimento da nefropatia induzida por contraste (MARTÍN, 2017; JUNIOR et al., 2020b).

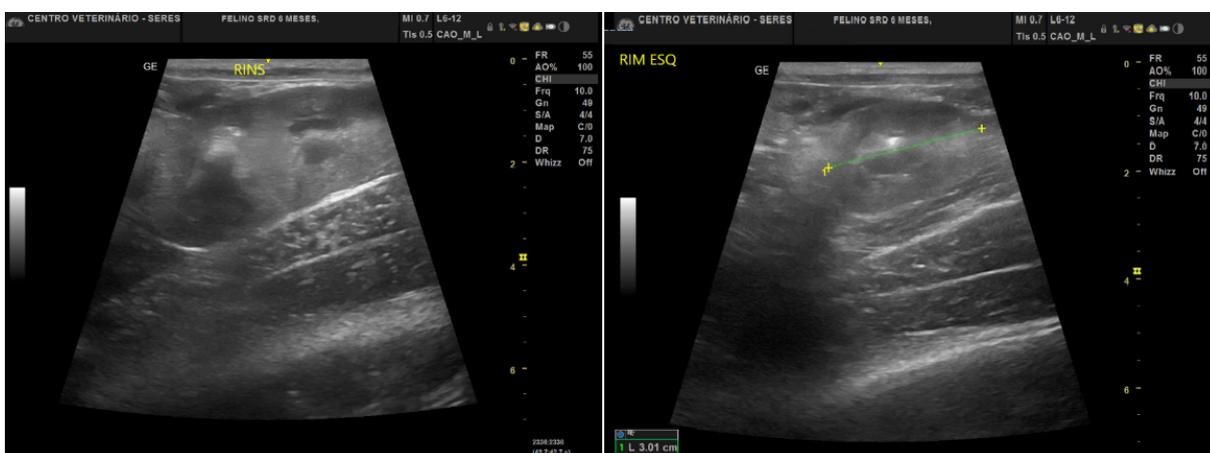
## 5.2 Alterações Congênitas

As alterações congênitas relacionadas ao sistema renal podem ser definidas quando um ou os dois rins são ausentes, deformados, displásicos, policísticos, deslocados, hipoplásicos ou não funcionais. Comumente, quando não há um rim ou possui funcionalidade comprometida, o outro rim, de maneira compensatória, pode apresentar hipertrofia. Nesse caso, a ultrassonografia é capaz de visualizar a presença ou ausência de um rim. Outros exames complementares, como tomografia

computadorizada, radiografia e urografia excretora, são capazes de confirmar o diagnóstico (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

A ectopia renal consiste na localização deslocada do rins, quando um desses não se apresentam em topografia habitual, ligeiramente acima ou abaixo, ou quando um rim migra para o lado oposto e cruza o ureter a linha média, antes de ser inserido na bexiga. No caso de ectopia renal cruzada (Figura 9), ou seja, de fusão renal, as duas pélvis renal podem ser visualizadas como o mesmo rim. Para confirmação diagnóstica, exames radiográficos com uso de contraste podem demonstrar uma silhueta renal única, com duas pélvis e dois ureteres independentes que são inseridos normalmente no trígono vesical da vesícula urinária (FULGÊNCIO et al., 2019).

Figura 9: Imagem ultrassonográfica em plano longitudinal dos rins de um felino, macho, de 6 meses, SRD, com sugestão de achados relacionados a ectopia renal cruzada com fusão. Em topografia lateral esquerda do abdómen apresentou estrutura alongada compatível com o rim. Observou-se cortical e medular presentes e diferenciáveis, com arquitetura renal interna alterada e duas pelvis renais. Veia cava caudal com desvio de trajeto, sendo observada ventralmente à estrutura renal.



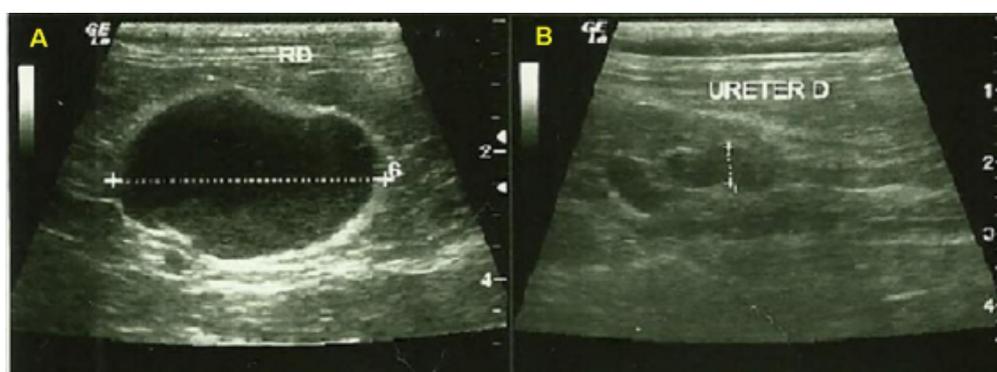
Fonte: Imagem cedida pela MV. Ariádine Barcelos Pinheiro, 2022.

### 5. 3 Hidronefrose

A hidronefrose, uma dilatação da via de fluxo do trato renal, pode ser congênita ou adquirida, sendo que o grau de distensão depende da gravidade, tempo e causa obstrutiva. Além disso, dependendo da cronicidade da doença, a arquitetura renal é progressivamente substituída por líquido anecóico (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM; 2012).

Geralmente observa-se a dilatação do ureter (Figura 10) por meio da visualização de uma estrutura tubular anecóica estendendo-se caudalmente a partir da pelve renal em direção à bexiga. Caso a obstrução se apresente na altura do trigono vesical, o ureter é traçado a partir da parede dorsal da bexiga. Dilatação pélvica moderada e hidroureter podem ser visualizados com ectopia ureteral. Alterações relativas a uma leve dilatação da medula renal podem ser visualizadas em pacientes em fluidoterapia (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; FULGÊNCIO et al., 2019; SOUSA et al., 2021).

Figura 10 – Exame ultrassonográfico de rim direito (A) com hidronefrose por Obstrução de Ureter (B) em gato, macho, SRD, de 12 anos.



Fonte: SOUZA, 2015.

#### 5. 4 Nefrite e Pielonefrite

A pielonefrite refere-se à inflamação supurativa do rim, onde ocorre infecção da pelve e do parênquima renal, geralmente originado por uma infecção bacteriana do trato urinário por via ascendente. A doença pode manifestar-se de forma unilateral ou bilateral, aguda ou crônica, sendo que o diagnóstico definitivo da infecção baseia-se no exame físico, exames laboratoriais, exame radiográfico e ultrassonográfico, além da cultura e antibiograma da urina (GALVÃO, 2010; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

Os meios de diagnósticos por imagem mais indicados são a urografia excretora e o exame ultrassonográfico. Na radiografia é possível observar a dilatação dos ureteres e das pelves, além de distorção dos recessos com atrofia e assimetria da cortical renal, ou mesmo a nefrolitíase, sendo essa nem sempre visível. O contorno renal pode se apresentar irregular e, em casos crônicos, as

dimensões renais são reduzidas (SMEAK, 1998; GALVÃO, 2010; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

As bactérias colonizam a pelve renal e se estendem à cápsula, onde comumente infectam a medula renal, essa que por sua vez é considerada suscetível à proliferação por ter pouco suprimento sanguíneo e alta osmolaridade intersticial. A afecção é descrita com maior prevalência em gatas fêmeas de idade avançada, acometendo de maneira menos frequente a espécie felina, quando comparada aos cães (NOBREGA et al, 2013; MELLO et al, 2017).

No exame ultrassonográfico evidencia-se um ou ambos os rins aumentados de tamanho, principalmente quando a doença se manifesta de maneira aguda, observando também dilatação da pelve renal e do ureter (Figura 11). Além disso, o aumento de ecogenicidade na medula e na pelve renal, e tamanho e contornos renais variáveis. Áreas hipocóicas/hiperecóicas focais na cortical renal com áreas hipocóicas focais na medula podem ser visualizadas. Para o paciente em tratamento, aconselha-se o acompanhamento com a urinálise e exame ultrassonográfico periódico (SMEAK, 1998; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; NOBREGA et al, 2013; MELLO et al, 2017).

Figura 11 - Dilatação pélvica renal leve a moderada (seta) observada com pielonefrite. Normalmente, a dilatação não é tão extensa como as observadas com hidronefrose.



Fonte: Nyland et al. (2005).

É importante destacar que a nefrite, ou seja, inflamação dos túbulos renais e tecido túbulo-intersticial, em sua forma aguda, pode desencadear alterações não aparentes nos rins, não descartando a doença nesse caso. Alguns dos aspectos descritos como compatíveis à inflamação e/ou infecção renal seria a assimetria

renal, com mensurações de comprimento, altura e pelve, da estrutura avaliada em plano longitudinal, leve perda da definição corticomedular, hiperecogenicidade cortical em relação ao parênquima esplênico e hepático, aumento da área renal e presença de dilatação em pelve renal (NOBREGA et al, 2013; MELLO et al, 2017).

Uma faixa hiperecólica medular, localizada entre a pelve e a cortical, é vista em aproximadamente um terço dos casos. Além disso, a presença de líquido livre peri renal pode ser observada. No caso de glomerulonefrite, aguda ou crônica, pode visualizar-se o sinal da medular (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; NOBREGA et al, 2013; MELLO et al, 2017).

### 5.5 Abscesso Renal

Os abscessos renais podem ser classificados como perirrenais ou intrarrenais, e geralmente ocorrem quando já há um processo primário em vias urinárias, tais como obstrução uretral, cálculos renais, infecções no trato urinário de longa duração ou recorrentes e refluxo vesico-ureteral. As manifestações clínicas incluem poliúria, polidipsia, debilidade, hipertermia e sensibilidade lombar (renal). O reconhecimento dos sintomas, associado ao exame ultra-sonográfico são essenciais para o diagnóstico precoce da afecção (SILVA et al, 2011; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

Áreas preenchidas por conteúdo líquido de aspecto anecóicas e hipoecóicas frequentemente representam regiões de hemorragia, de abscessos ou de necrose. O padrão ecogênico torna-se variável de acordo com o tempo da lesão e grau de retração do coágulo. Alguns abscessos podem apresentar paredes delineadas, espessadas e hiperecóicas. A drenagem percutânea guiada por ultra-som, aliadas a terapêutica com antimicrobianos possui eficácia em abscessos de tamanho médio (KANAYAMA et al., 2003; SILVA et al, 2011; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

### 5.6 Cálculos renais

A urolitíase possui etiologia variável, sendo observados diferentes tipos de cálculos, como o oxalato de cálcio (monohidratado e diidratado), a estruvita (fosfato

amônio magnesiano), o urato (urato amônio, sais de urato, ácido úrico), xantina, cistina, fosfato de cálcio, sílica e sangue seco solidificado (KIRK; BARTGES, 2006). Os urólitos são formados a partir da precipitação de minerais calculogênicos, por alta saturação urinária, por lesão renal, estase urinária, infecções ascendentes, desequilíbrio metabólico, redução ou ausência dos inibidores de cristalização (CANNON et al., 2007; HOUSTON et al., 2016; GOMES et al., 2019).

A US dos rins é considerada de grande utilidade para determinação da presença ou ausência de obstrução no sistema urinário de pacientes com histórico ou suspeita de urolitíase. Para o exame ultrassonográfico, idealmente o paciente deve estar bem preparado, isso porque pequenos cálculos tendem a ser ocultados pelo conteúdo intestinal (PIMENTA et al., 2014).

Cálculos renais possuem aspecto hiperecótico, distintos, com forte sombreamento acústico. Quando os cálculos são pequenos, pode se tornar dificultosa a diferenciação da pelve hiperecótica normal. Se a pelve renal estiver dilatada com líquido, os cálculos serão visualizados com nitidez. Outros achados consideráveis relacionados às veias interlobulares são descritos, já que passam da medula para o córtex, podendo gerar sombra acústica e serem confundidos com cálculos (MANNION, 2006; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012)

A existência de hidroureter, hidronefrose e pielectasia podem indicar a existência de obstrução. O diagnóstico clínico presuntivo de litíase renal e/ou uretral, de cálculos com o Oxalato de cálcio (CaOx) (PIMENTA et al., 2014), pode ser realizado a partir da associação entre a localização anatômica do cálculo, aspectos ultrassonográficos, e análise físico-química e microbiológica da urina. Esta deve ser preferencialmente coletada através da cistocentese, técnica realizada pela inserção de agulha na linha média em gatos machos e fêmeas, guiada por ultrassonografia para coleta de urina diretamente da vesícula urinária (RUBIN, 2002; CHEW, 2011; LULICH; OSBORNE; ALBASAN, 2011).

Para detecção de urólitos, o transdutor de 7.5MHz é considerado mais sensível. Sabe-se que a interface entre a urina e os cálculos é marcadamente hiperecótica, demonstrando sombras acústicas entre os cálculos, além desses serem visualizados mais facilmente somente se estiverem próximos à vesícula urinária. O aspecto radiográfico e ultrassonográfico dos urólitos é sugerido a partir da sua composição mineral, tamanho, quantidade e localização (LULICH; OSBORNE, 2009; TÜRK et al., 2016).

Apesar da ultrassonografia não ser recomendada para classificar a composição mineral do cálculo, é uma técnica que possui visualização de imagem com qualidade, sendo vantajosa uma vez que é considerada mais acessível e não expõe o paciente e o técnico à radiação, quando comparada ao exame radiológico. A precisão diagnóstica de urolitíase é considerada moderada, uma vez que pode apresentar resultados em falsos-negativos e falsos-positivos (LAMB; CORTELLINI; HALFACREE, 2018).

Para distinguir urólitos renais de mineralização renal, algo considerado difícil especialmente em gatos, sugere-se outros exames complementares, como a radiografia simples abdominais, urografia contrastada, tomografia computadorizada e ressonância magnética (LABATO, 2001; PEREIRA et al, 2019).

### 5.7 Cistos renais

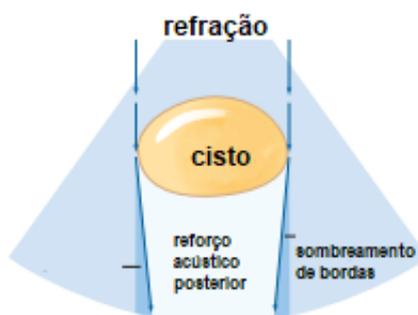
A Doença Renal Policística (DRP) é uma enfermidade hereditária autossômica dominante, caracterizada pela presença de cistos, de variados tamanhos, únicos ou múltiplos, sendo congênitos ou adquiridos, com aparecimento consequente em de uma inflamação ou obstrução dos túbulos (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012). A dilatação e/ou expansão de segmentos tubulares renais, traduzidas na formação progressiva de estruturas císticas, acometendo principalmente gatos da raça Persa e raças originadas de cruzamento de persas (BILLER et al., 1996; FERREIRA; GALVÃO; SOCHA, 2010; VIEIRA, 2012).

O diagnóstico da doença renal policística em gatos é realizado associando-se sinais clínicos, achados bioquímicos laboratoriais e resultados das imagens obtidas através de exames como radiografia e US abdominal. O exame ultrassonográfico, é considerado atualmente uma das técnicas de imagem menos invasivas, e mais práticas para diagnosticar essa condição, sendo capaz de identificar a presença de cistos renais com a sensibilidade de mais de 91% em gatos com mais de 36 semanas de idade (BILLER et al., 1996; CARVALHO et al., 2017).

Os cistos possuem aspecto arredondado, anecóico, com margem lisa e reforço acústico posterior (Figura 12). O feixe produz uma sombra distal a estruturas curvas. No caso de um cisto renal, a refração sonora ocorre para dentro, ou seja, focalizado, uma vez que a velocidade dentro do cisto é inferior à do tecido renal. O

realce distal, ou reforço acústico também é visto em profundidade aos cistos devido a uma diminuição da atenuação em comparação com o tecido adjacente (NYLAND; MATTOON, 2005).

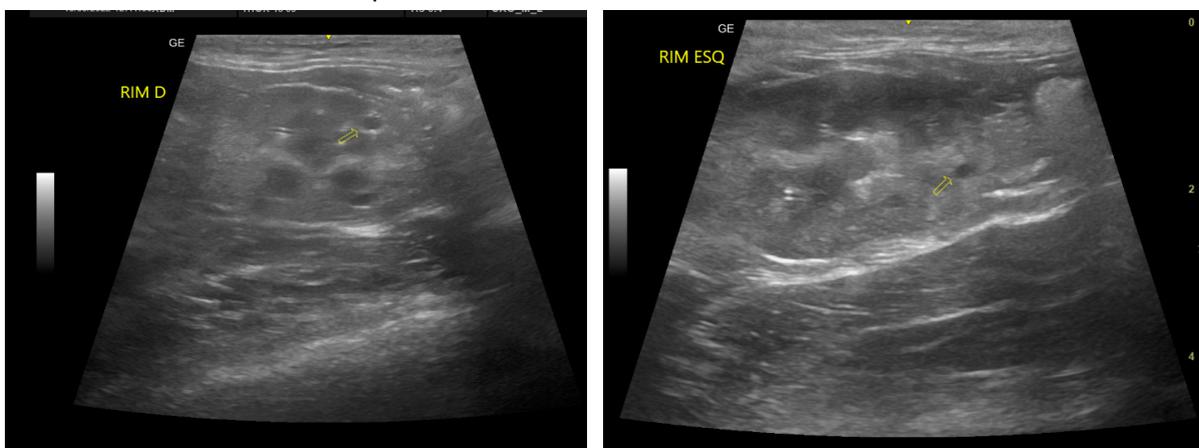
Figura 12 - Ilustração do fenômeno de refração ultrassonográfica causada por presença de cisto em tecido renal.



Fonte: Adaptado de Nyland (2005).

Quando estão localizadas na periferia de um rim, podem deformar o contorno renal, e em casos graves da DRP, pode ocorrer perda de toda a arquitetura renal. Cistos perinéfricos ou perirrenais são anecogênicos, repletos de líquido que circunda o rim, o qual aparece relativamente hiperecótico (Figura 13) (NYLAND; MATTOON, 2005; KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012).

Figura 13: Imagem ultrassonográfica de ambos os rins de um felino, macho, srd, 1 ano, sugerindo cistos renais bilateralmente. Presença de múltiplas estruturas circulares anecogênicas em cortical renal bilateralmente, indicadas pelas setas.



Fonte: Imagem cedida pela MV. Ariádine Barcelos Pinheiro, 2022.

## 5.8 Neoplasias

As principais neoplasias renais descritas são o linfoma, adenocarcinoma e sarcomas, e apesar não possuírem características específicas no exame ultrassonográfico, geralmente observa-se nos rins presença de massas com aspecto heterogêneo e irregularidade em sua arquitetura e contornos (SILVA, 2008), o linfoma renal pode ser visualizado bilateralmente, apresentando também dimensões aumentadas, aumento difuso da ecogenicidade, perda da definição corticomedular, edema subcapsular, espessamento e irregularidade da cápsula renal (DALEK; CALAZANS; NARDI, 2009).

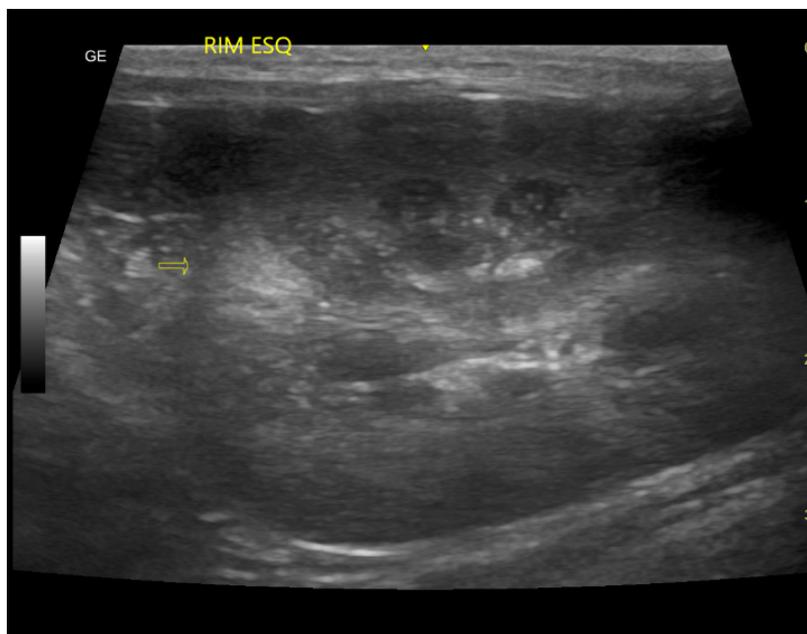
De maneira geral, a ecogenicidade das massas pode variar dependendo da presença vascularização, grau de hemorragia ou necrose, e quantidade de tecido fibrótico ou deposição mineral presentes. Dessa forma, tumores pouco vascularizados, como o linfoma, tendem a possuir aspecto hipocogênico, enquanto tumores vascularizados, sem hemorragia ou com sinal de necrose, apresentam-se mais hiperecogênicos (WALTER et al., 1987; ESPADA; NOVELLAS, GOPEGUI, 2006).

Uma vez que linfomas renais podem estar associados a doenças virais, os agentes da imunodeficiência viral felina (FIV) e da leucemia viral felina (FeLV) são considerados agentes predisponentes ao linfossarcoma na espécie felina, sendo que gatos machos não domiciliados, não vacinados e não castrados possuem risco maior de infecção por FeLV, uma vez que são mais territorialistas e a contaminação se dá principalmente através da saliva, compartilhada em brigas com gatos possivelmente infectados (CÁPUA et al, 2005; AMORIM, 2006; BEATTY, 2014)

## 5.9 Infarto Renal

Os infartos de modo geral se definem como um distúrbio circulatório, que pode ocorrer de maneira aguda ou crônica. Infartos renais agudos são visualizados como lesões corticais focais e hipocóicas (Figura 14) de maneira pronunciada, com ecogenicidade diminuída ou mista. Já o infarto renal crônico aparece como uma região triangular hiperecólica, com o ápice do triângulo direcionado para a junção córtico medular, associada a uma retração côncava na superfície capsular (KEALY; MCALLISTER; GRAHAM, 2012; DEBRUYN et al., 2012).

Figura 14: Imagem ultrassonográfica do rim esquerdo de felino, macho, srd, 10 anos. Achado ultrassonográfico associado à nefropatia de aspecto crônico em agudização ou nefropatia aguda, com presença de área de provável infarto renal (seta amarela).



Fonte: Imagem cedida pela MV. Ariádine Barcelos Pinheiro, 2022.

Em áreas de infarto, onde não há suprimento vascular, ocorre a representação de uma área hipocóica. Regiões bem vascularizadas, por sua vez, visualizam-se áreas hiperecóicas, como no caso de tumores malignos (JUNIOR et al., 2020b).

Os infartos renais agudos possuem aspectos variáveis dependendo do tamanho, número e tempo de infarto. As alterações ultrassonográficas estão relacionadas à presença de áreas focais hiperecogênicas, hipocogênicas por hemorragia e edema. Pode apresentar aspecto em cunha, com uma base larga na superfície do rim e estreita em direção à junção córtico medular (GREEN, 1996; NYLAND; MATTOON, 2005).

## CONCLUSÃO

A ultrassonografia é um exame de imagem utilizado cada vez mais como referência para avaliação da higidez dos rins de felinos domésticos. O exame é de predileção para que seja visualizado e realizado diagnóstico precoce de injúrias

renais em gatos, espécie esta que apresenta predisposição à doenças relacionadas ao sistema urinário, especialmente enfermidades renais.

O trabalho de pesquisa sobre avaliação renal a partir da ultrassonografia demonstra especificidades de imagem nas principais alterações renais de gatos domésticos. A partir da visualização dos rins, é possível identificar precocemente doenças congênitas, neoplasias, injúrias renais, presença de cistos ou cálculos, além de infecções e hidronefrose. Dessa forma, o US viabiliza o diagnóstico precoce, bem como o acompanhamento de comprometimento dos rins, e de eficácia de protocolos de tratamento.

## REFERÊNCIAS

AGOPIAN, R. G. et al. Estudo morfométrico de rins em felinos domésticos (*Felis catus*). *Pesq. Vet. Bras.* 36(4):329-338, abril 2016.

AMORIM, F.V.; ANDRADE, V.M.; SOUZA, H.M. Linfoma mediastinal em gatos – relato de caso. *Clínica veterinária*, Guará, v.23, p. 68 - 74, 2006.

BARR, F. Principles of diagnostic ultrasound: diagnostic ultrasound in the dog and cat. *Editora Blackwell Scientific Publications*, London, p.1-20. 1990.

BARRIO, S. Feline Abdominal Ultrasonography. The kidneys and perinephric space. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 2020.

BEATTY, J. Viral causes of feline lymphoma: Retroviruses and beyond. *Veterinary journal*, v. 201, n.2, p. 174-180, 2014.

BILLER, D. S. et al. Inheritance of polycystic kidney disease in Persian cats. *J. Heredity* 87: 1-5. 1996

BOYSEN S. R. et al. Evaluation of a focused assessment with sonography for trauma protocol to detect free abdominal fluid in dogs involved in motor vehicle accidents. *J Am Vet Med Assoc*. 2004.

BRAGATO, N. et al. B-mode and Doppler ultrasound of chronic kidney disease in dogs and cats. *Veterinary research communications*. Review Article. 2017.

CÁPUA, M.L.B. et al. Linfoma Mediastinal em felino persa – relato de caso. *ARS Veterinária*. Jaboticabal, SP, Vol. 21, nº 3, 311-314, 2005.

CARVALHO, C. F. et al. Parâmetros Dopplervelocimétricos das artérias renais e da aorta abdominal em gatos da raça persa. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.4, p.1105-1110, jul, 2009.

CARVALHO, C. F. CHAMMAS, M. C. CERRI, G. G. Princípios físicos do Doppler em ultra-sonografia. *Ciência Rural*, v.38, n.3, mai-jun, 2008.

CARVALHO, C. F. Ultra-sonografia em pequenos animais. 1. ed. São Paulo: Rocca. 2004.

CARVALHO, L. L. et al. Doença Renal Policística em gata mestiça Persa – Relato de Caso. *Revista electrónica de Veterinaria* - ISSN 1695-75. Volumen 18 N° 12. 2017.

CANNON, A. B. et al. Evaluation of trends in urolith composition in cats: 5,230 cases (1985-2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 231, n. 4, p. 570-576, 2007.

CHAMMAS, M. C. CERRI G. C. Ultra-sonografia abdominal. 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2009.

CHEW, D. J. E. A. Urologia e nefrologia do cão e do gato. 2. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

COLE, L.P. MANTIS, P. HUMM. K. Ultrasonographic findings in cats with acute kidney injury: a retrospective study. *Journal Feline Medicine and Surgery*. v. 21, p. 1–6, 2018.

CORDELLA, A.; PEY, P.; DONDI, F.; DUNN, M.; CARAMAZZA, C., CIPONE, M.; DIANA, A. The ultrasonographic medullary “rim sign” versus medullary “band sign” in cats and their association with renal disease. *Journal of Veterinary International Medicine*, p.1-8, 2020.

CURRY, T.S.; DOWDEY, J.E.; MURRY, R.C. Ultrasound. Christensen’s Physics of Diagnostic Radiology. 4 ed, Williams & Wilkins: Philadelphia, p.323–371. 1990.

DALEK, C.R.; CALAZANS, S.G.; NARDI, A.B. Linfomas. In: DALEK, C.R.; NARDI, A.B.; RODASKI, S. Oncologia em cães e gatos. São Paulo: Roca, 2009. Cap. 31, p. 482-499.

DEBRUYN, K. et al. Ultrasonography of the feline kidney. Clinical Review. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 14, 794–803. 2012.

DUSSIK, K.T. On the possibility of using ultrasound waves as a diagnostic aid. *Neurological Psychiatry*, v.174, p.153-168, 1942.

ESPADA, Y.; NOVELLAS, R.; GOPEGUI, R.R. Renal ultrasound in dogs and cats. *Veterinary Research Communications*, v. 30, p. 133-137, 2006.

FARROW, C. S. Ultra talk: beninners guide to the language of ultrasound. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 1992.

FERREIRA, G. S; GALVÃO, A. L. B. SOCHA, J. J. M. Atualização em Doença Renal Policística Felina. *Revista Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.4, p.227-232, 2010.

FULGÊNCIO, J. Q. et al. Crossed renal ectopia with fusion in a female feline: case report. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.71, n.3, p.833-836, 2019.

GALVÃO, A. L. B. et al. Pielonefrite em pequenos animais - revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. Ano VIII – Número 15 – Julho de 2010 – Periódico Semestral. 2010.

GOMES, V. R. et al. Diagnóstico da urolitíase em felinos. *Enciclopédia biosfera. Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.16 n.29; p. 2019.

GRAFF, K.F. A History of Ultrasonics in Physical Acoustics. 15 ed. New York Academic, 1981.

GREEN, R. W. Kidney. Small animal ultrasound. Philadelphia: Lippincott-Raven. p. 197-210. 1996.

GRIFFIN, S. Feline abdominal ultrasonography – the kidneys and perinephric space. Clinical Review. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 22, 409–427. 2020.

HOUSTON, D.M.; VANSTONE, N.P.; MOORE, A.E.; WEESE, H.E. Evaluation of 21426 feline bladder urolith submissions to the Canadian Veterinary Urolith Centre (1998-2014). *The Canadian Veterinary Journal*, v. 57, n. 2, p. 196-201, 2016.

JARRETA, G. B. BOMBONATO, P.P. MARTIN, B.W. Comparação da ultrassonografia, radiografia e cintilografia na avaliação morfológica e funcional de rins de felinos domésticos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. v.41. p. 155. 2004.

JERICÓ, M. M.; NETO, J. P.; KOGIKA, M. M. Tratado de medicina interna de cães e gatos. Rio de Janeiro: Roca. 2015.

JUNIOR, F. X. et al. Ultrassonografia em gatos com doença renal aguda - Uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. S1, Vol. 14 Issue 5, p1-21. 21p. 2020a.

JUNIOR, F. X. et al. Ultrassonografia em gatos com doença renal crônica – Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.14, n.4) p. 1 – 17. 2020b.

KANAYAMA, L. M. Drenagem de abscessos renais guiados ultrassonograficamente em cão. Relato de caso. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.* São Paulo, VAO, suplemento. n 38. p. 178 -179. 2003.

KEALY J. K.; MCALLISTER H.; GRAHAM J. P. Radiologia e ultrassonografia do cão e do gato. Rio de Janeiro. Elsevier, 2012.

KIRBERGER, R. M. Imaging artifacts in diagnostic ultrasound: A review. *Vet Radiol Ultrasound*. 36: 297-306. 1995.

KIRK. C.A.; BARTGES J.W. Dietary considerations for calcium oxalate urolithiasis, p.423-433. In: August J.R. (Ed.), *Feline Internal Medicine*. Elsevier Saunders, St Louis. 2006.

KODAIRA, S. K. Física. In: CERRI, G. G.; OLIVEIRA, I.R.S. Ultra-sonografia abdominal. Rio de Janeiro: Revinter, 2002. p. 17-30.

KREMKAU, F.W; CHAPTER L. Ultrasound, in Diagnostic Ultrasound, Principles and Instruments. 7ª ed. Editora Saunders Elsevier, St. Louis. 2006.

LABATO, M. A. Managing urolithiasis in cats. *Veterinary Medicine*, v. 96, n. 9, p. 708-717, set. 2001.

LAMB, C. R.; CORTELLINI, S.; HALFACREE, Z. Ultrasonography in the diagnosis and management of cats with ureteral obstruction. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 20, n. 1, p. 15-22, 2018.

LIMA, J. L. S. et al. Reprodução e estudo de artefatos no ultrassom. *Revista Brasileira de Física Médica*. 2013.

LISCIANDRO, G. R. Abdominal and thoracic focused assessment with sonography for trauma, triage, and monitoring in small animals. *J Vet Emerg Crit Care* (San Antonio). 2011.

LISCIANDRO, G. R. Ultrassonografia renal de vanguarda em gatos. *Revista Veterinary Focus*. Edição 30.1. Setembro. 2022.

LULICH, J.P.; OSBORNE, C.A. Changing paradigms in the diagnosis of urolithiasis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 39, n. 1, p. 79-91, 2009.

LULICH, J.P.; OSBORNE, C.A.; ALBASAN, H. Canine and feline urolithiasis: diagnosis, treatment, and prevention. In: Bartges, J.; Polzin, D.J. *Nephrology and urology of small animals*. West Sussex: Wiley-Blackwell; 2011.

MANNION P. Diagnostic ultrasound in small animal practice. 1st ed. Oxford: Blackwell Science, 2006.

MARTÍN, C. M. et al. Ultrassonografia modo B e Doppler na avaliação renal de cães após administração intravenosa de meio de contraste iodado: validação da técnica. *Pesq. Vet. Bras*. 35 (9). 2015.

MARTÍN, C. M. et al. Ultrassonografia modo B e Doppler na avaliação renal de cães submetidos à tomografia computadorizada após administração intravenosa de diferentes meios de contraste iodado. *Pesq. Vet. Bras*. 37 (7). Julho. 2017

MELLO, A. et al. Caso de pielonefrite em canino de pequeno porte. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*, v. 15, n. 2, p. 80-80, 11 dez. 2017.

NAUTRUP, C. P. Examination techniques. In: NATRUP, C. P.; TOBIAS, R.; CARTEE, R. E. An atlas and textbook of diagnostic ultrasonography of the dog and cat. Londres: Manson Publishing, v. 5, p.76-82. 2001.

NOBREGA, G. S. et al. Aspectos ultrassonográficos de felino com pielonefrite: Relato de caso. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 4, n. 3, 15 mar. 2013.

NYLAND T. G.; MATTOON J. S. Ultra-som diagnóstico em pequenos animais. 2ª edição. Editora ROCA, São Paulo. 2005.

NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S.; HERRGESELL, E. J.; WISNER E. R. Princípios físicos, instrumentação e segurança do diagnóstico por imagem In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. Ultra-som diagnóstico em pequenos animais. São Paulo: Roca, 2004. p. 1-19.

TÜRK, C.; PETRIK, A.; SARICA, K.; SEITZ, C.; SKOLARIKOS, A.; et al. EAU. Guidelines on diagnosis and conservative management of urolithiasis. *European Urology*, v. 69, n. 3, p. 468-474, 2016.

PAPALÉO, R. M; SOUZA, D. S. Ultrassonografia: princípios físicos e controle da qualidade. Artigo de revisão. *Revista Brasileira de Física Médica*. 13(1):14-23.. 2019.

PEIXOTO, G. C. X. et al. Bases físicas da formação da imagem ultra-sonográfica. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.4, n.1, p.15-24, 2010.

PENNICK, D.; D'ANJOU, M. A. Rins e ureteres. Atlas de Ultrassonografia de Pequenos Animais. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. cap. 10, p. 337-362. 2011

PEREIRA, M. L. et al. Uretolitíase bilateral associada a doença renal crônica em felino - relato de caso. *Science and Animal Health*. V.7 N.3 SET/DEZ 2019 P. 180-188.

PIMENTA, M. M. et al. Estudo da ocorrência de litíase renal e ureteral em gatos com doença renal crônica. *Pesq. Vet. Bras*. 34(6):555-561, junho. 2014.

PISCO, J. M. Imagiologia Básica. 2ª ed. Lisboa: Lidel; 2009.

PRIETO, W. S. et al. Caracterização ultrassonográfica renal ao modo b de gatos de meia-idade a idosos. *Revista De Ciência Veterinária E Saúde Pública*, 6(2), 310-321. v.6, n.2, p. 310-321, 2019.

QUIEN M. M; SARIC, M. Ultrasound imaging artifacts: How to recognize them and how to avoid them. *Echocardiography*. 2018;35:1388–1401. *Wiley Periodicals*, Inc. 2018.

RUBIN, S. I. Exploración clínica del aparato urinario: Perros y gatos. In: RADOSTITS, O. M.; MAYHEW, I. G.; HOUSTON, D. M. Examen i diagnostico clínico em veterinária. 1ª. ed. Madri: Elsevier Science, 2002. Cap. 18, p. 469-479.

RUMACK C. M. et al. Tratado de ultra-sonografia diagnóstica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006.

SALES, R. O; BRAGA, P. S; FILHO, C. T. B. A importância da ultrassonografia na Medicina Veterinária: Editorial al. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.13, n.2) p. 156 – 178 abr – jun. 2019.

SEOANE, M. P. R; GARCIA, D. A. A; FROES, T. R. A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais. *Archives of Veterinary Science*, v.16, n.1, p.54-61, 2011.

SILVA, A. R. S. Aplicação ultrassonográfica na avaliação de abscesso renal em cão. *Med. Vet.* 2011. dez.; 5(4 Supl. 1): 60. *Simpósio Internacional de Diagnóstico por Imagem*. 2011.

SILVA, V.C. Ultra-sonografia no diagnóstico das doenças renais em pequenos animais. *Vet. e Zootec.* v.15, n.3, dez., p.435- 444, 2008.

SIMÕES, J. Os princípios físicos, a imagem e os artefactos na ecografia em modo B. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2008.

SMEAK, D. Sistema Urogenital. In: BIRCHARD, S. J.; SHERDING, R.G. Manual Saunders: Clínica de Pequenos Animais. São Paulo: Rocca, 1998, p.901-923.

SOUSA, C. V. S. et al. Ultrasonographic and Radiographic Diagnosis of Ectopic Ureter in a Dog. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2021.

SOUZA, R. et al. Hidronefrose por Obstrução de Ureter em Gato: Relato de Caso. *Revista Científica de Medicina Veterinária*. ISSN:1679-7353 Ano XIII-Número 25 – Julho de 2015 – Periódico Semestral. 2015.

SZOPINSKA, I. S. et al. History Page: Leaders in MSK Radiology Karl Dussik, 1908–1968: Pioneer of MSK Ultrasonography. *Seminars in Musculoskeletal Radiology* Vol. 25 No. 1/2021.

TAKEDA, C. S . I.; CARVALHO, C. F.; CHAMMAS, M. C. Ultrassonografia contrastada na medicina veterinária - revisão. *Clínica Veterinária*, v.17, n.101, 2012.

TEMPLE, R.S.; STONAKER, H.H.; HOWRY, D. et al. Ultrasonic and conductive methods for estimating fat thickness in live cattle. *Proceedings of the American Society of Animal Production*, n.7, p.477, 1956.

VAC, M. H. Sistema urinário: rins, ureteres, bexiga urinária e uretra. In: CARVALHO, C. F. Ultrassonografia em pequenos animais. São Paulo: Roca, 2014. Cap.10, p.133-181. 2014.

WALTER, P.A., JOHNSTON, G.R., FEENEY, D.A., O'LEARY, T.D. Ultrasonographic evaluation of renal parenchymal diseases in dogs: 32 cases (1981-1986). *JAVMA*, v.191, n. 8, p. 999-1007, 1987.

XAVIER, J. F. A. F. et al. Doença Renal Aguda em gatos: conquistas e desafios. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, Recife, v.13 , v.13, n.3 (jul - set), p. 352 - 361, 2019.