



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**Avaliação ecográfica quantitativa da doença renal crónica
e lesão renal aguda em felinos através da medição do
córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal e a sua
relação com os biomarcadores renais**

Dissertação apresentada a provas públicas para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária, orientada por Professor Doutor André Marcelo Conceição Meneses.

Isabella Sposito Pastore Zacchi, n.º 21803136

2025

www.ulusofona.pt



UNIVERSIDADE
LUSÓFONA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**Avaliação ecográfica quantitativa da doença renal crónica
e lesão renal aguda em felinos através da medição do
córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal e a sua
relação com os biomarcadores renais**

VERSÃO FINAL

Dissertação defendida em provas públicas na
Universidade Lusófona, Centro Universitário de
Lisboa, no dia 22/01/2025, perante o júri, nomeado
pelo Despacho de Nomeação n.º: 51/2025, de 27 de
Janeiro, com a seguinte composição:

Presidente: Professor Doutor Pedro Faísca

Arguente: Professora Doutora Sabrina Legatti
(Universidade Lusófona)

Orientador: Professor Doutor André Meneses

Este trabalho também foi orientado pela Doutora
Cristina Lemos Costa (orientadora externa).

Isabella Sposito Pastore Zacchi, n.º 21803136

2025

Until one has loved an animal, a part of
one's soul remains unawakened.

– Anatole France

Agradecimentos

À Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona - Centro Universitário Lisboa, representada pela Diretora do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Professora Doutora Laurentina Pedroso, pela possibilidade de conquistar o sonho de uma vida e por proporcionar aos seus alunos a oportunidade de crescer pessoalmente e profissionalmente cada dia mais.

À todos os docentes, funcionários e colaboradores da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona - Centro Universitário Lisboa, que fizeram parte deste percurso por todos os ensinamentos, lições de vida e apoio nos momentos de dificuldade e de felicidade.

Ao Professor Doutor André Meneses, por ter-me acolhido com tanta gentileza e disponibilidade desde o primeiro dia. Por ter aceite embarcar e guiar-me nesta aventura, fico imensamente grata por poder contar com o seu apoio, tempo e dedicação.

À Professora Doutora Rute Canejo Teixeira por toda a atenção que teve para comigo no desenvolvimento deste estudo e por abrir-me as portas do incrível mundo da imagiologia.

À Professora Doutora Vanessa Duarte por todas as horas, dedicação, trabalho e atenção que disponibilizou-me. Sem a sua ajuda, esta dissertação não poderia ter sido realizada.

À Professora Doutora Cristina Lemos Costa, por ter-me recebido de braços abertos, por todas as lições e ensinamentos médico-veterinários e sobre a vida, por cada momento que dedicou a ensinar-me a usar todos os meus sentidos para ajudar os meus pacientes e desenvolver o meu instinto médico, por mostrar-me que escolhi o caminho certo a percorrer. Por tudo.

À todos os Médicos Veterinários do Hospital Veterinário VetSet que orgulhosamente usam a cor verde, à Dra. Ana Lanita por ser o meu maior exemplo de profissionalismo e bondade e por ser o meu abrigo, à Dra. Ana Maurício por demonstrar-me que ser uma mulher forte e determinada valerá sempre a pena (e por ter uma excelente *playlist* para as cirurgias), ao Dr. Rodrigo Bom por acreditar em mim e por incentivar-me a sair da minha zona de conforto, ao Dr. Luís Rodrigues por ensinar-me a nunca medir esforços para ajudar os meus pacientes e fazer sempre mais por eles, à Dra. Patrícia Coelho por estar sempre disponível para um sorriso e um abraço e por nunca desistir de lutar pelos seus pacientes, à Dra. Margarida Bernardo por ser o grande exemplo de Médica Veterinária que é e por toda a

força e carinho, ao Dr. Francisco Cravo por abrir-me a porta do Hospital todos os dias (literalmente e figurativamente) e por todo o apoio, amizade e boa disposição, à Dra Natalina Vong por alegrar sempre os meus dias e estar sempre pronta para ajudar-me. Se um dia puder ser metade dos profissionais que são, sei que serei uma excelente Médica Veterinária.

À todos os Enfermeiros Veterinários do Hospital Veterinário VetSet que orgulhosamente usam a cor roxa, ao Hugo Duarte, ao Márcio Santos, à Patrícia Várzea e à Joana Perruca por cada momento, ensinamento, palavra e oportunidade que deram-me, por tornarem-me numa melhor pessoa e profissional e, acima de tudo, por ensinarem-me a ter paciência para acertar o catéter na veia!

À todos os auxiliares do Hospital Veterinário VetSet que orgulhosamente usam a cor laranja, à Isabel Martins, à Joana Pereira, à Ana Santos, à Glória Rosa, à Adriana Fernandes, à Margarida Soares, à Solange Filipa, à Sónia Sampaio, ao João Cabral e à Zezinha Teixeira por serem a verdadeira alma do Hospital e por terem-me demonstrado o que é a paixão pela Medicina Veterinária de Animais de Companhia, não passou um dia desde então que não tenha celebrado e honrado este compromisso.

Às minhas “Doutoras”, por estarem comigo nesta caminhada que foi o curso, por terem partilhado os meus sorrisos, lágrimas, surtos de stress, risadas, horas sem dormir para estudar, palhaçadas, videochamadas infinitas, trabalhos de grupo intermináveis, jantares de grupo, dias incansáveis no Hospital da Faculdade ou nas viagens de autocarro para as explorações. Por serem minhas amigas e por estarem lá para mim. Simplesmente por serem quem são.

À minha família, sem a qual hoje não seria quem sou. À minha bisavó Nadir, às minhas avós Eliéte e Olga, às minhas tias Carla, Olga e Vitória e ao meu primo Gabriel. Por terem sido o meu primeiro e maior apoio, por terem segurado a minha mão nos momentos em que precisei de ser guiada e por terem-na deixado ir para que pudesse descobrir quem sou e explorar o mundo. Por acreditarem em mim acima de tudo, por celebrarem cada conquista, por lembrarem-me todos os dias que terei sempre um lar à minha espera quando precisar.

Ao meu pai, Humberto, por cada abraço oferecido. À minha irmã mais nova, Giulia, por ser a minha *gilmore girl*. À minha irmã mais velha, Ariane, por ser a minha casinha. À minha mãe, Andrea, o meu exemplo, a quem devo tudo e de quem herdei tudo.

Aos meus meninos Loki, Orbit, Major, Nescau e Meia-Noite, aos que deram início ao sonho e que estarão sempre comigo.

Resumo

A doença renal, seja na sua forma aguda (IRA) ou crónica (DRC), é uma patologia que afeta uma elevada percentagem da população felina adulta. Para o seu diagnóstico e estadiamento de acordo com o sistema de classificação IRIS, são utilizados métodos complementares de diagnóstico como a medição sérica dos biomarcadores renais e a realização de ecografias abdominais do trato urinário com regularidade para acompanhamento da evolução do quadro clínico. Tendo em consideração a praticabilidade e a aplicação frequente da ecografia abdominal na patologia em ambiente clínico, assim como estudos anteriores que demonstraram uma associação entre a espessura do córtex renal e a função renal, pretendeu-se, com o presente estudo, determinar se o rácio entre as medições ecográficas da espessura do córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal em sístole em felinos poderia constituir um novo marcador ecográfico para diferenciar entre felinos saudáveis e felinos com doença renal, assim como estudar a sua relação com os biomarcadores séricos renais. Para tal, os felinos que integraram o estudo ($n=105$) foram divididos em felinos considerados saudáveis ($n=50$), com DRC ($n=44$) e com IRA ($n=11$). Para cada grupo, foram obtidas imagens ecográficas em corte sagital de ambos os rins com visualização clara das pirâmides renais e do córtex renal e a medição da espessura do córtex renal foi realizada em três pontos diversos em cada rim, partindo do centro de cada pirâmide renal perpendicularmente ao ponto mais curto da borda posterior da cápsula renal, assim como do diâmetro da aorta abdominal em sístole em corte sagital, imediatamente caudal à bifurcação da artéria renal esquerda. Mais ainda, foi realizada a medição sérica dos biomarcadores renais BUN, fósforo, creatinina e/ou SDMA dos diversos grupos. O valor quantitativo obtido para o rácio em felinos saudáveis foi de $1.04 \pm 0.32\text{cm}$ (média $\pm$ desvio padrão), em felinos com DRC $1.90 \pm 0.77\text{cm}$ e, em felinos com IRA, $1.97 \pm 0.85\text{cm}$. Foi possível determinar o ponto de corte do rácio $\geq 1.4\text{cm}$ para distinguir felinos saudáveis de felinos com doença renal, com sensibilidade e especificidade de 81.8% e 86%. A relação do rácio com os biomarcadores renais demonstrou que a creatinina apresentou uma correlação positiva com a espessura do córtex renal, assim como o fósforo apresentou uma correlação negativa com o rácio nos estadios IRIS iniciais da DRC. Em conclusão, os resultados do estudo suportam a utilização do rácio como um marcador quantitativo e não invasivo para diferenciar felinos adultos saudáveis de felinos adultos com doença renal.

Palavras-Chave: gatos, doença renal, DRC, IRA, ecografia abdominal.

Abstract

Kidney disease, whether in its acute (AKI) or chronic (CKD) form, is a pathology that affects a high percentage of the adult feline population. For its diagnosis and staging according to the IRIS classification system, complementary diagnostic methods are used, such as serum measurement of renal biomarkers and regular abdominal ultrasounds of the urinary tract to monitor the evolution of the clinical condition. Taking into account the practicality and frequent application of abdominal ultrasound in a clinical environment, as well as previous studies that demonstrated an association between renal cortical thickness and renal function, the aim of this study was to determine whether the ratio between ultrasound measurements of cortical renal thickness and abdominal aortic diameter in systole in felines could constitute a new ultrasound marker to differentiate between healthy felines and felines with kidney disease, as well as studying their relationship with renal serum biomarkers. To this end, all felines that took part in the study ($n=105$) were divided into healthy felines ($n=50$), CKD felines ($n=44$) and AKI felines ($n=11$). For each group, ultrasound images were obtained in a sagittal section of both kidneys with clear visualization of the renal pyramids and the renal cortex and the measurement of the cortical thickness was performed at three different points in each kidney, starting from the center of each renal pyramid perpendicularly to the shortest point of the posterior edge of the renal capsule, as well as abdominal aortic diameter in systole in a sagittal section, immediately caudal to the left renal artery bifurcation. Furthermore, serum measurement of BUN, phosphorus, creatinine and/or SDMA of the different groups was performed. The quantitative value obtained for the ratio in healthy felines was 1.04 ± 0.32 cm (mean $\pm$ standard deviation), in felines with CKD 1.90 ± 0.77 cm and, in felines with AKI, 1.97 ± 0.85 cm. It was possible to determine the ratio cutoff point ≥ 1.4 cm to distinguish healthy felines from felines with kidney disease, with sensitivity and specificity of 81.8% and 86%. The relationship between ratio and renal biomarkers demonstrated that creatinine had a positive correlation with renal cortical thickness, just as phosphorus had a negative correlation with early CKD IRIS stages. In conclusion, the results support the use of the ratio as a quantitative, non-invasive marker to differentiate healthy adult felines from adult felines with kidney disease.

Key-words: cats, kidney disease, CKD, AKI, abdominal ultrasound.

Lista de Abreviaturas

ADH - Hormona Antidiurética

BCC - Bloqueadores dos Canais de Cálcio

BM - Banda Medular

BRA - Bloqueadores dos Receptores de Angiotensina

BUN - Azoto uréico sérico, do inglês “Blood Urea Nitrogen”

DMO-DRC - Distúrbio do Metabolismo Ósseo Mineral por Doença Renal Crónica

DRC - Doença Renal Crónica

DU - Densidade Urinária

ECG - Eletrocardiograma

ESA - Agentes Estimulantes da Eritropoiese, do inglês “Erythropoiesis-Stimulating Agents”

Et al. - Et alii, locução latina traduzida como “e outros”

FGF-23 - Fator de crescimento fibroblástico 23, do inglês “Fibroblast Growth Factor 23”

IECA - Inibidores da Enzima de Conversão da Angiotensina

IRA - Lesão Renal Aguda

IRIS - International Renal Interest Society, expressão do inglês traduzida como “Sociedade Internacional de Interesse Renal”

MIMV - Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

PTH - Paratormona

PU/PD - Poliúria / Polidipsia

RM - Ressonância Magnética

ROC - Curva Característica de Operação do Receptor, do inglês “Receiver Operating Characteristic Curve”

SDMA - Dimetilarginina Simétrica

TAC - Tomografia Computadorizada

TFG - Taxa de Filtração Glomerular

UPCR - Rácio proteína:creatinina na urina, do inglês “Urine Protein:Creatinine Ratio”

Índice Geral

Capítulo I. Casuística e Descrição do Estágio Curricular	13
Capítulo II.	
I. Introdução	19
1.1. Anatomia renal	19
1.2. Fisiologia renal	22
2. Doença Renal	23
2.1. Lesão Renal Aguda	24
2.1.1. Fisiopatologia	24
2.1.2. Sinais clínico	25
2.2. Doença Renal Crônica	26
2.2.1. Fisiopatologia	26
2.2.2. Sinais clínico	27
2.3. Métodos Complementares de Diagnóstico	28
2.3.1. Urinálise	28
2.3.1.1. Densidade urinária	29
2.3.1.2. Proteinúria	29
2.3.1.3. Urocultura	29
2.3.1.4. Taxa de filtração glomerular	30
2.3.2. Biomarcadores	30
2.3.2.1. Creatinina	30
2.3.2.2. Azoto uréico sérico	30
2.3.2.3. Dimetilarginina simétrica	31
2.3.2.4. Fator de crescimento fibroblástico 23	32
2.3.3. Análises sanguíneas	32
2.3.3.1. Hemograma completo	32
2.3.3.2. Ionograma	32
2.3.3.2.1. Fosfato e cálcio	32
2.3.3.2.2. Potássio	33

2.3.4. Pressão arterial sistêmica	33
2.4. Estadiamento International Renal Interest Society	34
2.4.1. Estadiamento IRIS para a lesão renal aguda	34
2.4.1.1. Estadio I	35
2.4.1.2. Estadio II	35
2.4.1.3. Estadio III, IV e V	35
2.4.2. Estadiamento IRIS para a doença renal crónica	36
2.4.2.1. Estadio I e II	37
2.4.2.2. Estadio III	37
2.4.2.3. Estadio IV	37
2.5. Ecografia abdominal focada nos rins	38
2.5.1. Alterações ecográficas da lesão renal aguda	39
2.5.2. Alterações ecográficas da doença renal crónica	40
2.5.2.1. Comprimento renal	41
2.5.2.2. Ecogenicidade renal	41
2.5.2.3. Banda medular	43
2.5.2.4. Espessura do córtex renal	43
2.5.3. Ecografia da aorta abdominal	44
2.6. Tratamento da doença renal crónica	46
2.6.1. Maneio nutricional	46
2.6.2. Fluidoterapia	47
2.6.3. Correção da hiperfosfatemia	47
2.6.4. Correção da hiper e hipocalcemia	47
2.6.5. Correção da proteinúria	48
2.6.6. Correção da hipertensão arterial sistémica	48
2.6.7. Correção da anemia	48
2.7. Prognóstico	48
3. Objetivos do estudo	49
II. Materiais e Métodos	51

1. Amostragem do estudo	51
1.1. Critérios de inclusão e exclusão do estudo	52
2. Obtenção de dados	53
2.1. Ecografia abdominal	53
2.2. Biomarcadores	54
3. Análise estatística	55
III. Resultados	57
IV. Discussão	65
1. Influência da doença renal sobre a espessura do córtex renal	65
2. Influência da doença renal sobre o diâmetro da aorta abdominal	66
3. Relação entre a doença renal e a espessura do córtex renal direito e esquerdo	67
4. Relação entre a espessura do córtex renal e os biomarcadores renais	67
5. Rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal	69
5.1. Utilização do rácio para diferenciar entre felinos saudáveis e felinos com doença renal	69
5.2. Utilização do rácio para diferenciar entre felinos com DRC e felinos com IRA	70
5.3. Utilização do rácio para diferenciar felinos entre cada estadio IRIS da DRC e da IRA	71
5.4. Relação entre o rácio e os biomarcadores renais	72
6. Limitações do estudo	73
V. Conclusões	75
VI. Referências Bibliográficas	76
Apêndices	1
Apêndice A - Dados adicionais relativos aos felinos que integraram os grupos de estudo 1 e 2	1
Apêndice B - Dados ecográficos relativos aos felinos que integraram os grupos de estudo 1 e 2	5

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição da casuística médica do estágio em frequência absoluta (n) e relativa (%) _____	14
Tabela 2 - Composição dos grupos de estudo analisados na dissertação _____	51
Tabela 3 - Critérios de inclusão aplicados em cada grupo de estudo analisado _____	52
Tabela 4 - Critérios de exclusão aplicados em cada grupo de estudo analisado _____	53
Tabela 5 - Resultados aritméticos da espessura do córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal _____	57
Tabela 6 - Resultados aritméticos da espessura do córtex renal direito e esquerdo entre os grupos _____	58
Tabela 7 - Valores quantitativos do rácio para o grupo de controlo, grupo de estudo 1 e 2, assim como para cada estadio IRIS da DRC e IRA _____	59

Índice de Figuras

Figura 1 - Vista ventral do abdómen felino _____	19
Figura 2 - Vista dorsal dos rins, após remoção da cápsula renal, com o hilo renal anexado à borda medial _____	19
Figura 3 - Anatomia do rim _____	20
Figura 4 - Irrigação renal _____	21
Figura 5 - Anatomia do nefrónio _____	21
Figura 6 - Esquema representativo do sistema renina-angiotensina-aldosterona _____	23
Figura 7 - Rins com DRC e consequentes alterações macroscópicas _____	26
Figura 8 - Tabela de estadiamento da IRA concebida pela IRIS _____	35
Figura 9 - Sistema de estadiamento da DRC desenvolvido pela IRIS _____	36
Figura 10 - Sistema de sub-estadiamento da DRC desenvolvido pela IRIS _____	37
Figura 11 - Rins saudáveis de um felino na ecografia _____	38
Figura 12 - Alterações ecográficas da IRA _____	40
Figura 13 - Alterações ecográficas da DRC _____	41
Figura 14 - Medição do comprimento renal na ecografia _____	41
Figura 15 - Alterações ecográficas da ecogenicidade renal na DRC _____	42
Figura 16 - Visualização ecográfica de um rim felino em estadio IRIS terminal _____	42
Figura 17 - Visualização ecográfica em corte dorsal da banda medular fina e espessa em rins de felino _____	43
Figura 18 - Medição ecográfica da espessura do córtex renal _____	44
Figura 19 - Visualização ecográfica em corte transversal da aorta e veia cava caudal abdominal em felinos _____	45
Figura 20 - Visualização ecográfica em corte sagital da aorta e veia cava caudal abdominal em felinos com recurso à <i>doppler</i> colorido _____	45

Figura 21 - Esquema de recomendações de tratamento para a DRC concebida pela IRIS	46
Figura 22 - Medições ecográficas utilizados no estudo	54
Figura 23 - Boxplots representativos da Média Total do córtex renal entre o grupo de controlo e o grupo de estudo, assim como das Medidas da Aorta entre os mesmos	57
Figura 24 - Boxplots representativos da espessura do córtex renal direito e esquerdo entre o grupo de controlo e o grupo de estudo	58
Figura 25 - Boxplots dos biomarcadores Creatinina, Fósforo e SDMA em comparação entre os grupos de controlo e de estudo	59
Figura 26 - Boxplots dos biomarcadores Creatinina, Fósforo e SDMA analisados de forma isolada no grupo de controlo	59
Figura 27 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal no grupo de controlo e de estudo	60
Figura 28 - Curva ROC do rácio entre a espessura do córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal entre felinos saudáveis e felinos com doença renal	61
Figura 29 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal no grupo de controlo, grupo de estudo 1 (DRC) e de estudo 2 (IRA)	61
Figura 30 - Curva ROC do rácio entre a espessura do córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal entre felinos com DRC e felinos com IRA	62
Figura 31 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal entre o grupo de controlo e cada estadio IRIS da DRC	62
Figura 32 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal entre o grupo de controlo e cada estadio IRIS da IRA	63
Figura 33 - Correlação entre o rácio ecográfico e os biomarcadores séricos (Creatinina, Fósforo, SDMA) no grupo de controlo ($p < 0,05$)	63
Figura 34 - Correlação entre o rácio ecográfico e os biomarcadores séricos (Creatinina, Fósforo, SDMA) no grupo de estudo 1 e 2 ($p < 0,05$)	64

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Distribuição da casuística médica do estágio em frequência relativa (%)	15
Gráfico 2 - Distribuição das espécies dos animais observados durante o estágio curricular	15
Gráfico 3 - Distribuição do género dos animais observados durante o estágio curricular	16
Gráfico 4 - Distribuição dos procedimentos cirúrgicos realizados durante o estágio curricular	16
Gráfico 5 - Distribuição das cirurgias de tecido mole realizadas durante o estágio curricular	17
Gráfico 6 - Distribuição dos exames imagiológicos realizados durante o estágio curricular	17

Capítulo I. Casuística e Descrição do Estágio Curricular

Tendo em vista a conclusão do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária (MIMV), a autora realizou o estágio curricular no Hospital Veterinário VetSet, hospital de animais de companhia e exóticos, sob a orientação da Professora Doutora Cristina Lemos Costa, com início em 04 de Setembro de 2023 e término em 04 de Fevereiro de 2024, contabilizando um total de 880 horas de contacto médico-veterinário.

Durante este período, foi possível colaborar em regime de rotações de turnos, acompanhando o trabalho desenvolvido por médicos, enfermeiros e auxiliares veterinários em turnos diurnos e de fins-de-semana de oito horas, tendo sido assegurado o contacto médico-veterinário mínimo de 40 horas semanais. Em termos de organização, o Hospital Veterinário VetSet conta com um corpo clínico de médicos e enfermeiros veterinários que realizam consultas, triagens, cuidados de internamento e intensivos, e procedimentos cirúrgicos com recurso à anestesia diariamente. Mais ainda, também disponibiliza um médico veterinário para o atendimento de urgências e consultas sem marcação prévia.

Ao longo do decorrer do estágio curricular, a autora pode acompanhar, auxiliar e participar na área de internamento e cuidados intensivos, no desenvolvimento de consultas de diversas áreas de especialidade, no bloco operatório com cirurgias e anestésias, assim como em exames imagiológicos e em urgências, tendo esta área em específico ocorrido com frequência diária e, principalmente, durante os turnos de fim-de-semana.

Com o objetivo de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos durante o MIMV, bem como desenvolver e obter novos, foi dada a oportunidade à autora de assistir e contribuir na área de internamento e cuidados intensivos através da realização de exames de estado geral; monitorização e alimentação contínua dos pacientes; realização de métodos complementares de diagnóstico como exames ecográficos e análises sanguíneas seriadas para o acompanhamento da evolução do quadro clínico; aprendizagem e realização de cálculos para nutrição, fluidoterapia, insulinoaterapia, transfusão sanguínea e doses de medicamentos; preparação e administração de fármacos; preparação e adaptação de protocolos de internamento individuais e personalizados para cada paciente com a realização de procedimentos como cateterização venosa, colocação de sonda esofágica, algaliação, transfusão sanguínea e procedimentos de urgência como entubação endotraqueal, oxigenoterapia e reanimação cardiopulmonar.

Relativamente às consultas de diversas áreas de especialidade, foi possível acompanhar o desenvolvimento de casos clínicos e fortalecer conhecimentos práticos e

teóricos com a realização de exames de estado geral e exames direcionados à área da especialidade; com a realização de métodos complementares de diagnóstico como colheita de sangue e processamento das respectivas análises sanguíneas, testes rápidos de diagnóstico, requisições laboratoriais, realização e análises de esfregaços sanguíneos e de citologias, exames radiológicos, ecográficos e ecocardiográficos, assim como cistocentese, toracocentese, abdominocentese, pericardiocentese e punção aspirativa de agulha fina ecoguiadas; mais ainda, na realização de procedimentos terapêuticos e de enfermagem como remoção de pontos de sutura, tratamento de feridas e realização de pensos, cálculos de doses, preparação e administração de medicações.

A casuística das áreas de especialidade abrangidas durante o período do estágio curricular encontra-se discriminada na seguinte tabela (Tabela 1) através da frequência absoluta, que representa o número total de animais vistos, n , e da frequência relativa, que representa a percentagem de cada área face ao número total. A casuística total do estágio encontra-se, ainda, exemplificada no Gráfico 1 através da frequência relativa.

Tabela 1 - Distribuição da casuística médica do estágio em frequência absoluta (n) e relativa (%).

Áreas de Especialidade	Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro		Total Estágio Curricular	
	FA (N)	FR (%)	FA (N)	FR (%)	FA (N)	FR (%)	FA (N)	FR (%)	FA (N)	FR (%)	FA (N)	FR (%)
Imagiologia	16	10,70%	30	13,80%	36	18,50%	18	11,30%	25	14,90%	125	14,00%
Urgências	23	15,40%	28	12,90%	17	8,80%	16	10,00%	28	16,60%	112	12,60%
Medicina Preventiva	25	16,80%	11	5,00%	27	13,90%	16	10,00%	10	6,00%	89	10,00%
Internamento	4	2,70%	27	12,40%	16	8,20%	15	9,40%	17	10,10%	79	8,90%
Gastroenterologia	11	7,30%	9	4,10%	12	6,10%	20	12,50%	13	7,70%	65	7,30%
Dermatologia	15	10,00%	21	9,70%	13	6,70%	8	5,00%	8	4,80%	65	7,30%
Enfermagem	6	4,00%	12	5,50%	15	7,70%	21	13,20%	10	6,00%	64	7,10%
Cirurgia Tecidos Moles	5	3,40%	14	6,40%	17	8,80%	3	1,90%	10	6,00%	49	5,50%
Oncologia	10	6,80%	7	3,20%	4	2,00%	5	3,10%	6	3,50%	32	3,60%
Infecciologia	2	1,30%	16	7,30%	3	1,50%	4	2,50%	5	3,00%	30	3,40%
Ortopedia	6	4,00%	9	4,10%	8	4,10%	4	2,50%	3	1,80%	30	3,40%
Nefrologia	3	2,00%	3	1,40%	5	2,60%	8	5,00%	9	5,30%	28	3,30%
Oftalmologia	5	3,50%	7	3,20%	3	1,50%	3	1,90%	5	3,00%	23	2,50%
Pré-Cirúrgico	4	2,70%	4	1,80%	2	1,00%	3	1,90%	7	4,10%	20	2,20%
Pneumologia	2	1,30%	4	1,80%	3	1,50%	3	1,90%	1	0,60%	13	1,50%
Cardiologia	1	0,70%	3	1,40%	4	2,00%	1	0,60%	3	1,80%	12	1,30%
Estomatologia	3	2,00%	3	1,40%	0	0,00%	2	1,20%	2	1,20%	10	1,10%
Neurologia	2	1,30%	0	0,00%	0	0,00%	2	1,20%	3	1,80%	7	0,80%
Cirurgia Ortopédica	4	2,70%	3	1,40%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	7	0,80%
Endocrinologia	0	0,00%	2	0,90%	2	1,00%	3	1,90%	0	0,00%	7	0,80%
Medicina Complementar	0	0,00%	0	0,00%	5	2,60%	2	1,20%	0	0,00%	7	0,80%
Cirurgia Estomatologia	1	0,70%	4	1,80%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	5	0,60%
Urologia	0	0,00%	0	0,00%	1	0,50%	1	0,60%	3	1,80%	5	0,60%
Exóticos	1	0,70%	1	0,50%	1	0,50%	1	0,60%	0	0,00%	4	0,40%
Neonatologia	0	0,00%	0	0,00%	1	0,50%	0	0,00%	0	0,00%	1	0,10%
Geriatrics	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	1	0,60%	0	0,00%	1	0,10%
Total	149	100,00%	218	100,00%	195	100,00%	160	100,00%	168	100,00%	890	100,00%

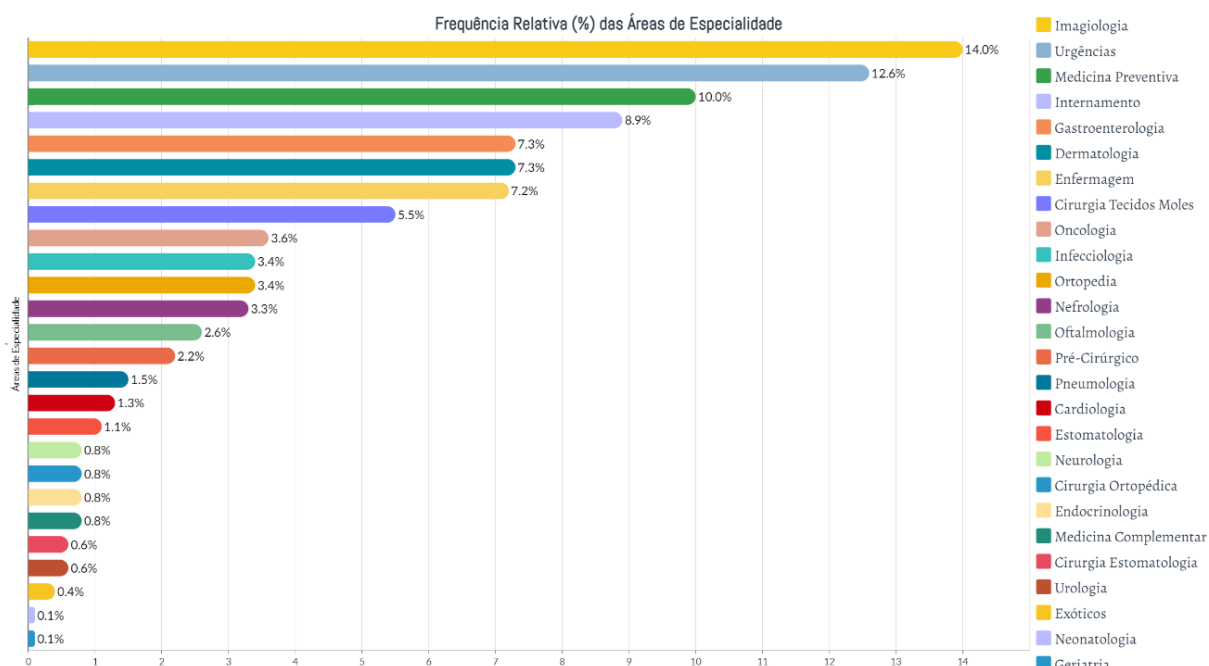


Gráfico 1 - Distribuição da casuística médica do estágio em frequência relativa (%).

Como é possível observar na Tabela 1, a frequência absoluta de animais acompanhados ao longo do decorrer do estágio curricular correspondeu a 890 animais, dos quais 598 (67,2%) foram caninos domésticos, 288 (32,4%) felinos domésticos e 4 (0,4%) exóticos domésticos da Ordem lagomorfos ou da Família psitacídeos, como demonstrado no Gráfico 2.

Distribuição da Frequência Absoluta (n) e Relativa (%) da Espécie dos Animais

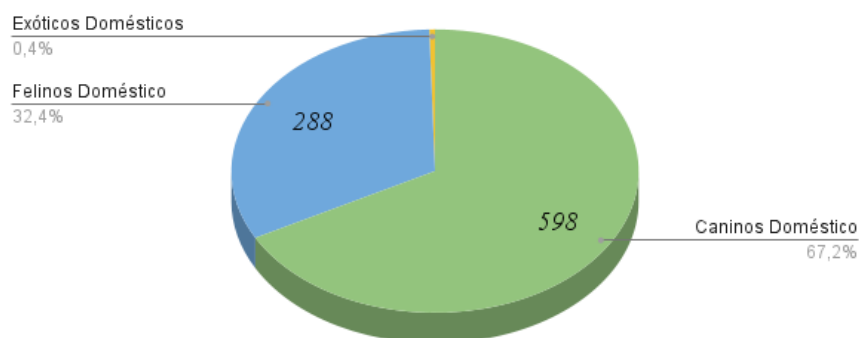


Gráfico 2 - Distribuição das espécies dos animais observados durante o estágio curricular.

Relativamente à distribuição do género dos animais, o Gráfico 3 constata que dos 890 animais vistos, 452 (50,8%) foram do género masculino e 438 (49,2%) foram do género feminino.

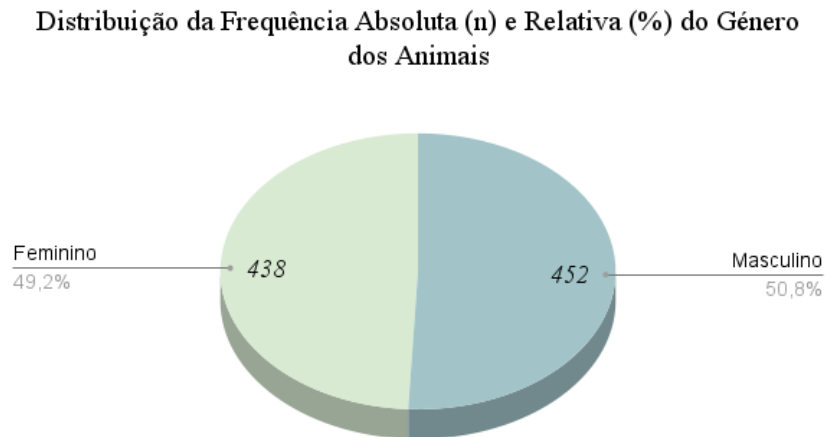


Gráfico 3 - Distribuição do género dos animais observados durante o estágio curricular.

Através do sistema de rotação de turnos, a autora pode participar dos procedimentos cirúrgicos e anestésicos que ocorreram no bloco cirúrgico do Hospital Veterinário VetSet na posição de cirurgião em cirurgias de orquiectomia e ovariectomia preventivas; anestesista, ajudante e circulante nas cirurgias ortopédicas, oftalmológicas, estomatológicas e de tecidos moles. Para além das cirurgias, foi, também, possível assistir e participar em consultas pré-cirúrgicas para avaliação prévia do paciente, realização de análises sanguíneas pré-anestésicas, determinação do protocolo cirúrgico a ser seguido e assinatura de termos de responsabilidade por parte dos tutores. A distribuição da frequência absoluta e relativa dos procedimentos cirúrgicos encontra-se exemplificada no gráfico abaixo (Gráfico 4).

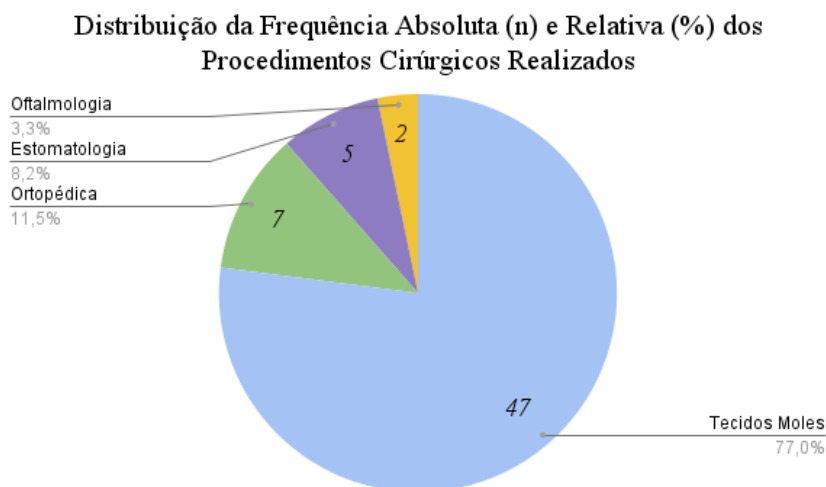


Gráfico 4 - Distribuição dos procedimentos cirúrgicos realizados durante o estágio curricular.

As cirurgias classificadas como sendo de tecidos moles, representam 77% dos procedimentos cirúrgicos que foram realizados. Dentro deste grupo, é, ainda, possível, enquadrar as cirurgias como sendo do aparelho urinário (cistotomia e uretostomia), gastrointestinal (volvulo gástrico com gastropexia, enterotomia para remoção de corpo estranho, colonopexia), reprodutor (orquiectomia pré-escrotal e abdominal preventiva ou corretiva por tumor testicular, ovariectomia preventiva ou corretiva por piometra) e oncológica (nodulectomia e mastectomia) (Gráfico 5).

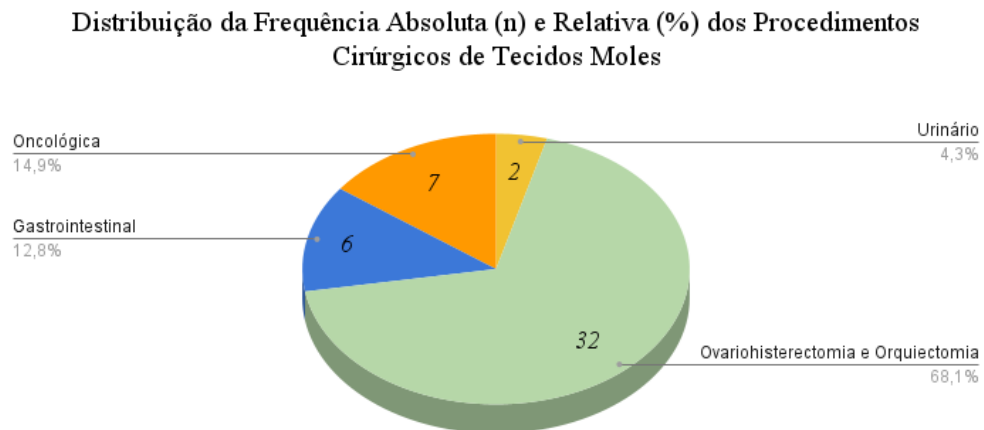


Gráfico 5 - Distribuição das cirurgias de tecido mole realizadas durante o estágio curricular.

Tendo em consideração que o estudo da dissertação da autora baseou-se na ecografia abdominal em felinos, a área da imagiologia apresentou a maior frequência absoluta e relativa na distribuição total. Dentro desta, foram realizados exames imagiológicos ecográficos (82,6%), radiológicos (11,9%) e ecocardiográficos (5,5%), tendo sido realizadas técnicas como cistocentese, toracocentese, abdominocentese, pericardiocentese e punção aspirativa de agulha fina ecoguiadas. A distribuição das frequências dos exames imagiológicos encontra-se retratada no Gráfico 6.

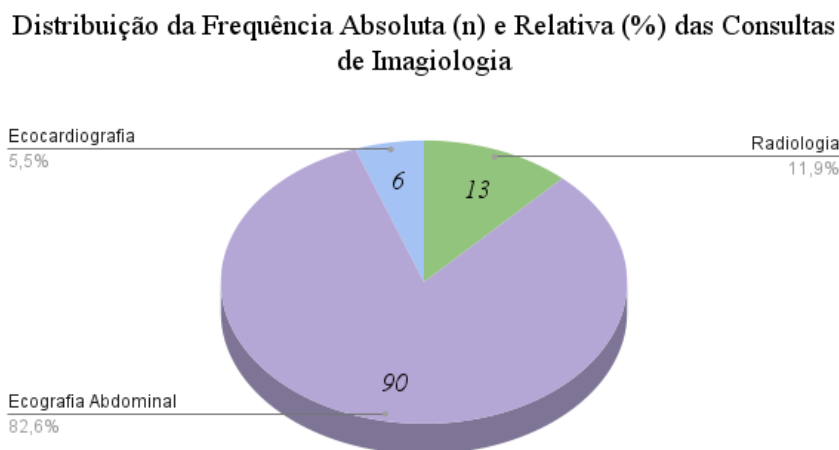


Gráfico 6 - Distribuição dos exames imagiológicos realizados durante o estágio curricular.

Relativamente à área das urgências, a autora notou que decorreu nesta a maior integração e fundamentalização dos conhecimentos adquiridos durante o MIMV. No transcorrer do estágio curricular, as urgências apresentaram-se de forma constante e numa base diária, sendo o dia de domingo reservado somente para o atendimento destas. Foi possível para a autora acompanhar e auxiliar médicos e enfermeiros veterinários nos processos de triagem, exames físicos, estabilização rápida de pacientes instáveis politraumatizados ou em choque hipovolémico, realizar manobras de reanimação cardiopulmonar, oxigenoterapia para animais dispneicos, fluidoterapia de ressuscitação, traumas perfurantes e lacerantes com necessidade de sutura, protocolos de desintoxicação, estabilização de pacientes cardíacos com tamponamento cardíaco ou ascite; assim como auxiliar em urgências cirúrgicas como dilatação e volvo gástrico, ruptura de bço, piometra, fraturas ósseas múltiplas, ingestão de corpo estranho e protusão do globo ocular.

Capítulo II.

I. Introdução

1.1. Anatomia renal

Os rins são estruturas anatómicas pares situadas no espaço retroperitoneal da cavidade abdominal e pressionados contra a parede abdominal dorsal em ambos os lados da coluna vertebral (Figura 1) (Breshears et al., 2017). Nos felinos, apresentam um aspecto distinto devido às veias capsulares que convergem sobre a superfície renal em direção ao hilo renal (Dyce et al., 2018). A sua localização é, predominantemente, na região lombar, podendo estender-se cranialmente sob as últimas costelas até a parte intratorácica do abdômen e variar a sua posição até metade do comprimento de uma vértebra com o movimento do diafragma (König & Liebich, 2020). Assim, o rim direito pode ser encontrado a nível das vértebras L1 a L4 e o rim esquerdo a nível das vértebras L2 a L5 (Clarkson & Fletcher, 2011). Ainda mais, o rim direito encontra-se posicionado mais cranialmente relativamente ao rim esquerdo, estando a sua extremidade cranial em contato com o processo caudado do fígado e com o lobo hepático direito, sendo que a fossa existente no fígado limita a sua movimentação (König & Liebich, 2020). Os rins possuem uma superfície côncava, a borda medial, onde encontra-se o hilo renal. É através deste que origina-se a porção dilatada do ureter e a pelve renal, sendo, também, o local de entrada dos vasos e nervos renais (Clarkson & Fletcher, 2011; König & Liebich, 2020) (Figura 2).

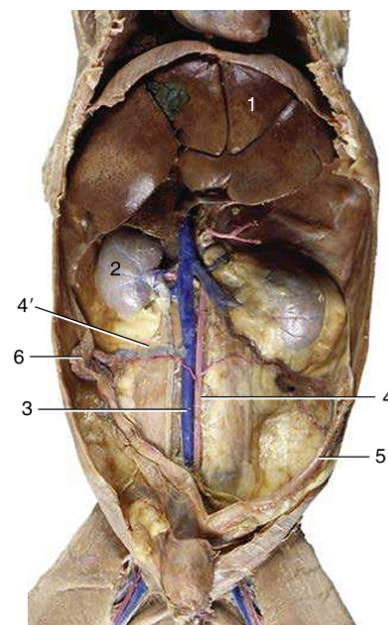


Figura 1 - Vista ventral do abdômen felino. 1. Fígado; 2. Rins (com as veias capsulares); 3. Veia cava caudal (injetada com contraste); 4. Aorta; 4'. Artéria ovárica (injetada com contraste); 5. Corno uterino; 6. Ovário. (Adaptado de Dyce et al., 2018).

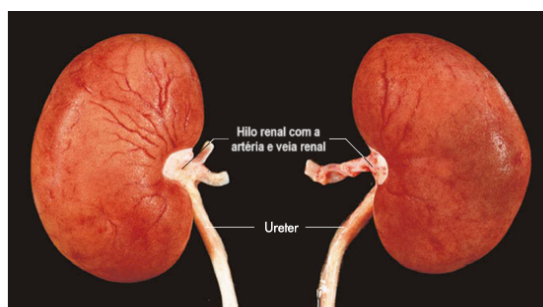


Figura 2 - Vista dorsal dos rins, após remoção da cápsula renal, com o hilo renal anexado à borda medial (Adaptado de König & Liebich, 2020).

Quando analisado do exterior para o interior, o parênquima renal encontra-se encapsulado por uma cápsula fibrosa resistente e é visivelmente dividido em córtex renal e medula renal (Breshears et al., 2017 & König & Liebich, 2020). O córtex renal é delineado em lóbulos corticais por linhas radiais, desde a medula até a sua periferia, que identificam o trajeto das artérias radiadas, já a sua superfície apresenta uma textura relativamente áspera devido aos glomérulos e a um labirinto de túbulos. A medula renal é composta por pirâmides renais que fundem-se para formar uma crista central denominada crista renal. Cada pirâmide apresenta um ápice, denominado papila renal, que é direcionado para a pelve renal, sendo que a medula contém ductos papilares que terminam na superfície da crista renal (Clarkson & Fletcher, 2011 ; König & Liebich, 2020) (Figura 3).

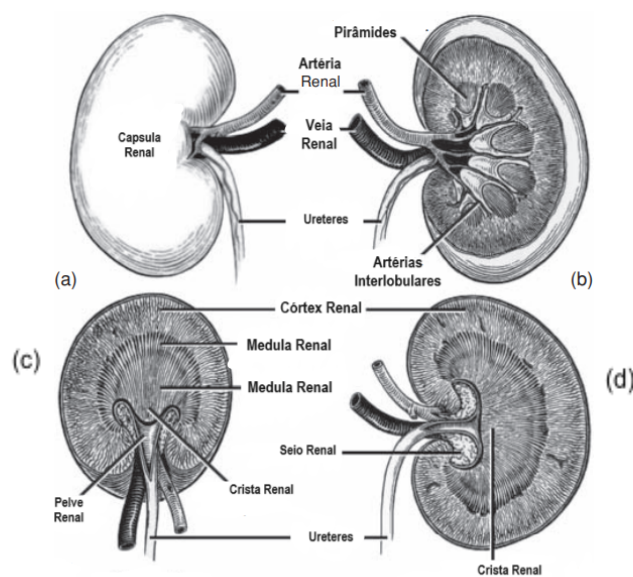


Figura 3 - Anatomia do rim. (a) Rim íntegro e envolvido por uma cápsula fibrosa. Os vasos e o ureter encontram-se no hilo renal. (b) Quando cortado marginalmente e em plano sagital, observa-se o córtex renal contínuo e a medula dividida em pirâmides renais pelas artérias interlobares. (c) Ao cortar transversalmente, as zonas interna e externa da medula podem ser visualizadas cercadas pelo córtex. Ao longo da linha média, as pirâmides renais juntam-se numa crista renal localizada acima da pelve renal. (d) No corte sagital médio do rim, observa-se a crista renal. A pelve renal e a gordura ocupam um espaço denominado seio renal. (Adaptado de Clarkson & Fletcher, 2011).

Mais de 20% do sangue arterial que é bombeado do ventrículo esquerdo para as artérias, passa pelos rins. Em termos de irrigação renal, cada rim é irrigado pela artéria renal, um ramo da aorta abdominal. No hilo renal, esta divide-se em diversas artérias interlobares que, posteriormente, seguem as divisões entre os diferentes lobos renais até a junção córtico-medular, onde se ramificam em artérias arqueadas. As artérias arqueadas curvam-se sobre as bases das pirâmides medulares e dão origem às artérias interlobulares, que se irradiam para o córtex para irrigar os lóbulos (König & Liebich, 2020) (Figura 4).

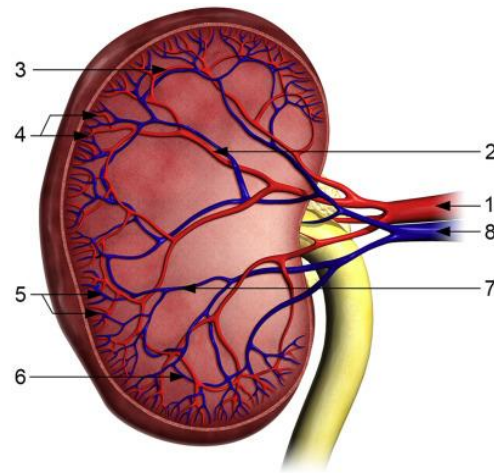


Figura 4 - Irrigação Renal. 1. Artéria renal; 2. Artérias interlobares; 3. Artérias arqueadas; 4. Artérias interlobulares; 5. Veias interlobulares; 6. Veias arqueadas; 7. Veias interlobares; 8. Veia Renal (Adaptado de Mattoon et al., 2020).

As artérias interlobulares emitem arteríolas aferentes, sendo que cada uma destas dá origem a um complexo esférico de capilares, denominado glomérulo. Os capilares glomerulares unem-se para formar uma arteríola eferente que irriga uma segunda rede capilar circundante dos túbulos renais. Do ponto de vista microscópico, a unidade funcional do rim é o nefrônio, sendo este composto pelo corpúsculo renal e os túbulos renais. O corpúsculo renal é composto pelos glomérulos, rodeados por uma cápsula de dupla parede, a cápsula de Bowman (Clarkson & Fletcher, 2011) (Figura 5).

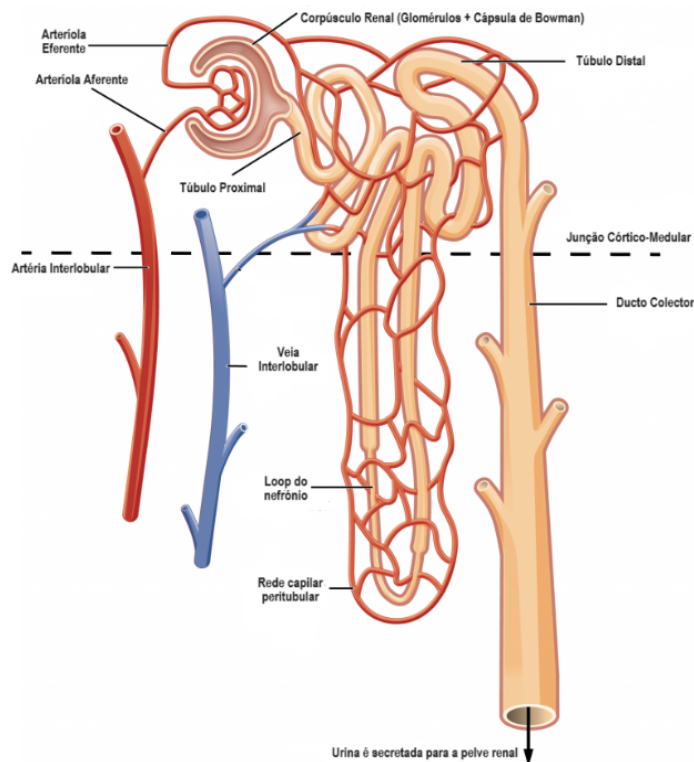


Figura 5 - Anatomia do nefrônio (Adaptado de Betts et al., 2022).

1.2. Fisiologia renal

Fisiologicamente, os rins funcionam como sendo a soma das funções dos nefrônios individuais com a principal função de regular a composição do líquido extracelular. Assim sendo, desempenham um papel importante na regulação do volume sanguíneo, volume de líquido extracelular, pressão arterial sistêmica, hematócrito, equilíbrio ácido-base e nas concentrações plasmáticas de eletrólitos, minerais e resíduos metabólicos (Brown, 2011).

Assim, o rim atua no sentido de manter a composição hídrica corporal e remover os produtos finais do metabolismo, excretando as substâncias do sangue que não são necessárias (Breshears et al., 2017). Este procedimento é obtido através da filtração do plasma, que extrai inicialmente um grande volume de fluido, denominado ultrafiltrado ou urina primária, sendo esta isosmótica e isotônica. De forma a reabsorver moléculas úteis como a água, glicose, eletrólitos e aminoácidos, os rins submetem a urina primária à uma segunda filtração que culmina na reabsorção seletiva e eliminação de substâncias residuais concentradas, sendo o produto final desse processo a urina secundária, que apresenta apenas 1 a 2% do volume da urina primária (König & Liebich, 2020).

Mais ainda, os rins são responsáveis pela secreção de uma variedade de fatores autócrinos, parácrinos e endócrinos, como é o caso da ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona (Breshears et al., 2017). Neste sistema, a enzima renina é libertada no plasma arteriolar aferente em resposta a diversos estímulos, incluindo o declínio da pressão arterial sistêmica e a estimulação simpática direta. Esta enzima cliva um fragmento de aminoácido da globulina angiotensinogénio, produzida pelo fígado, que passa a ser denominada angiotensina I. Enzimas de conversão da angiotensina, presentes na superfície das células endoteliais vasculares, irão, posteriormente, clivar um fragmento terminal de aminoácido da angiotensina I, convertendo-a em angiotensina II (Brown, 2011). A angiotensina II, um potente vasoconstritor das arteríolas sistêmicas, é considerada como sendo o produto mais importante desta reação devido a sua capacidade de aumentar a resistência vascular renal nas arteríolas eferentes e aferentes, o que irá causar o aumento da resistência periférica total e do volume sanguíneo, levando ao aumento da pressão arterial sistêmica. Para além disto, a angiotensina II irá aumentar a reabsorção tubular proximal de sódio e a libertação de aldosterona do córtex da adrenal, o que irá causar o aumento da reabsorção tubular distal de sódio (Brown, 2011) (Figura 6).

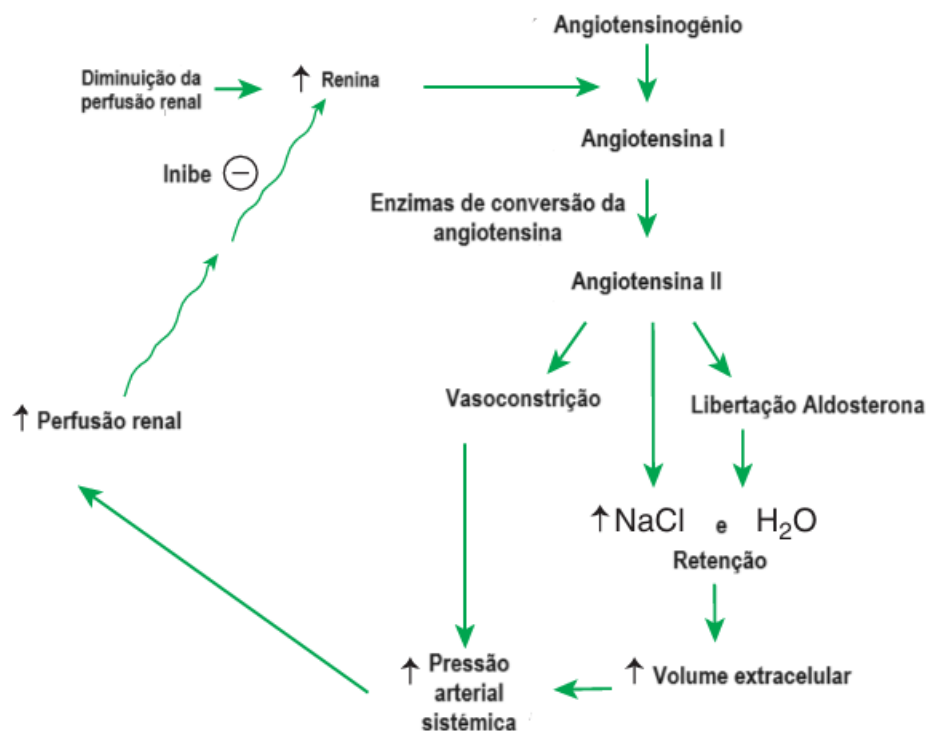


Figura 6 - Esquema representativo do sistema renina-angiotensina-aldosterona (Adaptado de Klein, 2020).

Entre as suas funções endócrinas, o rim é, também, responsável pela produção de cerca de 90% da eritropoetina dos animais adultos, sendo esta essencial para o crescimento das células estaminais eritróides (Breshears et al., 2017). Em adição, a taxa de produção dos glóbulos vermelhos é amplamente determinada pelas concentrações séricas de eritropoietina, produzida principalmente nos fibroblastos peritubulares do córtex renal (Brown, 2011 ; König & Liebich, 2020).

2. Doença Renal

Como determinado anteriormente, uma das principais funções que os rins desempenham, assenta-se na regularização do volume e da composição do líquido extracelular através da produção de urina. Assim sendo, mediante este processo, o volume de ultrafiltrado elaborado é determinado não só pelo número de nefrónios funcionais, mas, também, pela pressão hidrostática existente dentro do glomérulo renal, sendo que em animais saudáveis e sob condições fisiológicas consideradas ideais, menos de 1% do líquido filtrado será excretado. Na presença de patologias renais, este processo pode ser modificado e danificado de diversas formas, principalmente quando ocorre lesão renal aguda (IRA) e/ou doença renal crónica (DRC), sendo habitual a diminuição da taxa de filtração glomerular (TFG) e a presença de proteinúria devido aos danos causados à barreira de filtração glomerular (Ettinger et al., 2017).

A IRA e a DRC são patologias relativamente frequentes em felinos e que partilham características em comum, o que pode tornar difícil a sua diferenciação em determinados casos, principalmente por serem utilizados os mesmos biomarcadores para determinar o seu diagnóstico e estadiamento (Segev, 2022). Mais ainda, pode ocorrer exacerbação aguda da DRC, o que causa o surgimento simultâneo de características de ambas as patologias. Assim, a distinção entre estas baseia-se principalmente na anamnese, nas alterações do exame de estado geral observadas, nos resultados dos exames complementares de diagnóstico e nas imagens ecográficas obtidas (Segev, 2022).

2.1. Lesão Renal Aguda

Os rins são órgãos particularmente suscetíveis a lesões agudas uma vez que recebem aproximadamente 20% do débito cardíaco total. Frequentemente, as células epiteliais tubulares são as mais afetadas devido à sua alta taxa metabólica e à dependência de oxigênio e substrato que possuem (Ettinger et al., 2017 ; Guess & Grauer, 2017).

Assim, a IRA é definida como sendo uma lesão do parênquima renal, associada ou não à diminuição da função renal, e refletida pelo aumento da creatinina e da ureia sérica acima dos limites superiores do intervalo de referência na ausência de cronicidade patológica, e podendo, ainda, suscitar alterações na produção de urina (Segev et al., 2024). A sua origem pode ser associada à isquemia, inflamação, obstrução, nefrotoxinas e doenças infecciosas (Breshears et al., 2017), sendo, também, possível o seu desenvolvimento em ambiente hospitalar (Segev et al., 2024).

Na maioria dos casos, a reversão da IRA é viável (Segev et al., 2024), contudo, o dano tubular pode ser grave o suficiente para ser irreversível, podendo a patologia ser imperceptível nos estadios iniciais ou ser avançada a ponto de necessitar suporte de diálise ou até mesmo culminar no falecimento repentino do felino (Guess & Grauer, 2017).

2.1.1. Fisiopatologia

A azotemia progressiva e muitas vezes subtil, é uma das principais alterações indicativas da origem e da evolução da IRA, sendo esta medida pela concentração plasmática de creatinina e ureia (Langston & Eatroff, 2016). Assim, com o objetivo de auxiliar a compreensão da causa dos insultos renais, a IRA é classificada como tendo causas hemodinâmicas (pré-renais), renais intrínsecas (renais) e pós-renais (Breshears et al., 2017).

A azotemia hemodinâmica, ou pré-renal, envolve a diminuição da perfusão renal e o comprometimento hemodinâmico do rim, ou seja, devido a um fluxo sanguíneo deficiente, diminuição na pressão de perfusão ou vasoconstrição renal excessiva, ocorre um declínio funcional na TFG. Esta categoria é designada pelo aumento da concentração de ureia e creatinina, em conjunto com uma urina hiperestenúrica. A azotemia pré-renal é rapidamente revertida com terapia apropriada, contudo, pode levar a danos celulares em casos graves ou prolongados (Ettinger et al., 2017 ; Guess & Grauer, 2017).

No caso da azotemia renal (intrínseca), esta implica que ocorreu dano renal intrínseco e/ou doença associada a um insulto direto ao rim, como necrose tubular aguda, nefrite intersticial, doença embólica, glomerulonefrite ou vasculite. Nesta está presente a incapacidade de concentrar a urina, tendo, assim, uma urina hipostenúrica ou isostenúrica. As suas principais causas incluem agentes nefrotóxicos, doenças infecciosas ou imunomediadas e eventos isquémicos (Segev et al., 2024), sendo que a fluidoterapia de tratamento é semelhante à da azotemia pré-renal, sendo projetada para melhorar a perfusão renal e aumentar a produção de urina. Das três categorias, a azotemia renal é a que apresenta um prognóstico mais reservado (Guess & Grauer, 2017).

O quadro clínico de azotemia pós-renal é causado principalmente por extravasamento de urina nos tecidos ou por obstrução urinária, sendo que esta última pode ocorrer a nível da uretra ou de um ou ambos os ureteres com um rim solitário funcional. Fisiologicamente, nas obstruções, o aumento da pressão no ducto coletor após a obstrução causa o desequilíbrio das pressões hidrostática e oncótica, o que leva à diminuição da TFG. A azotemia nestas situações é rapidamente revertida pela resolução da obstrução, contudo, em condições de longa duração, pode levar à DRC. Quanto ao extravasamento urinário, a azotemia secundária é resolvida pela drenagem da urina, seja por meio de um cateter peritoneal para uroabdomen ou por desvio urinário com *bypasses* (Ettinger et al., 2017).

2.1.2. Sinais clínicos

Relativamente aos sinais clínicos apresentados, é comum os mesmos possuírem menos de uma semana de início e incluem letargia, vômito, náusea, diarreia, anorexia e fraqueza generalizada. Oligúria, anúria e poliúria/polidipsia (PU/PD) podem ser relatadas. Em casos de poliúria, pode haver polidipsia compensatória ou a ingestão de água pode ser reduzida devido à anorexia. Em pacientes gravemente afetados, existem relatos de convulsões, síncope e dispneia que podem ofuscar os sinais mais clássicos associados com a IRA (Langston & Eatroff, 2016). Em casos de felinos expostos à nefrotoxinas, podem não ocorrer outros achados históricos significativos (Ettinger et al., 2017).

O exame de estado geral pode revelar graus variáveis de hidratação, geralmente boa condição corporal, halitose urêmica com ou sem ulceração e necrose oral, dor abdominal específica para os rins ou inespecífica, nefromegalia, taquicardia ou bradicardia (Ettinger et al., 2017). A desidratação é um achado comum no primeiro exame de estado geral, especialmente em gatos com agudização da DRC, sendo que outros achados podem incluir hipotermia, hematomas cutâneos, edema periférico e melena (Langston & Eatroff, 2016).

2.2. Doença Renal Crônica

A DRC é a doença metabólica mais comum em gatos (Cowgill et al., 2016b; Kongtasai et al., 2022), sendo uma das principais causas de morbilidade e mortalidade nos felinos idosos (Ito et al., 2023). Esta é definida como sendo um conjunto de anormalidades estruturais e/ou funcionais de um ou ambos os rins, onde ocorre perda de tecido renal funcional devido a um processo progressivo, prolongado e contínuo de três ou mais meses (Jaturanratsamee et al., 2023; Breshears et al., 2017; Ettinger et al., 2017).

Embora a apresentação congénita da doença possa ocorrer em felinos com menos de 3 anos de idade, a DRC é característica de gatos adultos, entre os 5 e 6 anos, e geriátricos (Cowgill et al., 2016b; Groves, 2020), sendo que nesta última categoria pode afligir até 35% da população e 90% da população com mais de 15 anos (Brown, 2016). Em termos macroscópicos, os rins apresentam-se com pequenas dimensões devido à substituição dos nefrónios por tecido cicatricial e inflamação crónica (Hudson, 2020) (Figura 7).

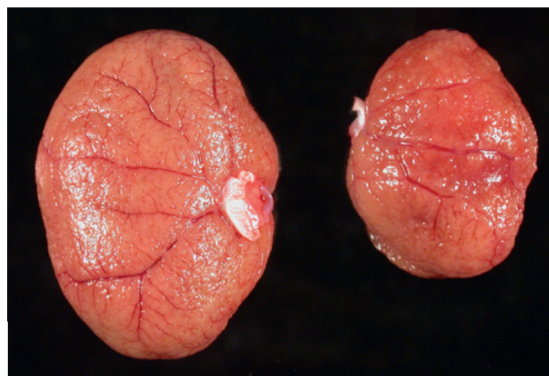


Figura 7 - Rins com DRC e consequentes alterações macroscópicas (Ettinger et al., 2017).

2.2.1. Fisiopatologia

Fisiologicamente, ocorre uma redução acentuada no número de nefrónios funcionais no rim. Esta diminuição faz com que suceda um aumento na demanda funcional

dos restantes nefrônios para que aumentem a TFG e atuem como um único nefrônio funcional, realizando um processo denominado hiperfiltração. Este tipo de resposta fisiológica adaptativa pode ser inicialmente benéfica, contudo, a longo termo, estas mudanças tornam-se desadaptativas e contribuem para a progressão autoperpetuada, ou intrínseca, da DRC (Finch & Heiene, 2017).

Assim, a DRC causa um declínio lento, mas inexoravelmente progressivo, da função renal (Breshears et al., 2017 & Ettinger et al., 2017). Em alguns felinos, este padrão segue um declínio quase linear, enquanto em outros o padrão é caracterizado por períodos de relativa estabilidade seguidos por episódios de declínio abrupto da função renal. Mais ainda, podem ocorrer complicações da DRC, causadas por fatores extra renais, que permitem que alguns pacientes apresentem múltiplos períodos de função renal estável e uma série de declínios abruptos da função renal, sendo este padrão denominado agudização da DRC (Cowgill et al., 2016). No entanto, também são reconhecidas exceções ao padrão progressivo, particularmente entre um subconjunto substancial de felinos que apresentam função renal estável durante anos (Ettinger et al., 2017). Esta característica deve-se, em parte, à grande reserva funcional que os rins apresentam, sendo que os gatos podem sobreviver por meses a anos com apenas 10% do tecido renal funcional, conferindo à DRC a capacidade de permanecer latente por longos períodos de tempo antes de tornar-se clinicamente aparente (Cowgill et al., 2016b; Brown, 2016).

A apresentação clínica da doença reflete a extensão da redução da TFG, e não o impacto das lesões estruturais em si. A menos que a DRC já esteja numa fase avançada ou ocorra agudização da DRC, a rápida deterioração da função renal remanescente é atípica (Cowgill et al., 2016b; Ettinger et al., 2017).

2.2.2. Sinais clínicos

Os fatores de risco da DRC a serem levados em consideração no momento da triagem clínica incluem a idade avançada do paciente, predisposição racial e felinos em decorrente tratamento nefrotóxico ou com IRA previamente diagnosticada (Finch & Heiene, 2017). Durante a anamnese é necessário questionar os tutores relativamente à data de início e duração dos sinais, possíveis doenças congénitas ou hereditárias, evidência de infecções atuais ou recorrentes, neoplasias, doenças metabólicas, sinais ou alterações do trato urinário inferior, histórico de medicamentos utilizados, exposição a toxinas, dieta, apetite e evidências de possíveis problemas renais antecedentes (Ettinger et al., 2017).

Muitos dos sinais clínicos apresentados são inespecíficos, sendo a PU/PD os sinais com maior probabilidade de levar os tutores à consulta médica (Finch & Heiene, 2017). Na patologia da DRC, os sinais manifestam-se, maioritariamente, devido à uremia associada e através da sintomatologia do trato gastrointestinal como anorexia, perda de peso, náusea, vômitos, ulcerações orais (Breshears et al., 2017), estomatite, necrose das margens da língua, halitose ou hálito urémico, diarreias, melena e hematoquezia (Geddes & Aguiar, 2022; Ettinger et al., 2017). Outras alterações clínicas podem incluir paragem do *grooming*, perda muscular, prostração, hipotermia, fraqueza generalizada, tremores musculares (Breshears et al., 2017), pericardite, hipertensão, comportamento alterado devido à encefalopatia urémica ou hipertensiva, osteodistrofia renal e predisposição hemorrágica inespecífica (Geddes & Aguiar, 2022; Brown, 2016). Ainda mais, pode ocorrer anemia não regenerativa, normocítica e normocrômica com consequente palidez generalizada das mucosas (Ettinger et al., 2017).

2.3. Métodos Complementares de Diagnóstico

A realização de testes complementares de diagnóstico fornece informações necessárias para o desenvolvimento de um protocolo de tratamento e para a obtenção de um estadiamento preciso (Ettinger et al., 2017).

No caso da doença renal, estes têm como objetivo seis pontos fundamentais, sendo eles: a confirmação da presença de doença renal; possibilitar ao médico veterinário diferenciar entre DRC e IRA; estadiar a doença; identificar as alterações bioquímicas e hematológicas presentes; determinar o tipo e/ou causa da doença renal, sempre que possível; e identificar a presença de comorbidades (Ettinger et al., 2017; Segev et al., 2024).

2.3.1. Urianálise

A importância da monitorização do débito urinário e da sua composição não deve ser subestimada. Em animais saudáveis, a produção de urina é de cerca de 1 a 2 ml/kg/h e uma diminuição desta taxa pode ser considerada como sendo uma resposta renal à hipovolemia ou a uma alteração patológica na sua função (Ettinger et al., 2017). A urianálise é utilizada na IRA e na DRC com o objetivo de obter informações relativamente à etiologia e à gravidade da doença (Langston & Eatroff, 2016).

2.3.1.1. Densidade urinária

Dentro dos parâmetros a serem avaliados na urianálise, a obtenção da densidade urinária (DU) é um dos valores fundamentais para determinar se a causa de azotemia é pré-renal ou intrínseca (Ettinger et al., 2017).

É necessário lembrar que, apesar de ser o resultado considerado como ideal, a presença de isostenúria pode ser indicativa de uma alteração na qual os rins não são capazes de modificar a concentração da urina em relação à concentração plasmática (Ettinger et al., 2017). Ainda mais, em casos de hipostenúria, este resultado pode ser alterado devido à presença de condições que levam à retenção de solutos no líquido tubular como a administração de diuréticos, diabetes insípido central ou nefrogénico, hiperadrenocorticismo e hipercalcemia (Graham, 2017; Brown, 2016). Em resultados de hiperstenúria, é, também, importante analisar a capacidade substancial de concentração da urina que alguns gatos apresentam, podendo esta ser uma situação fisiológica (Ettinger et al., 2017).

2.3.1.2. Proteinúria

A proteinúria é considerada como sendo um marcador de gravidade de doença renal, assim como um indicador de prognóstico e, potencialmente, uma causa de lesão renal (Brown, 2016). O início agudo de proteinúria/albuminúria e/ou glicosúria normoglicêmica pode ser observado em felinos no início do processo da IRA como consequência dos danos ocorridos às células tubulares e consequente diminuição da função de reabsorção renal (Segev et al., 2024).

Ao acompanhar o caso de um felino com proteinúria renal, é importante determinar se esta é transitória ou persistente com pelo menos dois testes em intervalos de duas semanas (Brown, 2016; IRIS, 2023a). Se a proteinúria renal persistir, a mesma pode ser uma indicação de dano patológico e funcional dos glomérulos e/ou túbulos, apoiando o diagnóstico de DRC (Kongtasai et al., 2022). Em adição, a proteinúria renal limítrofe é preditiva do desenvolvimento de DRC azotêmica em gatos (Finch & Heiene, 2017 ; Ettinger et al., 2017; IRIS, 2023a).

2.3.1.3. Urocultura

Como visto anteriormente, a IRA pode ter uma causa pós-renal relacionada com infecções do trato urinário inferior que levem ao desenvolvimento de possíveis pielonefrites (Brown, 2016). Assim, é necessária a realização de urocultura em felinos com suspeita da patologia (IRIS, 2023b), sendo que podem ocorrer infecções bacterianas aeróbias

subclínicas, não estando presentes sinais clínicos ou outros achados sugestivos de infecção do trato urinário (Finch & Heiene, 2017). Ainda mais, a urocultura deve ser incorporada em casos onde o diagnóstico diferencial de pielonefrite não possa ser excluído (Segev et al., 2024).

2.3.1.4. Taxa de filtração glomerular

A medição da TFG é o teste considerado como sendo o “*gold standard*” e o mais sensível para o comprometimento da função renal (Brown, 2016). Assim, a presença de uma TFG reduzida é uma alteração altamente confiável, sendo a mesma determinada diretamente através da depuração de um marcador de filtração endógeno ou exógeno. Contudo, em ambiente clínico, os testes de depuração urinária não são práticos, não sendo na sua generalidade realizados. Desta forma, a TFG é medida indiretamente através das concentrações séricas de biomarcadores indiretos como a creatinina sérica (Kongtasai et al., 2022).

2.3.2. Biomarcadores

2.3.2.1. Creatinina

A concentração sérica de creatinina é o principal teste laboratorial utilizado para identificar o comprometimento da função renal, sendo, também, uma base para o diagnóstico precoce de IRA e importante para o estadiamento das doenças renais no sistema da *International Renal Interest Society* (IRIS) (Finch & Heiene, 2017).

Fisiologicamente, a creatinina é livremente filtrada no glomérulo, sem ocorrer a sua reabsorção tubular. Contudo, além da TFG, existem outros fatores que influenciam a sua concentração plasmática, como a nutrição, massa muscular e desidratação (Kongtasai et al., 2022), tornando-a relativamente insensível até que ocorra uma redução substancial de 75% da função renal antes que os valores de creatinina sérica excedam consistentemente os intervalos de referência (Finch & Heiene, 2017). Assim, o diagnóstico de DRC em felinos é obtido relativamente tarde no curso da doença, uma vez que requer evidências de cronicidade (Ettinger et al., 2017; Kongtasai et al., 2022).

2.3.2.2. Azoto uréico sérico

O azoto uréico sérico (BUN) é sintetizado no fígado a partir da amónia e é livremente filtrado nos glomérulos, sendo parcialmente reabsorvido pelos túbulos renais. A sua taxa de reabsorção depende da TFG e da presença de hormona antidiurética (ADH) (Finch & Heiene, 2017). Assim, embora o BUN tenha sido considerado como um substituto

adicional para estimar alterações na TFG, este tende a correlacionar-se melhor com os sinais clínicos observados e o prognóstico do felino do que a concentração de creatinina sérica (Ettinger et al., 2017).

Contudo, a interpretação dos seus valores pode ser complexa, uma vez que é necessário reconhecer a influência considerável de fatores não renais ao interpretar a sua concentração plasmática, como no caso de animais desidratados ou com baixo débito cardíaco, onde uma maior quantidade de BUN é reabsorvida. Da mesma forma, concentrações mais reduzidas de BUN podem ser observadas em felinos desnutridos ou alimentados com uma dieta pobre em proteínas, assim como em gatos com insuficiência hepática ou shunt portossistêmico (Finch & Heiene, 2017).

Em adição, o rácio entre o BUN e a creatinina sérica pode apresentar-se como sendo elevado devido à hemorragia gastrointestinal ou desidratação ou encontrar-se diminuído nos estadios iniciais da IRA (Langston & Eatroff, 2016).

2.3.2.3. Dimetilarginina simétrica

A dimetilarginina simétrica (SDMA) resulta do processo de degradação proteica que inclui a metilação da arginina e a formação de numerosas moléculas, sendo considerada um biomarcador eficiente para alterações renais, uma vez que a sua atividade fisiológica é reduzida e mais de 90% da sua composição é eliminada pelos rins (Ettinger et al., 2017).

Algumas das vantagens da utilização da SDMA baseiam-se na capacidade da sua concentração sérica correlacionar-se com a TFG, permitindo que esta seja utilizada como um marcador precoce de DRC em gatos (Loane et al., 2022). Mais ainda, a mesma não é afetada pela massa muscular magra dos felinos, o que possibilita a sua utilização em animais com baixa condição corporal (Kongtasai et al., 2022). Como desvantagens, foram observadas alterações na sua concentração sérica influenciadas pela raça dos animais (Langhorn et al., 2018).

Em termos de diagnóstico, aumentos persistentes nas concentrações de SDMA ao longo de meses, associado ao aumento persistente da creatinina sérica e urina hipostenúrica são sinais consistentes com DRC (Ettinger et al., 2017). Em adição, a concentração sérica de SDMA em felinos apresenta uma forte correlação com a creatinina sérica (Loane et al., 2022), sendo recomendado pela IRIS a sua medição como indicador do estadio I de DRC (Segev et al., 2024) e em pacientes com baixa massa muscular nos estadio II e III da DRC (Finch & Heiene, 2017).

2.3.2.4. Fator de crescimento fibroblástico 23

O fator de crescimento de fibroblástico 23 (FGF-23) é uma hormona responsável pela regulação do fósforo e do calcitriol produzida pelos osteócitos e osteoblastos. A sua produção é estimulada pela hiperfosfatemia e pelo aumento das concentrações de calcitriol, ou vitamina D ativa, no sangue (Kongtasai et al., 2022). Fisiologicamente, a sua função assenta em promover a excreção urinária de fósforo e diminuir a sua reabsorção a nível intestinal, sendo que a concentração de FGF-23 possui uma relação linear direta com a concentração de fósforo sérico (Lin et al., 2021). Desta forma, o FGF-23 é considerado como um biomarcador precoce para alterações de fosfato, sendo que permite identificar antecipadamente os felinos que beneficiariam de tratamento dietético com restrição de fósforo (Kongtasai et al., 2022).

Ainda mais, quando comparado com a creatinina sérica, o FGF-23 demonstrou ser um biomarcador mais sensível e que permite identificar mais rapidamente alterações na função renal, sendo, portanto, um biomarcador prático para o diagnóstico de DRC em estadios iniciais (Lin et al., 2021). Relativamente à sua correlação com a SDMA, o FGF-23 apresenta uma forte relação com esta, estando ambos acima do intervalo de referência em felinos com DRC, sendo que esta relação sugere uma perturbação do metabolismo do fosfato diretamente nos estadios iniciais da doença e mesmo antes que a hiperfosfatemia seja evidente (Grelová et al., 2022).

2.3.3. Análises sanguíneas

2.3.3.1. Hemograma completo

A presença de anemia pode ser devida a uma série de causas, contudo, e embora esta possa ser uma complicação tanto da IRA, quanto da DRC, a mesma é encontrada com maior frequência e sendo clinicamente mais grave, isto é, apresentando um hematócrito inferior a 20%, nos casos onde existe a componente crónica da doença renal envolvida, devido aos rins serem responsáveis pela produção de grande parte da eritropoietina (Langston & Eatroff, 2016; Brown, 2011; König & Liebich, 2020).

2.3.3.2. Ionograma

2.3.3.2.1. Fosfato e cálcio

Os rins são os órgãos responsáveis pela excreção de fosfato, sendo a quantidade presente na urina representativa do filtrado glomerular (Ettinger et al., 2017). Na DRC ocorre uma redução na capacidade renal de excretar os iões de fosfato na urina, havendo retenção dos mesmos (Finch & Heiene, 2017).

O aumento do fosfato sérico em circulação, associado com uma ingestão constante e sem restrições do mesmo, causa a formação de complexos com o cálcio sérico ionizado, com a consequência da ocorrência de hipocalcemia e estimulação, subsequente, da produção de paratormona (PTH), sendo que esta alteração culmina em osteodistrofia renal (Breshears et al., 2017; Finch & Heiene, 2017; Ettinger et al., 2017). Esta condição sistêmica é denominada distúrbio do metabolismo ósseo mineral por DRC (DMO-DRC), tendo sido possível uma melhor compreensão dos seus mecanismos fisiológicos através do estudo do FGF-23 em gatos geriátricos com DRC (Kongtasai et al., 2022).

Em termos de relações, o fosfato correlaciona-se fortemente com a ureia, creatinina e SDMA, o que faz com que seja um possível marcador de prognóstico para a evolução da DRC (Grelová et al., 2022).

2.3.3.2.2. Potássio

A hipocalcemia é uma complicação comum da DRC em felinos. Os fatores que podem contribuir para o seu desenvolvimento incluem perdas urinárias, ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, aumento da produção de aldosterona, redução da ingestão de alimentos, desidratação persistente de baixo grau e vômitos (Finch & Heiene, 2017; Ettinger et al., 2017).

Assim, a hipocalcemia pode ser promotora ou a causa de DRC progressiva, sendo que o conteúdo muscular de potássio diminui em gatos normocalêmicos com DRC espontânea, o que sugere que os déficits de potássio no organismo podem desenvolver-se bem antes do início da hipocalcemia clínica (Ettinger et al., 2017). A baixa concentração plasmática de potássio é considerada como um fator de risco para o desenvolvimento de hipertensão em gatos com DRC (Finch & Heiene, 2017).

2.3.4. Pressão arterial sistêmica

O rim é um dos principais órgãos que é alvo do dano hipertensivo. A autorregulação renal é a capacidade que o rim apresenta em regular o seu fluxo sanguíneo independentemente da pressão arterial sistólica e ocorre como resultado das propriedades miogénicas das paredes dos vasos renais e do feedback tubuloglomerular. Este mecanismo, quando aplicado à pressão da arteríola aferente que irriga cada glomérulo, possibilita uma pressão capilar glomerular estável e a filtração glomerular, garantindo, assim, a TFG. Contudo, a autorregulação ocorre apenas dentro de uma certa faixa de pressões arteriais sistêmicas médias, sendo esta de 70 a 150mmHg (Jepson & Syme, 2017).

Em felinos com hipertensão sistémica, as elevadas pressões que entram na arteríola aferente são transferidas para a rede capilar glomerular, resultando em hipertensão glomerular, glomeruloesclerose e proteinúria secundária. Desta forma, a hipertensão é considerada como um fator de risco para a evolução da DRC (Jepson & Syme, 2017).

2.4. Estadiamento International Renal Interest Society (IRIS)

Ao longo dos anos, diversos termos médicos foram utilizados para descrever quadros clínicos de doença renal e/ou diminuição da função renal em felinos (Guess & Grauer, 2017). Com o objetivo de definir um sistema de comunicação internacional relativamente à doença renal, a IRIS criou um conjunto de diretrizes para estabelecer o estadiamento da IRA e da DRC e para o tratamento da DRC com base na medição sérica da creatinina, SDMA, proteinúria renal e pressão arterial sistémica (Grauer, 2017).

2.4.1. Estadiamento IRIS para a lesão renal aguda

O sistema de estadiamento da IRA foi criado com o objetivo de promover a uniformização da classificação da patologia e facilitar a sua compreensão, diagnóstico e tratamento (Segev et al., 2024). Contudo, este sistema não implica que a IRA esteja estável ou até mesmo estacionária, pelo contrário, a classificação obtida representa um momento observado no decurso da patologia e é expectável que o estadiamento seja alterado à medida que a mesma evolui (Guess & Grauer, 2017 ; Ettinger et al., 2017; Segev et al., 2024).

Assim, felinos diagnosticados com IRA podem ser classificados dentro de cinco estadios diversos, como demonstrado na figura abaixo (Figura 8) (Cowgill, 2016a).

Grau IRA	Creatinina Sérica	Descrição Clínica
Grau I	<1.6 mg/dl (<140 µmol/l)	IRA Não Azotêmica: a. IRA Documentada (Evidência histórica, clínica, laboratorial ou de imagem de IRA, oligúria clínica/anúria, capacidade de resposta à fluidoterapia); e/ou b. Aumento progressivo não azotêmico da creatinina sérica ≥0.3mg/dl (≥26.4µmol/L) em 48 horas; c. Oligúria medida (<1ml/kg/h) ou anúria durante 6 horas.
Grau II	1.7 – 2.5 mg/dl (141 – 220 µmol/l)	IRA Ligeira: a. IRA documentada e azotemia estática ou progressiva; b. Azotemia progressiva: aumento da creatinina sérica ≥0.3mg/dl (≥26.4µmol/L) em 48 horas ou responsiva à fluidoterapia; c. Oligúria medida (<1ml/kg/h) ou anúria durante 6 horas.
Grau III	2.6 – 5.0 mg/dl (221 – 439µmol/l)	IRA Moderada a Severa: a. IRA documentada, aumento da gravidade da azotemia e falha renal.
Grau IV	5.1 – 10.0 mg/dl (440 – 880 µmol/l)	
Grau V	>10.0 mg/dl (>880 µmol/l)	

Responsiva à fluidoterapia: aumento na produção de urina de >1ml/kg/h durante 6 horas; e/ou diminuição do valor da creatinina para o valor basal durante 48 horas.

Figura 8 - Tabela de estadiamento da IRA concebida pela IRIS (Adaptado de Cowgill et al., 2016a).

2.4.1.1. Estadio I

Os felinos classificados como estadio I, são animais não azotêmicos com alterações no historial clínico, laboratorial ou imagiológico compatíveis com IRA, assim como os que apresentam quadros de oligúria e/ou anúria clínica. Mais ainda, classificam-se os felinos com aumentos progressivos diários de $\geq 0,3$ mg/dl ($\geq 26,4$ µmol/l) na creatinina sérica durante um intervalo de 48 horas e pacientes onde no mesmo intervalo de tempo ocorra a redução da creatinina sérica até ao seu valor basal (Segev et al., 2024).

2.4.1.2. Estadio II

No estadio II, classificam-se os pacientes com os mesmos requisitos de creatinina sérica e oligúria e/ou anúria responsiva à fluidoterapia do estadio I, contudo, o quadro clínico é considerado mais grave por apresentar valores de creatinina mais elevados e azotemia ligeira associada (Segev et al., 2024).

2.4.1.3. Estadio III, IV e V

Pacientes com IRA diagnosticada, azotêmicos e que apresentem dano ao parênquima renal e/ou na função renal em graus progressivamente maiores, são classificados como estadio III, IV ou V de acordo com os seus respectivos níveis séricos de creatinina. Posteriormente, cada felino deve ser subclassificado como oligúrico/anúrico ou

não oligúrico, de forma a encaminhar as opções terapêuticas necessárias e o prognóstico associado (Segev et al., 2024).

2.4.2. Estadiamento IRIS para a doença renal crónica

Relativamente ao estadiamento da DRC, este é baseado em três etapas, sendo elas: estabelecer o diagnóstico de doença crónica com três ou mais meses de duração; determinar o estadio da doença em gatos euvolémicos e, por fim, subclassificar o felino com base na avaliação da proteinúria e da pressão arterial (IRIS, 2023a), sendo os dois últimos parâmetros passíveis de intervenções terapêuticas destinadas a retardar a progressão da DRC (Finch & Heiene, 2017).

O estadiamento da DRC deve ser baseado em pelo menos duas medições de creatinina sérica e/ou SDMA obtidas em jejum, com o felino bem hidratado e com intervalo de algumas semanas (IRIS, 2023a) (Figura 9). Se os resultados apresentarem-se estáveis ao longo do tempo, trata-se de um padrão característico de DRC (Ettinger et al., 2017).

					
		Estadio I	Estadio II	Estadio III	Estadio IV
		Sem azotemia Creatinina normal	Azotemia ligeira Creatinina normal ou ligeiramente aumentada	Azotemia moderada	Azotemia grave
Creatinina	mg/dL	Menor que 1.4 (125 µmol/L)	1.4–2.8 (125–250 µmol/L)	2.9–5.0 (251–440 µmol/L)	Maior que 5.0 (440 µmol/L)
	Caninos				
		Menor que 1.6 (140 µmol/L)	1.6–2.8 (140–250 µmol/L)	2.9–5.0 (251–440 µmol/L)	Maior que 5.0 (440 µmol/L)
	Felinos				
SDMA	µg/dL	Menor que 18	18–35	36–54	Maior que 54
	Caninos				
		Menor que 18	18–25	26–38	Maior que 38
	Felinos				

Figura 9 - Sistema de estadiamento da DRC desenvolvido pela IRIS (Adaptado de IRIS, 2023a).

Posteriormente, e devido à sua utilidade terapêutica e prognóstica, os felinos devem ser subclassificados de acordo com a magnitude da sua proteinúria e pressão arterial sistémica (Figura 10) (IRIS, 2023a). Assim, antes da medição do rácio entre a proteína e a creatinina na urina (RPCU), devem ser realizadas urianálise e urocultura para descartar infecção, hemorragia ou inflamação, e o sedimento urinário deve ser determinado como inativo (Ettinger et al., 2017). Os resultados da medição irão classificar o paciente como não proteinúrico, proteinúrico limítrofe ou proteinúrico, sendo que os felinos com proteinúria

limitrofe devem ser reavaliados após dois meses, dado o valor poder ser alterado com o decorrer da patologia ou em resposta à terapia (IRIS, 2023a). A pressão arterial sistêmica também deve ser determinada diversas vezes ao longo de semanas para subclassificar o paciente como normotenso, pré-hipertenso, hipertenso e hipertensão severa (Figura 10) (Ettinger et al., 2017; IRIS, 2023a).

Rácio Proteína:Creatinina urina	Caninos	Não proteinúrico	<0.2	Proteinúrico Limitrofe	0.2–0.5	Proteinúrico	>0.5
	Felinos	Não proteinúrico	<0.2	Proteinúrico Limitrofe	0.2–0.4	Proteinúrico	>0.4
Pressão Arterial Sistêmica			Normotenso <140		Pré-hipertenso 140–159		
			Hipertenso 160–179		Hipertensão grave ≥180		

Figura 10 - Sistema de sub-estadiamento da DRC desenvolvido pela IRIS (Adaptado de IRIS, 2023a).

2.4.2.1. Estadio I e II

O estadio I inclui gatos com DRC não azotêmicos, enquanto o estadio II inclui gatos com DRC com azotemia ligeira (IRIS, 2023a). Para além de PU/PD, os felinos classificados nestes estadios podem não apresentar sinais clínicos de disfunção renal. Ocasionalmente, no estadio II pode ocorrer perda de peso ou apetite seletivo (Ettinger et al., 2017). A função renal é frequentemente estável ou progressivamente perdida dentro de um período prolongado nos pacientes subclassificados como não proteinúricos e não hipertensos (IRIS, 2023a). Nos pacientes subclassificados com proteinúria acentuada ou hipertensão sistêmica, podem ocorrer sinais clínicos relacionados a estas alterações, sendo necessária a intervenção médica para tratamento (Ettinger et al., 2017).

2.4.2.2. Estadio III

O estadio III inclui gatos com DRC com azotemia moderada (IRIS, 2023a). Neste estadio, os felinos podem apresentar sinais clínicos relacionados à perda da função renal e uremia, contudo, os mesmos são controláveis com a realização de tratamento adequado. A DRC é tipicamente progressiva nesta fase, sendo necessário, para além de identificar e tratar a causa primária, utilizar protocolos de tratamento para modificar os fatores que promovem a sua progressão (Ettinger et al., 2017).

2.4.2.3. Estadio IV

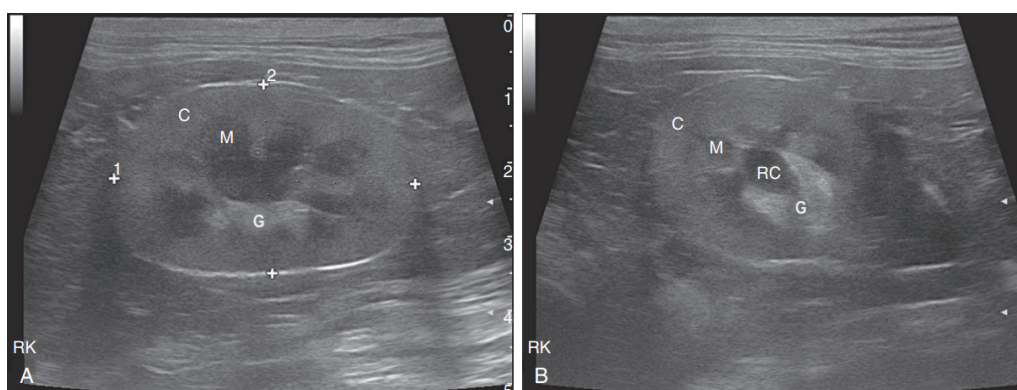
O estadio IV inclui gatos com DRC com azotemia grave, possuindo valores de creatinina sérica acima de 5,0 mg/dL, com manifestação de sinais clínicos de uremia (IRIS, 2023a). Os métodos complementares de diagnóstico e o tratamento utilizado nesta fase são

os mesmos do estadio III, com a inclusão de terapia específica e destinada a prevenir ou melhorar os sinais de uremia (Ettinger et al., 2017).

2.5. Ecografia abdominal focada nos rins

A visualização de alterações estruturais nos rins por meio de estudos imagiológicos pode, por vezes, preceder a evidência de alterações analíticas da função renal (Finch & Heiene, 2017), sendo que os meios de diagnóstico imagiológico mais utilizados na doença renal incluem radiografia abdominal, ecografia abdominal, tomografia computadorizada (TAC) e ressonância magnética (RM) (Spediacci, 2023).

A ecografia abdominal é considerada como sendo a técnica de diagnóstico por imagem de escolha para a avaliação renal (Finch & Heiene, 2017; Guess & Grauer, 2017; Spediacci, 2023). A ecografia do trato urinário, em específico dos rins, é um exame de grande importância que proporciona informações sobre o tamanho, formato, localização, número, contorno, ecogenicidade e arquitetura interna dos rins (Hudson, 2020; Widmer et al., 2021; Spediacci, 2023). Para além da aparência dos ureteres e do espaço retroperitoneal (Griffin, 2020), a mesma permite a avaliação do córtex, medula, hilo, vasos sanguíneos e dos tecidos perirrenais (Figura 11A, B e C) (Pollard & Phillips, 2017). Contudo, é necessário ter em atenção ao examinar gatos com baixa condição corporal que os rins podem apresentar-se sobrepostos ou estarem ambos presentes na mesma imagem, tornando a sua identificação mais complicada (Figura 11D) (Griffin, 2020; Widmer et al., 2021).



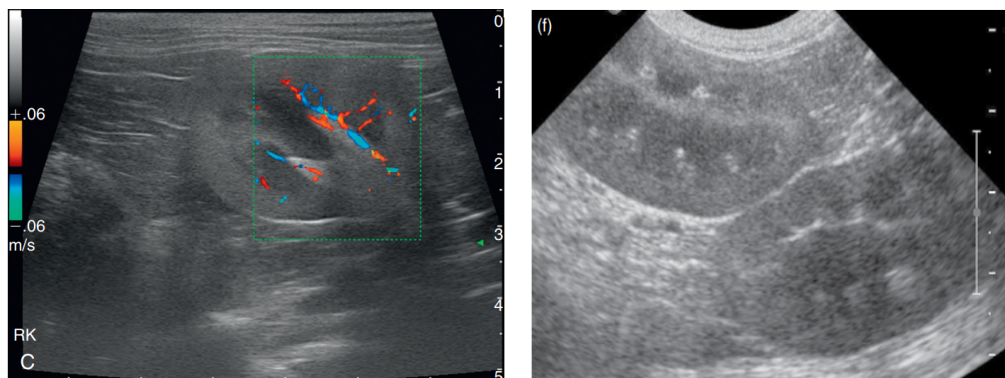


Figura 11 - Rins saudáveis de um felino na ecografia. **(A)**: Corte sagital do rim direito. **(B)**: Corte transverso do rim direito. **(C)**: Corte transverso do rim direito com aplicação de *doppler* para demonstrar a irrigação considerada normal em felinos. C: Córtex; M: Medula; RC: Crista Renal; G: Gordura perirrenal. (Adaptado de Mattoon & Berry, 2021). **(D)**: Ambos os rins de um felino saudável visíveis na mesma janela ecográfica. (Hudson, 2020).

2.5.1. Alterações ecográficas da lesão renal aguda

No aspecto ecográfico da IRA, a imagem renal obtida na ecografia abdominal pode variar segundo o caso clínico e pode ou não possuir alterações dignas de registo, sendo a mesma frequentemente utilizada nesta patologia para uma avaliação mais pormenorizada dos rins e para verificar a existência de obstruções no trato urinário (Hudson, 2020). Contudo, de acordo com o estudo realizado pelos autores Cole et al., em 2019, mais de 90% dos casos de IRA apresentam alterações ecográficas identificáveis.

Assim, dentro das alterações que podem ocorrer na doença, os rins podem ser afetados uni ou bilateralmente, sendo possível visualizar nefromegalia sem alterações da cápsula renal na maior parte dos casos (Cole et al., 2019). Quando ocorre obstrução ureteral, a mesma irá produzir hidronefrose e hidroureter (Figura 12A) em conjunto com um acúmulo de líquido perirrenal (Figura 12B) e uma aparência turva da gordura devido à inflamação (Cole et al., 2019); granulomas renais podem causar a alteração da ecogenicidade do parênquima renal (Pollard & Phillips, 2017); a toxicidade do etilenoglicol causa um aumento particularmente dramático na ecogenicidade do córtex renal (Figura 12C) devido à necrose epitelial tubular e à deposição de cristais de oxalato de cálcio nos túbulos renais com um aumento da distinção corticomedular (Griffin, 2020) e a dilatação pélvica (Figura 12D) pode estar associada a pielonefrite ou hidronefrose (Hudson, 2020). A diminuição da ecogenicidade do córtex renal é uma alteração ecográfica rara que pode ser observada em gatos com insuficiência renal aguda (Griffin, 2020).

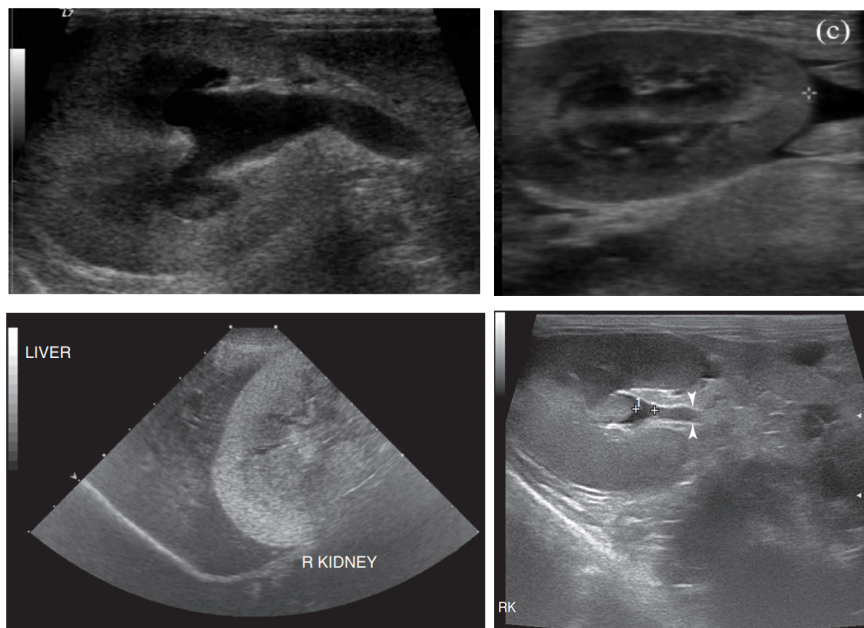


Figura 12 - Alterações renais ecográficas da IRA. **(A)**: Visualização ecográfica em corte transversal do rim direito de um felino com presença de hidronefrose e hidroureter devido à neoplasia do trigono vesical (Debruyne et al., 2012b). **(B)**: Visualização ecográfica em corte sagital do rim direito de um felino com presença de líquido perirrenal na zona caudal (Cole et al., 2019). **(C)**: Visualização ecográfica em corte sagital do rim direito (R Kidney) de um felino com intoxicação por etilenoglicol. Notar a hiperecogenicidade do córtex renal em comparação com o fígado à esquerda. (Adaptado de Mattoon & Berry, 2021). **(D)**: Visualização ecográfica em corte transversal do rim esquerdo de um felino com pielectasia moderada após administração de fluidoterapia. O ureter dilatado pode ser identificado entre as setas e com 2mm. (Adaptado de Mattoon & Berry, 2021).

É necessário ter em consideração que a ausência de alterações ecográficas na arquitetura renal não exclui a possibilidade de haver DRC subjacente a IRA, assim como imagens ecográficas compatíveis com o diagnóstico de DRC, não excluem a possibilidade de ocorrer IRA sobreposta e, portanto, existir o potencial para a recuperação parcial dos rins (Langston & Eatroff, 2016).

2.5.2. Alterações ecográficas da doença renal crônica

A ecografia abdominal dos rins desempenha um papel fundamental no diagnóstico, estadiamento e acompanhamento da evolução da DRC em felinos (Huguet et al., 2023). Esta patologia costuma ser um processo de doença bilateral, embora as alterações possam ser assimétricas (Pollard & Phillips, 2017). Assim, é esperado que ocorra uma diminuição das dimensões renais devido a presença de fibrose, contudo, a ocorrência de hiperplasia compensatória concomitante, quistos renais (Figura 13A) e/ou pielectasia (Figura 13B), poderá, também, causar alterações das dimensões de ambos os rins (Huguet et al., 2023).

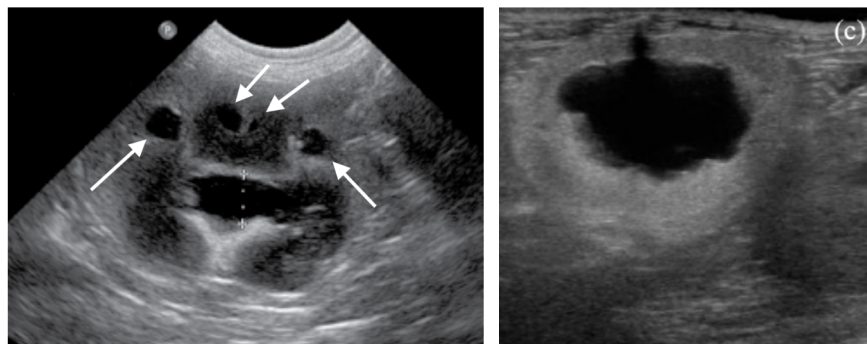


Figura 13 - Alterações renais ecográficas da DRC. **(A)**: Visualização do rim esquerdo em corte sagital de um felino com diagnóstico de rim poliquístico. Quistos indicados com setas (Adaptado de Hudson 2020). **(B)**: Visualização do rim de um felino com diagnóstico de pielectasia grave (Cole et al., 2019).

2.5.2.1. Comprimento renal

Em termos de medição do comprimento renal quando aplicado à DRC, os autores Jaturanratsamee et al. (2023) propuseram a utilização do rácio ecográfico entre o comprimento renal e o diâmetro da aorta abdominal (Figura 14) como forma de medição mais exata.

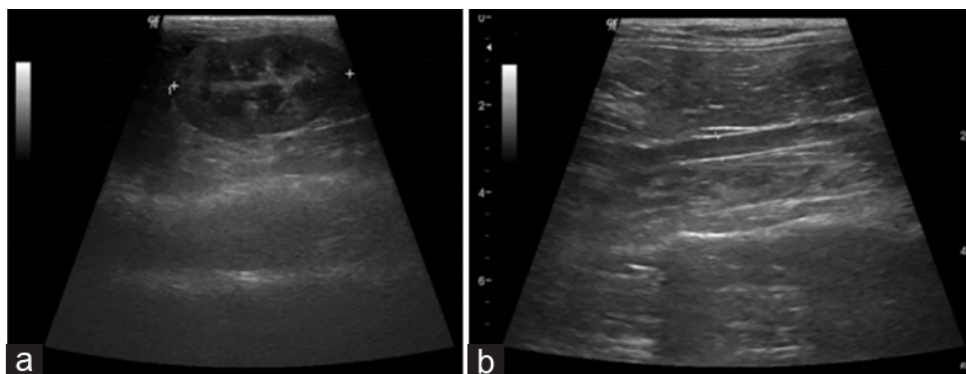


Figura 14 - Medição do comprimento renal na ecografia. Visualização ecográfica em corte sagital do comprimento do rim de um felino (a) e do diâmetro da aorta abdominal (b) (Jaturanratsamee et al., 2023).

Os resultados obtidos demonstraram que o rácio foi significativamente menor em felinos com DRC, quando comparados com felinos saudáveis, sendo que a média foi de $9,80 \pm 1,17\text{cm}$ e o valor ideal foi de $10,71\text{cm}$. Este valor apresentou 80% de sensibilidade e especificidade para a detecção de felinos com DRC. Contudo, o rácio demonstrou uma relação negativa forte com as concentrações plasmáticas de creatinina, BUN e SDMA.

2.5.2.2. Ecogenicidade renal

Outras alterações ecográficas que podem estar presentes na DRC incluem a mineralização do parênquima renal visível como focos hiperecogénicos com sombra acústica (Figura 15A) (Hudson, 2020); espessura cortical reduzida ou aumentada em relação à medula; ecogenicidade cortical aumentada, difusa, uniforme ou irregular (Figura

15B), frequentemente combinada com zonas hiperecogénicas de infarto crónico (Figura 15C) e dilatação pélvica renal (Jaturanratsamee et al., 2023).

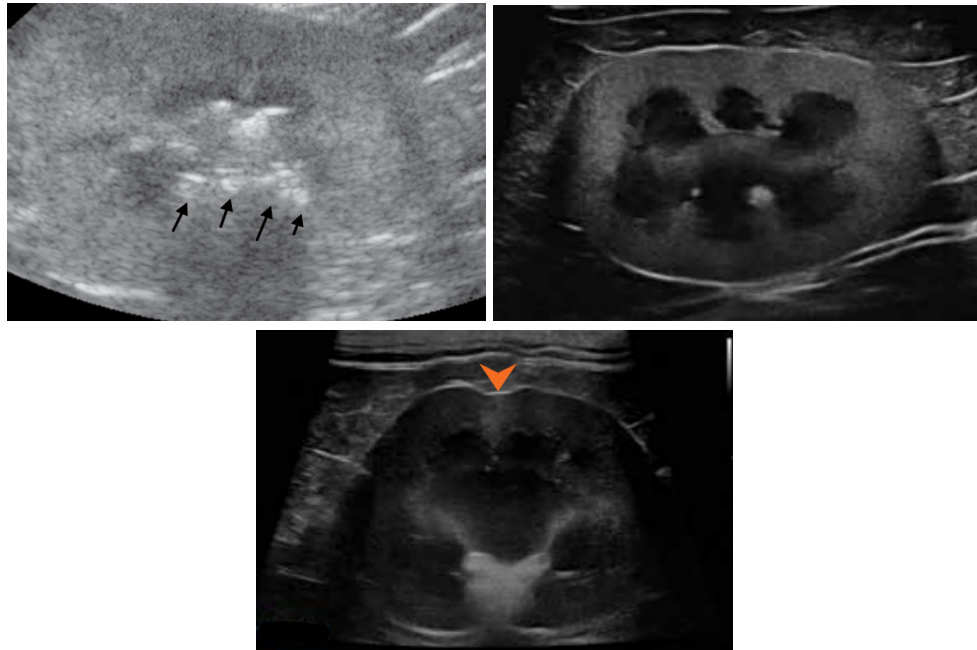


Figura 15 - Alterações ecográficas da ecogenicidade renal na DRC. Visualização das alterações ecográficas renais da DRC. **A:** Rim de felino com visualização de zonas hiperecogénicas compatíveis com mineralização demonstradas pelas setas (Adaptado de Hudson, 2020.) **B:** Visualização de rim de felino em corte sagital com presença de hiperecogenicidade difusa do córtex renal (Cole et al., 2019). **C:** Visualização de rim de felino em corte sagital com presença de um defeito côncavo na borda da cápsula renal indicado por uma seta e compatível com enfarte renal (Cole et al., 2019).

À medida que a DRC progride, a arquitetura renal pode ser perdida. Dentre as alterações que ocorrem na patologia, a hiperecogenicidade do córtex renal é a mais comum em felinos (Huguet et al., 2023). Esta, em associação com a redução da definição corticomedular, aumento simultâneo na ecogenicidade da medula e perda da definição dos bordos da cápsula, caracterizam ecograficamente os estádios IRIS terminais da DRC (Figura 16) (Huguet et al., 2023; Widmer et al., 2021 ; Griffin, 2020).

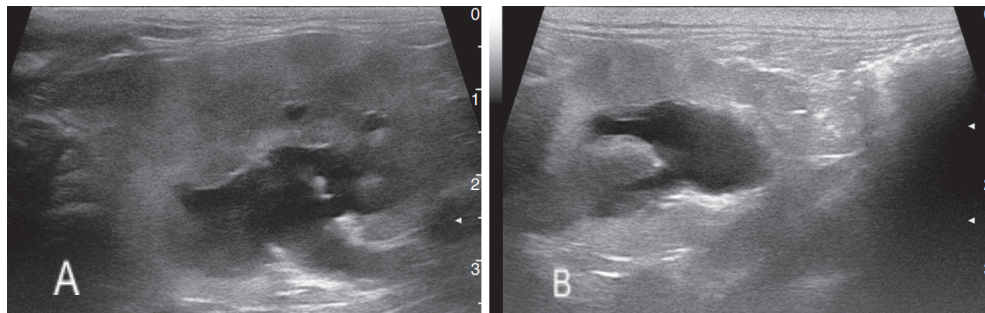


Figura 16 - Visualização ecográfica de um rim felino em estadio IRIS terminal. Visualização ecográfica em corte sagital (A) e transverso (B) do rim esquerdo de um felino com DRC. É de salientar o rim hiperecogénico, com contornos irregulares, perda da transição corticomedular e com dilatação pélvica (Adaptado de Mattoon & Berry, 2021).

2.5.2.3. Banda medular renal

Mais ainda, pode ser observada a presença de uma banda medular (BM) na ecografia abdominal dos felinos. Esta é definida como sendo uma zona hiperecogénica distinta na medula renal externa, que forma uma linha curvilínea paralela à junção corticomedular e não projeta sombra acústica, sendo bem delimitada, contínua, bilateral e simétrica (Figura 17). Contudo, a sua observação na prática clínica revelou que a mesma pode parecer descontínua e ter ecogenicidade e espessura variável (Ferreira et al., 2020).

Desta forma, os autores Ferreira et al. (2020), determinaram que a BM pode ser classificada de acordo com a sua espessura, sendo que uma BM fina, ou seja, inferior a 2,5mm (Figura 17A), não deve ser associada à doença renal azotémica, sendo um achado ecográfico não específico e provavelmente accidental nos felinos. Já a presença de uma BM espessa (Figura 17B), ou seja, com pelo menos 2,5mm, está significativamente associada à doença renal azotémica.

Assim, a presença de uma BM espessa em associação com baixa distinção corticomedular, contornos irregulares e distensão pélvica, são sinais ecográficos evidentes de DRC em gatos (Cordella et al., 2020).

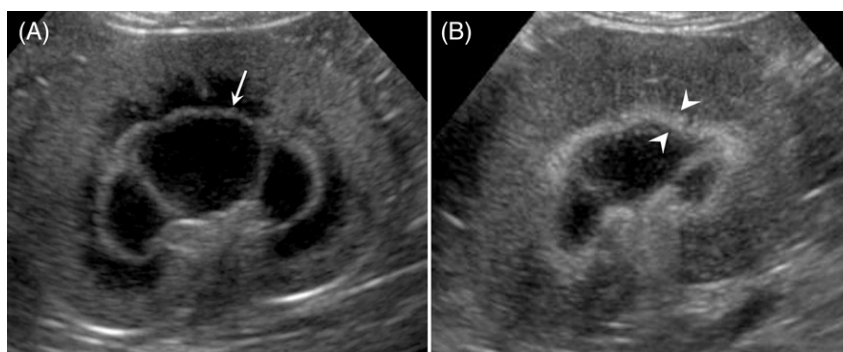


Figura 17 - Visualização ecográfica em corte dorsal da banda medular fina (A) e espessa (B) em rins de felinos. É de salientar que o rim apresentado na figura A não demonstra alterações ecográficas compatíveis com DRC, enquanto o rim representado na figura B apresenta. (Cordella et al., 2020).

2.5.2.4. Espessura do córtex renal

Com o objetivo de determinar uma medição ecográfica que possibilitasse avaliar e monitorizar a evolução da DRC de forma quantitativa, os autores Yan et al. (2020), estabeleceram que existe uma relação estatística forte entre a espessura do córtex renal e a função renal em felinos com DRC.

Assim, embora o comprimento renal seja utilizado na prática clínica para avaliar a gravidade da DRC e a atrofia renal em gatos, os resultados obtidos permitiram afirmar que a

espessura do córtex renal medida no plano transverso por ecografia abdominal (Figura 18) é uma variável que apresenta melhor correlação com a gravidade da doença do que outras dimensões renais, incluindo o seu comprimento, a espessura medular e o rácio córtex/medula. Ainda mais, a espessura cortical renal não foi influenciada pela idade, peso e género (Yan et al., 2020).

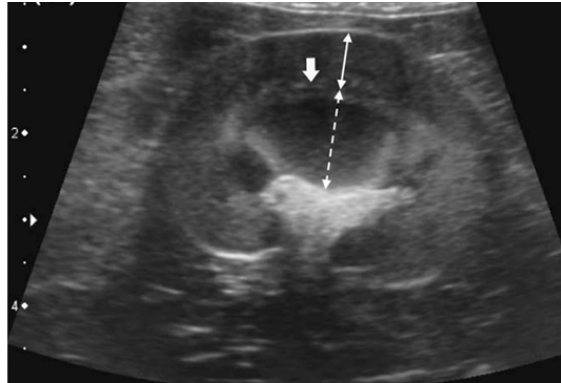


Figura 18 - Medição ecográfica da espessura do córtex renal. Visualização ecográfica em corte dorsal do rim de um felino para medição da espessura do córtex renal. A seta branca fina representa a espessura do córtex renal; a seta branca pontilhada representa a espessura da medula renal e a seta branca grossa representa as veias arcuadas na junção corticomedular. (Adaptado de Yan et al., 2020).

Os valores considerados ideais para as espessuras corticais esquerda e direita foram de 4,7mm e 4,5mm, respectivamente, tendo estas apresentado sensibilidades de 90% e 83,3% e especificidades de 94,7% para ambas. Estes resultados indicam que a espessura do córtex renal pode proporcionar a detecção de alterações precoces na função renal em gatos com DRC (Yan et al., 2020).

2.5.3. Ecografia da aorta abdominal

Os principais vasos sanguíneos abdominais são utilizados na ecografia abdominal como pontos de referência para determinar de forma correta a localização anatômica da sonda ecográfica e para o reconhecimento dos linfonodos adjacentes aos órgãos (Mattoon & Berry, 2021).

A aorta abdominal e a veia cava caudal são os vasos sanguíneos abdominais que possuem um maior calibre e, portanto, são mais facilmente identificados durante a ecografia abdominal, sendo, também, mais facilmente visualizados com recurso à janela ecográfica da bexiga vesical. Desta forma, quando em corte transversal, a aorta pode ser visualizada logo após a linha média à esquerda, estando a veia cava caudal adjacente à direita desta (Figura 19A). Caudalmente, estas bifurcam-se e dão origem às artérias e veias ilíacas (Figura 19B) (Mattoon & Berry, 2021).

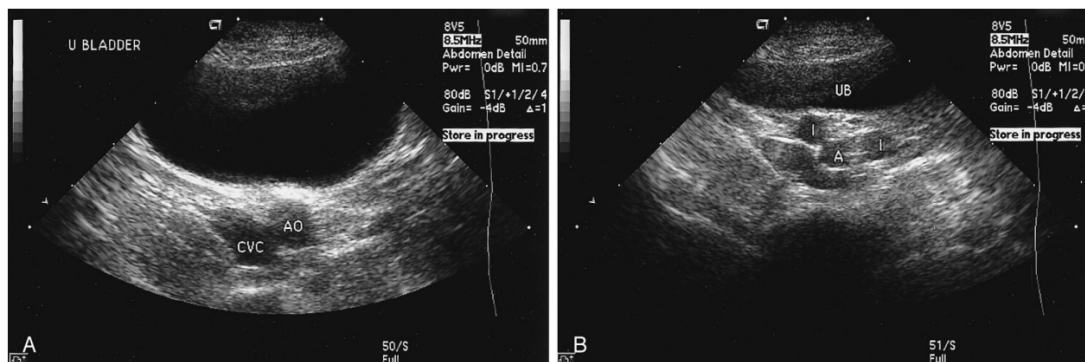


Figura 19 - Visualização ecográfica em corte transverso da aorta e veia cava caudal abdominal em felino. A: AO - aorta abdominal, CVC - veia cava caudal. B: UB - bexiga vesical, I - artérias ilíacas externas, A - aorta abdominal. (Mattoon & Berry, 2021).

Em relação ao corte sagital, a aorta e a veia cava caudal podem ser visualizadas longitudinalmente em conjunto (Figura 20), assim como podem ser observadas em cortes intermediários entre o corte sagital e dorsal. Mais ainda, é possível acompanhar o percurso ecográfico dos grandes vasos até ao diafragma, quando utilizado o corte dorsolateral direito (Mattoon & Berry, 2021).

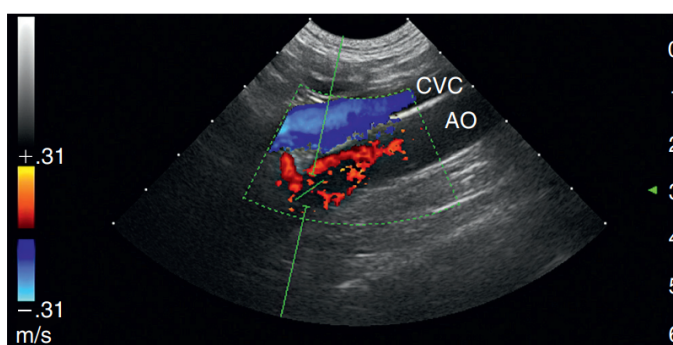


Figura 20 - Visualização ecográfica em corte sagital da aorta e veia cava caudal abdominal em felino com recurso à *doppler* colorido. AO - aorta, CVC - veia cava caudal. (Mattoon & Berry, 2021).

De forma a possibilitar a sua identificação, a aorta abdominal apresenta a parede vascular mais espessa e é possível observar a pulsatilidade da mesma, quando comparada à veia cava caudal. Contudo, é necessário ter em atenção que, devido à sua posição anatómica adjacente à aorta, a veia cava caudal, também, pode exibir movimento de pulsatilidade (Mattoon & Berry, 2021).

Quanto ao seu percurso e a sua relação com os rins, a partir da superfície lateral direita da aorta e caudalmente à artéria mesentérica cranial, ramifica-se a artéria renal direita, que segue dorsalmente e adjacente à veia cava caudal. Já a artéria renal esquerda, origina-se a partir da superfície lateral esquerda da aorta, caudalmente à artéria renal direita. As artérias renais apresentam a particularidade de poderem ser duplicadas, especialmente do lado esquerdo da aorta (Mattoon & Berry, 2021).

2.6. Tratamento da doença renal crônica

Uma das considerações críticas no tratamento de felinos com DRC é a natureza progressiva da patologia (Brown, 2016) e a irreversibilidade das lesões apresentadas (Ettinger et al., 2017). Assim, após o diagnóstico e estadiamento da mesma, os objetivos que devem ser estabelecidos para o tratamento incluem retardar ou interromper a progressão para o estadio terminal da doença (IRIS, 2023b), reduzir a frequência de episódios de crises urêmicas e diagnosticar e corrigir qualquer complicação secundária (Ettinger et al., 2017).

Desta forma, as medidas terapêuticas que podem retardar a evolução inerente da doença renal são denominadas terapias nefroprotetoras e incluem a restrição dietética de fosfato, a utilização de agentes anti-hipertensivos, a realização de tratamento anti-proteinúrico e a utilização de rações dietética médicas renais (Figura 21) (Segev et al., 2024).

				
Recomendações de tratamento	ESTADIO I	ESTADIO II	ESTADIO III	ESTADIO IV
	Usar medicamentos nefrotóxicos com cautela	Aplicar medidas do estadio I	Aplicar medidas do estadio II	Aplicar medidas do estadio III
	Corrigir anomalias pré e pós-renais	Dieta terapêutica renal	Manter o fósforo <5.0 mg/dL (<1.6 mmol/L)	Manter o fósforo <6.0 mg/dL (<1.9 mmol/L)
	Água fresca disponível o tempo todo	Tratar a hipocalcemia	Tratar acidose metabólica	Considerar sonda de alimentação para suporte nutricional e de hidratação e facilitar a administração de medicação
	Monitorizar creatinina e SDMA para documentar estabilidade ou progressão	Se presentes, tratar náusea inapetência	Considerar tratamento da anemia	
	Investigar e tratar doenças subjacentes e/ou complicações		Tratar vômitos, inapetência e náusea	
	Tratar a hipertensão se a PAS persistir >160 ou houver evidência de dano aos órgãos-alvo		Aumento da fluidoterapia IV ou SC pode ser necessário para manter a hidratação	
	Tratar a proteinúria persistente com dieta terapêutica renal e medicamentos			
	(RPCU > 0,4)			
	Manter o fósforo <4,6mg/dL (<1,5 mmol/L)			
	Se necessário, usar dieta terapêutica renal mais aglutinante de fosfato			

Figura 21 - Esquema de recomendações de tratamento para a DRC concebido pela IRIS (Adaptado de IRIS, 2023b).

2.6.1. Maneio nutricional

Em termos de dietas médicas renais, as mesmas não devem possuir um baixo teor protéico (Segev et al., 2024). Mais ainda, a linha dietética renal deve possuir outras alterações na sua composição como a restrição de fosfato e sódio para o controlo da

hiperfosfatemia (IRIS, 2023b), adição de vitamina B, aumento da densidade calórica, adição de fibra solúvel, efeito neutro no equilíbrio ácido-base, suplementação de ácidos gordos poliinsaturados ômega-3 e antioxidantes e a adição de potássio (Ettinger et al., 2017).

2.6.2. Fluidoterapia

Prevenir e corrigir a desidratação é de extrema importância para os felinos acometidos pela DRC (Segev et al., 2024), sendo que os mesmos apresentam uma susceptibilidade particular para a desidratação crónica (Ettinger et al., 2017). O objetivo do procedimento será a correção dos distúrbios hemodinâmicos renais e dos desequilíbrios eletrólitos, a fim de obter-se algum tempo para que ocorra a reparação fisiológica do nefrónio, quando possível (Guess & Grauer, 2017).

2.6.3. Correção da hiperfosfatemia

O controlo terapêutico da hiperfosfatemia é amplamente aceito como sendo uma forma de tratamento nefroprotetor em gatos com DRC (Brown, 2016). Como forma de tratamento, a adição de um aglutinante de fosfato intestinal à dieta é idealmente eficaz (Segev et al., 2024). Se esta alteração dietética não alcançar o nível requerido de fosfato sérico dentro de dois a três meses, géis de fosfato contendo sais de lantânio, alumínio ou cálcio devem ser administrados em conjunto com as refeições (Brown, 2016; IRIS, 2023b).

2.6.4. Correção da hiper e hipocalemia

A hipercalemia pode ser uma complicação da IRA ou da DRC agudizada com risco imediato à vida do felino, sendo secundária ao declínio da função excretora renal (Langston & Eatroff, 2016). Para o seu tratamento, em casos de hipercalemia leve a moderada, é suficiente a administração de fluídos sem potássio e melhoria do fluxo urinário, causando o aumento da sua excreção renal. Em casos de hipercalemia grave, ou seja, com valores superiores a 7-8mmol/l ou que resulte em anomalias no eletrocardiograma (ECG), estas devem ser tratadas com agentes que diminuam a concentração sérica do potássio ou neutralizem os efeitos da hipercalemia na condução cardíaca (Segev et al., 2024). A administração de bicarbonato de sódio também ajudará na diminuição do potássio por troca catiónica, sendo que a glicose e a insulina podem ser utilizadas para estimular a sua transferência intracelular (Guess & Grauer, 2017; Segev et al., 2024).

Relativamente à hipocalemia, a suplementação oral de potássio através de sais de gluconato ou citrato são a opção mais segura e indicada (Ettinger et al., 2017). O tratamento com suplementação parenteral é, normalmente, reservado para felinos que necessitem de reversão emergencial ou que não tolerem a suplementação oral. Nesta modalidade, até 30

mEq/L de cloreto de potássio podem ser adicionados aos fluídos destinados à administração SC (Ettinger et al., 2017).

2.6.5. Correção da proteinúria

A presença de proteinúria confere um prognóstico mais reservado quando a relação UPCR excede 0,4 em felinos com DRC (IRIS, 2023b). Se esta for persistente e de origem renal, deve ser considerada a realização de tratamento anti-proteinúrico com recurso a fármacos inibidores da enzima de conversão da angiotensina (IECA) ou bloqueadores dos receptores de angiotensina (BRA) (IRIS, 2023b). Nos estádios IRIS II e III da DRC, o tratamento anti-proteinúrico é considerado como sendo nefroprotetor e, portanto, de alta prioridade (Brown, 2016).

2.6.6. Correção da hipertensão arterial sistémica

Devido à importância da manutenção da perfusão renal em gatos com DRC, os medicamentos anti-hipertensivos utilizados são os agentes vasodilatadores, sendo os bloqueadores dos canais de cálcio (BCC), especificamente o besilato de amlodipina, os mais utilizados (IRIS, 2023b). Outras formas de tratamento incluem a utilização de IECAs, como enalapril ou benazepril, e BRA, como o telmisartan (IRIS, 2023b). Embora inicialmente o fármaco de eleição seja a amlodipina (Segev et al., 2024), é recomendada a coadministração de IECAs ou BRA, uma vez que os BCC causam a ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona (Brown, 2016).

2.6.7. Correção da anemia

O tratamento com agentes estimulantes da eritropoiese (ESA) é reconhecido por poder melhorar a qualidade de vida e, potencialmente, a sobrevivência em felinos com DRC. Dentre os ESA mais utilizados na prática clínica, encontram-se a alfaepoetina humana recombinante e a darbepoetina alfa, sendo a utilização desta última preferida por apresentar menor probabilidade de induzir aplasia dos glóbulos vermelhos (Sparkes et al., 2016). A suplementação oral de ferro por si só não é eficaz no tratamento da anemia, contudo, a sua utilização potencializa os resultados dos ESA (Sparkes et al., 2016).

2.7. Prognóstico

O prognóstico a longo prazo para felinos com IRA é normalmente reservado a bom, se o paciente sobreviver às fases iniciais da mesma, onde existe uma elevada taxa de mortalidade na fase de recuperação. Em alguns casos, os animais podem necessitar de semanas de hospitalização, controlo e acompanhamento diligentes, sendo que a melhoria

geral dos efeitos da IRA irá depender do tipo e da gravidade do insulto renal original, da rapidez do diagnóstico adequado e de um plano terapêutico apropriado (Guess & Grauer, 2017; Segev et al., 2024).

De forma geral, os fatores que fornecem um prognóstico reservado para a DRC assentam-se na presença de proteinúria renal persistente com RPCU elevado, presença de hipertensão arterial sistêmica e a evolução negativa da gravidade da hiperfosfatemia e da anemia (Brown, 2016).

3. Objetivos do estudo

A DRC e a IRA são patologias que afetam uma elevada percentagem da população felina. Atualmente, os métodos complementares de diagnóstico implementados baseiam-se, principalmente, na medição sérica dos biomarcadores renais como a creatinina, ureia, fósforo e SDMA e a realização de ecografias abdominais do trato urinário para acompanhamento da evolução do quadro clínico.

Tendo em consideração a utilização frequente destes métodos complementares de diagnóstico e a praticidade clínica que os mesmos apresentam, assim como a sua rápida e cotidiana realização em ambiente hospitalar, foi idealizada a hipótese de desenvolver um estudo que pudesse fornecer aos médicos veterinários a possibilidade de obter um diagnóstico e acompanhamento mais preciso, eficiente e detalhado da DRC e IRA em felinos, integrando dados sorológicos e imagiológicos dos pacientes.

Assim, a presente dissertação tem como objetivo delinear um estudo observacional que proporcione valores quantitativos do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal em sístole, obtidos por ecografia abdominal, em felinos considerados saudáveis, com diagnóstico de DRC ou de IRA, assim como relacionar estes valores com os estadios IRIS e estabelecer se existem possíveis relações entre os valores obtidos e os valores séricos dos biomarcadores.

Desta forma, foi desenvolvido o estudo em questão, sendo este, dentro dos conhecimentos da autora e até ao momento, o primeiro estudo em felinos que investiga a utilização do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal como forma de diagnóstico e estadiamento da DRC e da IRA, assim como tenta relacionar o mesmo com os biomarcadores renais mais utilizados na prática clínica. De forma mais abrangente, os objetivos concretos do estudo são:

- a) Determinar se a doença renal afeta a espessura do córtex;
- b) Determinar se a doença renal afeta o diâmetro da aorta abdominal;
- c) Determinar se a espessura do córtex renal difere entre rim direito ou esquerdo;
- d) Determinar se a espessura do córtex renal pode ser relacionada com alterações dos valores dos biomarcadores;
- e) Determinar valores quantitativos para o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal para felinos saudáveis, felinos com DRC e felinos com IRA;
- f) Determinar se o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal permite diferenciar felinos saudáveis de felinos com doença renal;
- g) Determinar se o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal permite diferenciar felinos com DRC de felinos com IRA;
- h) Determinar se o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal permite diferenciar felinos em cada estadio IRIS para DRC e IRA;
- i) Determinar se alterações do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal podem ser relacionadas com alterações dos valores dos biomarcadores.

II. Materiais e Métodos

O estudo desenvolvido pode ser classificado como um estudo quantitativo, epidemiológico, analítico, observacional de caso controlo e retrospectivo. Para a sua realização, foi necessária a colheita de dados de um grupo de controlo, proveniente do Hospital Veterinário Universitário da Universidade Lusófona - Centro Universitário Lisboa, durante o período de Outubro de 2022 a Janeiro de 2023, assim como de dois grupos de estudo, provenientes do Hospital Veterinário VetSet, durante o período de Setembro de 2023 a Março de 2024.

1. Amostragem do estudo

Relativamente à amostragem do estudo, o mesmo contou com a participação de 105 felinos domésticos, divididos em 3 grupos distintos (tabela 2).

Tabela 2 - Composição dos grupos de estudo analisados na dissertação.

<i>Grupo</i>	<i>Definição</i>	<i>n</i>
Grupo de controlo	Felinos domésticos considerados saudáveis	50
Grupo de estudo 1 (DRC)	Felinos domésticos com diagnóstico de DRC	44
Grupo de estudo 2 (IRA)	Felinos domésticos com diagnóstico de IRA	11

O grupo de controlo, constituído por 50 felinos ($n=50$), foi composto por gatos considerados saudáveis, ou seja, sem evidências sugestivas de patologia renal no historial clínico, laboratorial ou ecográfico, e que encontravam-se presentes no Hospital Veterinário Universitário para procedimentos cirúrgicos eletivos previamente marcados. Relativamente ao grupo de estudo, este foi formado por 55 felinos ($n=55$) com evidências de alterações renais no historial clínico, exame físico, análises laboratoriais como hemograma completo, parâmetros bioquímicos séricos (creatinina, BUN e SDMA) e urianálise, e ecografia abdominal, estando os mesmos presentes no Hospital Veterinário VetSet por razões de diagnóstico, internamento e acompanhamento da patologia. Posteriormente, os animais do grupo de estudo foram divididos no grupo de estudo 1 (DRC), estipulado pela presença de felinos com diagnóstico de DRC ($n=44$) e grupo de estudo 2 (IRA), estabelecido pela presença de felinos com diagnóstico de IRA ($n=11$).

No grupo de estudo 1 (DRC), os felinos foram classificados de acordo com o estadio IRIS da DRC, assim, 7 felinos foram classificados como estadio I (16%), 11 como

estadio II (25%), 14 como estadio III (31,8%) e 12 como estadio IV (27,2%). Para o grupo de estudo 2 (IRA), foram aplicados os mesmos critérios de classificação de acordo com o estadio IRIS da IRA, sendo 1 felino de estadio I (9,1%), 2 de estadio II (18,2%), 3 de estadio III (27,3%), 1 de estadio IV (9,1%) e 4 de estadio V (36,3%). Informações descritivas adicionais relativas aos animais integrados nos grupos de estudo podem ser encontradas na tabela A1 no apêndice A.

1.1. Critérios de inclusão e exclusão do estudo

Para o delineamento do estudo realizado, foram determinados critérios de inclusão e exclusão aplicados aos grupos analisados, como exemplificado na tabela 3 e 4.

Tabela 3 - Critérios de inclusão aplicados em cada grupo de estudo analisado.

Grupo de estudo	Critérios de Inclusão
Grupo de Controlo	1. Não apresentar alterações renais no historial clínico; 2. Não apresentar alterações significativas no exame físico; 3. Não apresentar alterações no hemograma completo, valores de creatinina sérica superiores a 1,80mg/dL, de SDMA superiores a 18 µg/dL e de fósforo superiores a 6.0mg/dL, assim como a presença de alterações urinárias na urianálise tipo II; 4. Não apresentar alterações significativas na ecografia abdominal.
Grupo de estudo 1 (DRC)	1. Possuir diagnóstico clínico de DRC; 2. Possuir classificação da DRC de acordo com o estadiamento da IRIS; 3. Apresentar valores registados de creatinina superiores a 1,80mg/dL e/ou de SDMA superiores a 18 µg/dL e de fósforo superiores a 6.0mg/dL, assim como qualquer alteração na urianálise tipo II; 4. Apresentar alterações ecográficas compatíveis com DRC.
Grupo de estudo 2 (IRA)	1. Possuir diagnóstico clínico de IRA com alterações relevantes no historial clínico; 2. Possuir classificação da IRA de acordo com o estadiamento da IRIS; 3. Apresentar valores registados das análises sanguíneas

	compatíveis com azotemia;
	4. Conhecer a causa originária da azotemia (pré renal, intrínseca e pós-renal);
	5. Apresentar alterações ecográficas compatíveis com IRA.

Tabela 4 - Critérios de exclusão aplicados em cada grupo de estudo analisado.

Grupo de estudo	Critérios de Exclusão
Grupo de estudo 1 e 2	1. Tempo superior a uma semana entre as análises e a ecografia abdominal; 2. Suspeita ou diagnóstico confirmado de hipertiroidismo felino por causar hipertensão secundária; 3. Suspeita ou diagnóstico confirmado de neoplasia renal e/ou aórtica por causar alterações da morfologia do córtex renal e/ou da aorta; 4. Ausência de ecografia abdominal ou análises necessárias para o estadiamento de DRC ou IRA.
Grupo de Controlo	Todos os critérios aplicados aos grupos de estudo 1 e 2; 5. Apresentar alterações no hemograma completo, valores de creatinina sérica superiores a 1,80mg/dL, de SDMA superiores a 18 µg/dL e de fósforo superiores a 6.0mg/dL, assim como a presença de alterações urinárias na urianálise tipo II e alterações ecográficas compatíveis com diagnóstico de IRA e/ou DRC;

2. Obtenção de dados

2.1. Ecografia abdominal

Para a obtenção do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal em sístole em felinos, foi necessária a realização de ecografia abdominal dos animais que integraram os grupos de estudo. Para tal, os gatos foram posicionados em decúbito lateral direito e/ou dorsal, com contenção mecânica dos membros, realização de tricotomia e limpeza do abdómen e posterior aplicação de gel ecográfico, sendo este o meio de condução das ondas ecográficas. Para a aquisição de imagens dos rins e da aorta abdominal em cortes sagitais e transversos, foram utilizados ecógrafos de marca *Mindray*,

modelo estacionário DC-70 *Exp* com *X-Insight*, em ecografia abdominal de modo B e foram utilizadas sondas microconvexas de frequências de 3 a 11 MHz.

Para a realização das medições quantitativas nos rins, foi utilizado como exemplo o estudo realizado pelos autores Choo et al., em 2022, em cães com DRC e IRA. Assim, foram analisados vídeos das imagens ecográficas e foram selecionados planos sagitais estáticos onde fossem claramente visíveis as pirâmides renais e o córtex renal. Posteriormente, a medição da espessura do córtex renal foi calculada em três pontos diversos do rim, partindo da borda anterior do centro de cada pirâmide renal perpendicularmente ao ponto mais curto da borda posterior da cápsula renal (Figura 23A). A medição foi efetuada três vezes no rim direito e no rim esquerdo, sendo, consecutivamente, obtido um único valor através do cálculo da média aritmética simples dos valores de ambos os rins. Relativamente ao diâmetro da aorta abdominal, a janela ecográfica aplicada foi imediatamente caudal à bifurcação da artéria renal esquerda com recurso à aplicação de *doppler* quando necessário, tendo sido, também, analisados vídeos das imagens ecográficas e selecionados planos sagitais estáticos do momento de maior dilatação aórtica, ou seja, durante a sístole (Figura 23B). Os dados obtidos das medições dos felinos que compuseram o presente estudo, podem ser consultados na tabela B1 e B2 presente no apêndice B.

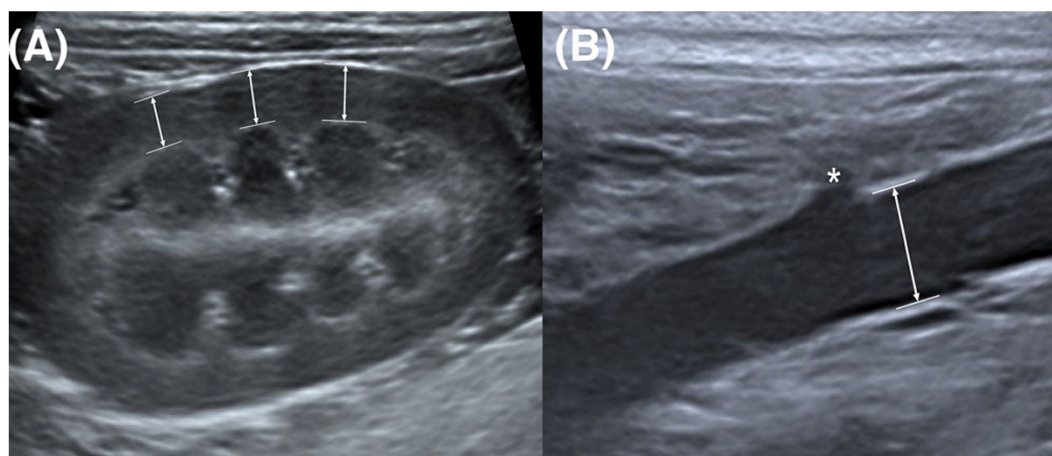


Figura 22 - Medições ecográficas utilizadas no estudo. Visualização ecográfica em corte sagital do rim e da aorta abdominal de um canino para exemplificação da realização das medições ecográficas realizadas no estudo. (A) - Medição da espessura do córtex renal em três pontos diversos. (B) - Medição do diâmetro da aorta abdominal em sístole, imediatamente caudal à artéria renal esquerda, representada pelo símbolo * (Choo et al., 2022).

2.2. Biomarcadores

Para a classificação dos felinos nos grupos de estudo 1 (DRC) e 2 (IRA), foi necessária a determinação de um diagnóstico clínico e estadiamento IRIS com recurso à medição dos níveis séricos de fósforo, BUN, creatinina e/ou SDMA. Para tal, foi realizada a

colheita de sangue das veias jugulares, cefálica ou safena medial, armazenamento da amostra em tubos de gel com ativador de coágulo ou tubos secos e, posteriormente, centrifugação para obtenção de soro.

Em termos de equipamento, as análises dos biomarcadores fósforo, BUN e creatinina foram desenvolvidas no analisador de bioquímica seca da marca *Fujifilm*, modelo *DRI-CHEM NX600*, onde os valores de referência para o fósforo foram de 2.6 a 6.0mg/dL, para a ureia de 17,6 a 32,8mg/dL e para a creatinina de 0,80mg/dL a 1,80mg/dL. Relativamente ao biomarcador SDMA, a análise foi realizada no Analizador de Química *Catalyst One (IDEXX)*, onde os valores de referência foram <18 µg/dL para o estadió IRIS I; entre 18 a 25 µg/dL para o estadió II; entre 26 a 38 µg/dL para o estadió III e >38 µg/dL para o estadió IV.

3. Análises estatísticas

O estudo apresentava como objetivo comparar medições ecográficas renais e valores de biomarcadores séricos entre dois grupos de felinos: um grupo de controlo, composto por animais considerados saudáveis, e um grupo de estudo, composto por animais com diagnóstico de DRC ou IRA. Assim, as análises estatísticas que foram implementadas, foram conduzidas em quatro etapas principais, abrangendo os dados ecográficos e biomarcadores de ambos os grupos, a fim de avaliar possíveis diferenças significativas entre os mesmos ($p < 0,05$).

Relativamente às medições ecográficas obtidas, a análise estatística foi realizada utilizando o programa *Python*, com bibliotecas especializadas em estatística e visualização de dados, como *scipy* para testes estatísticos e *seaborn* para criação de gráficos. O nível de significância adotado para todas as análises estatísticas foi de 5% ($p < 0,05$), ou seja, só foram consideradas diferenças estatisticamente significativas as que o valor de p foi inferior a 0,05, indicando uma probabilidade de menos de 5% de que os resultados observados ocorressem ao acaso. Inicialmente, foi aplicada uma análise de normalidade com o teste de *Shapiro-Wilk*, e quando as distribuições das variáveis de interesse não seguiram uma distribuição normal, foi conduzido o teste não paramétrico de *Mann-Whitney* para a comparação dos dois grupos. Mais ainda, para verificar a existência de diferenças no rácio entre o grupo de controlo e o grupo de estudo, foi realizado o teste t de *Student* para amostras independentes; para a comparação do rácio entre o grupo de controlo, grupo de estudo 1 (DRC), grupo de estudo 2 (IRA) e entre cada estadió IRIS das respectivas patologias, foi aplicado o teste ANOVA de uma via; por fim, para comparar a espessura do córtex renal direito e esquerdo, de forma a avaliar a possibilidade de uma predisposição

unilateral, foi utilizado o teste t pareado. Após a análise dos dados relativos ao rácio, foi, ainda, utilizado o sistema *MedCalc* para o desenvolvimento de uma curva característica de operação do receptor (ROC) com o objetivo de obter valores de corte, sensibilidade e especificidade para felinos com doença renal comparativamente com felinos saudáveis.

Quanto à análise estatística dos biomarcadores renais, a comparação dos mesmos entre o grupo de controlo e os grupos de estudo foi efetuada com recurso ao teste *Mann-Whitney*. Para a análise isolada dos biomarcadores no grupo de controlo, foi executado o teste de *Shapiro-Wilk*.

III. Resultados

Em relação à caracterização dos felinos que integraram o grupo de estudo, 58.18% foram do género masculino ($n=32$) e 41.82% ($n=23$) do género feminino. Dentre as raças, 83.64% foram domésticos de pêlo curto ($n=46$), 7.27% persa ($n=4$), 3.64% bosque da Noruega ($n=2$) e 1.82%, respectivamente, para maine coon ($n=1$), siamês ($n=1$) e british shorthair ($n=1$). A média de idade do grupo foi de 11 anos.

Relativamente à espessura do córtex renal, foi realizada uma média aritmética simples entre os valores de todos os felinos que integraram o grupo de controlo e o grupo de estudo, tendo os resultados do grupo de controlo sido de 0.38 ± 0.07 cm (média $\pm$ desvio padrão) e do grupo de estudo de 0.58 ± 0.16 cm (média $\pm$ desvio padrão) (Tabela 5). Em termos estatísticos, houve uma diferença altamente significativa entre os grupos, com o grupo de estudo apresentando valores de córtex renal maiores ($p < 0.001$) (Figura 23). Foram realizados os mesmos cálculos para o diâmetro da aorta abdominal em sístole entre o grupo de controlo e o grupo de estudo, com resultados, respectivamente, de 0.37 ± 0.08 cm e 0.30 ± 0.09 cm (média $\pm$ desvio padrão) (Tabela 5). Nos resultados estatísticos, houve, também, uma diferença significativa entre os grupos, com o grupo de estudo apresentando diâmetros aórticos menores ($p \approx 0.0013$). Os resultados encontram-se representados graficamente na figura abaixo (Figura 23).

Tabela 5 - Resultados aritméticos da espessura do córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal

<i>Medições</i>	<i>Grupo de Controlo</i>	<i>Grupo de estudo</i>
Média da espessura do córtex renal	0.38 ± 0.07 cm	0.58 ± 0.16 cm
Média do diâmetro da aorta abdominal	0.37 ± 0.08 cm	0.30 ± 0.09 cm

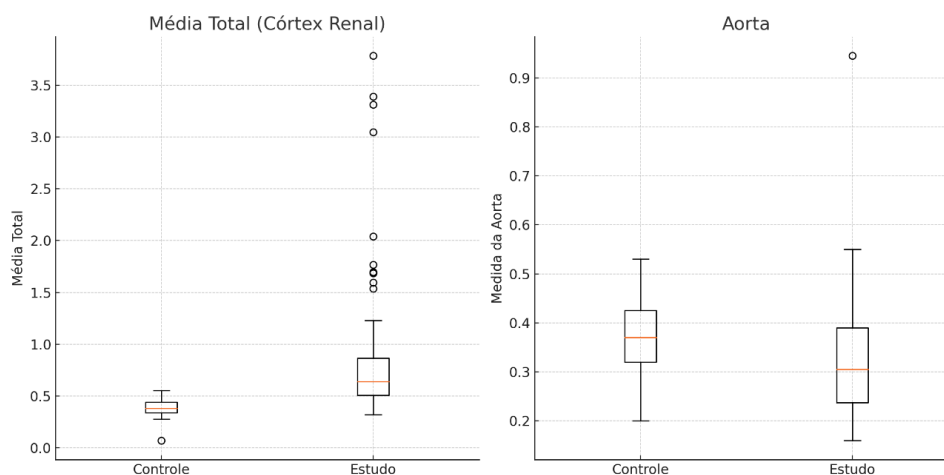


Figura 23 - Boxplots representativos da Média Total do córtex renal entre o grupo de controlo e o grupo de estudo, assim como das Medidas da Aorta entre os mesmos (Original da autora).

Quanto à comparação da espessura do córtex renal direito e esquerdo entre o grupo de controlo e o grupo de estudo, os resultados da média aritmética foram, para os respectivos lados, para o grupo de controlo $0.37 \pm 0.07\text{cm}$ e $0.39 \pm 0.08\text{cm}$, e para o grupo de estudo $0.61 \pm 0.21\text{cm}$ e $0.65 \pm 0.13\text{cm}$ (média $\pm$ desvio padrão) (tabela 6). O teste t pareado apresentou uma diferença significativa entre as espessuras do córtex renal direito e esquerdo no grupo de estudo ($p \approx 0,00005$) (Figura 24).

Tabela 6 - Resultados aritméticos da espessura do córtex renal direito e esquerdo entre os grupos

<i>Medições</i>	<i>Grupo de Controlo</i>	<i>Grupo de estudo</i>
Média da espessura do córtex renal direito	$0.37 \pm 0.07\text{cm}$	$0.61 \pm 0.21\text{cm}$
Média da espessura do córtex renal esquerdo	$0.39 \pm 0.08\text{cm}$	$0.65 \pm 0.13\text{cm}$

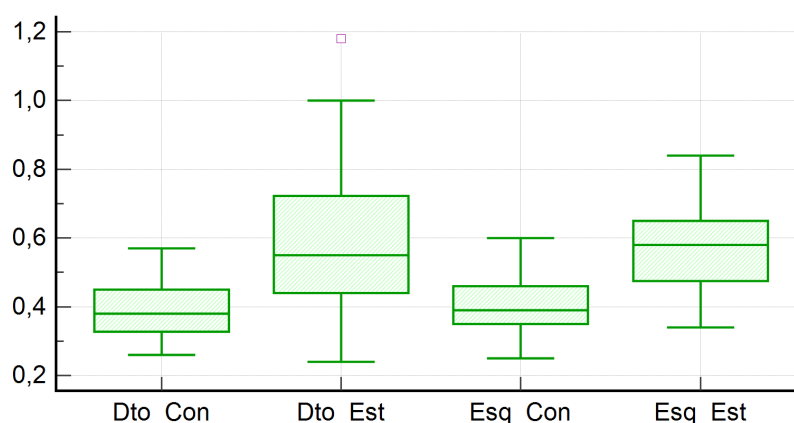


Figura 24 - Boxplots representativos da espessura do córtex renal direito e esquerdo entre o grupo de controlo e o grupo de estudo. Dto - Rim Direito; Esq - Rim Esquerdo; Con - Grupo de Controlo; Est - Grupo de Estudo (Original da autora).

Os biomarcadores analisados incluíram a creatinina, fósforo e SDMA para ambos os grupos de animais. Assim, os resultados estatísticos obtidos para a creatinina, em comparação com a espessura do córtex renal, indicaram que houve uma diferença significativa nos seus níveis séricos entre o grupo de controlo e de estudo ($p \approx 0.0086$) (Figura 25). Em relação ao fósforo e a SDMA, em comparação com a espessura do córtex renal, não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos para os biomarcadores ($p \approx 0.717$ para o fósforo e $p \approx 0.142$ para a SDMA) (Figura 25).

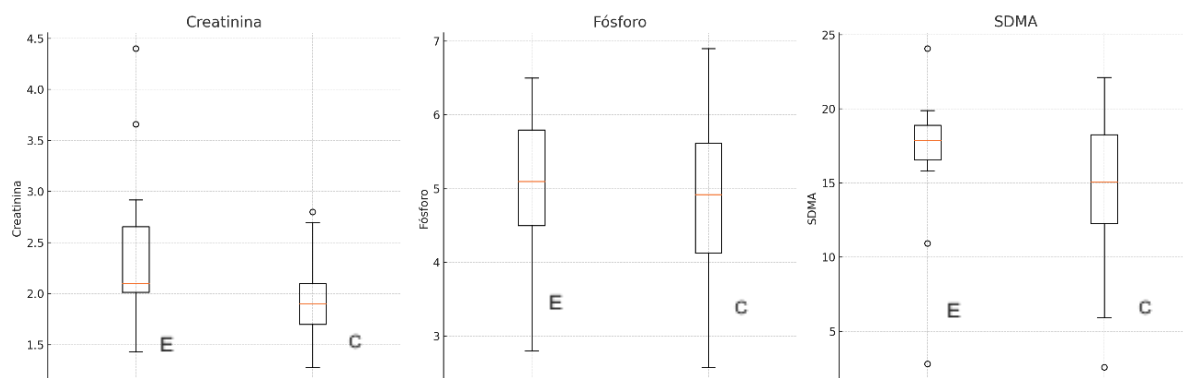


Figura 25 - Boxplots dos biomarcadores Creatinina, Fósforo e SDMA em comparação entre os grupos de controlo e de estudo. C - grupo controlo; E- Grupo de estudo. (Original da autora).

Mais ainda, os biomarcadores do grupo de controlo foram analisados de forma isolada, tendo a análise descritiva revelado que a creatinina nos animais saudáveis apresentou maior variação. Os resultados encontram-se representados na Figura 26.

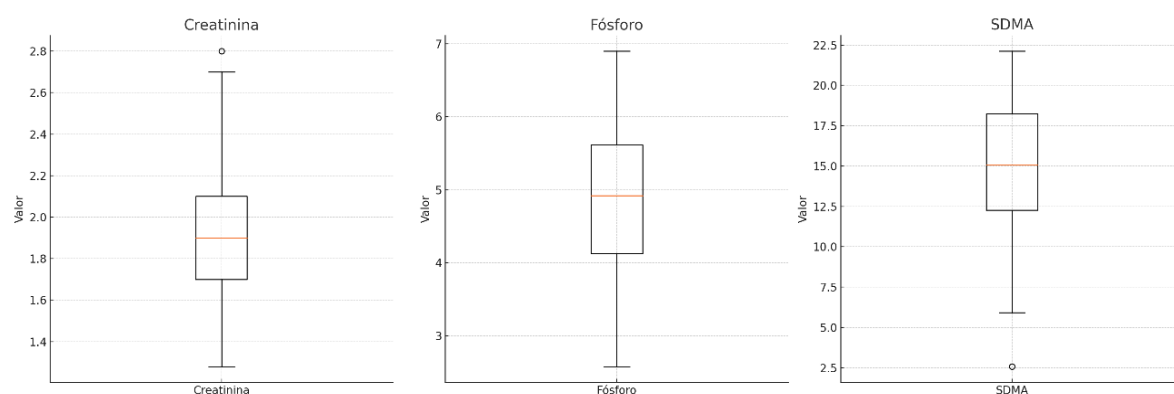


Figura 26 - Boxplots dos biomarcadores Creatinina, Fósforo e SDMA analisados de forma isolada no grupo de controlo (Original da autora).

Relativamente ao rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal, foram obtidos valores quantitativos para o grupo de controlo, grupo de estudo 1 e 2, e cada estadio IRIS dos grupos de estudo. Os mesmos encontram-se exemplificados na tabela abaixo (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores quantitativos do rácio para o grupo de controlo, grupo de estudo 1 e 2, assim como para cada estadio IRIS da DRC e IRA

Rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal	<i>Média ± Desvio Padrão</i>
Grupo de controlo	1.04 ± 0.32cm
Grupo de estudo 1 (DRC)	1.90 ± 0.77cm
Grupo de estudo 2 (IRA)	1.97 ± 0.85cm

DRC - Estadio IRIS I	1.61 ± 0.58cm
DRC - Estadio IRIS II	1.96 ± 0.66cm
DRC - Estadio IRIS III	1.69 ± 0.94cm
DRC - Estadio IRIS IV	2.08 ± 0.67cm
IRA - Estadio IRIS I	1.30cm
IRA - Estadio IRIS II	2.18 ± 0.21cm
IRA - Estadio IRIS III	3.0 ± 1.0cm
IRA - Estadio IRIS IV	3.40cm
IRA - Estadio IRIS V	1.51 ± 0.70cm

Mais ainda, foi realizada a comparação dos valores do grupo de controlo e de estudo (1 e 2), tendo os resultados indicado que houve uma diferença significativa entre o rácio dos felinos saudáveis e dos felinos com doença renal ($p=0,017$). O boxplot do rácio mostrou uma maior variabilidade entre os valores dos animais do grupo de estudo, enquanto o grupo de controlo apresentou uma distribuição mais estável (Figura 27).

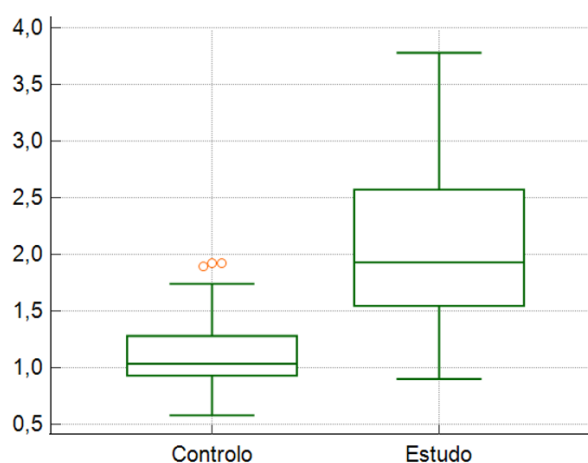


Figura 27 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal no grupo de controlo e de estudo (Original da autora).

Para verificar a utilidade do rácio como um marcador capaz de distinguir animais saudáveis de animais com doença renal, foi realizada a curva ROC com os dados do grupo de controlo, grupo de estudo 1 e grupo de estudo 2. O resultado obtido apresentou um valor de ponto de corte ≥ 1.4 cm para o rácio discriminar animais com doença renal, tendo sido a sensibilidade e especificidade do ponto, respectivamente, de 81.8% e 86%. A área sob a

curva apresentada foi de 0.90 (90%), com o intervalo de confiança de 95% de 0.82 - 0.95 (Figura 28).

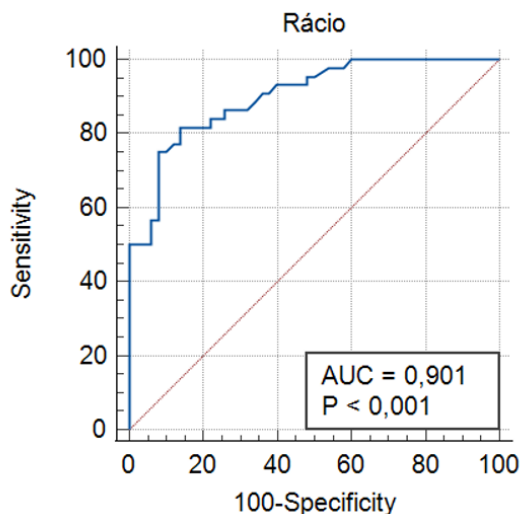


Figura 28 - Curva ROC do rácio entre a espessura do córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal entre felinos saudáveis e felinos com doença renal (Original da autora).

Para a comparação do rácio entre o grupo de controlo, grupo de estudo 1 (DRC) e grupo de estudo 2 (IRA) de forma isolada, os resultados indicaram que houve uma diferença significativa entre os grupos ($p \approx 0.0045$), com destaque para os grupos de estudo 1 e 2, que mostraram um aumento no rácio em comparação ao grupo de controlo. O boxplot do rácio demonstrou que o grupo de estudo 2 (IRA) apresentou maior variabilidade, enquanto o grupo de controlo manteve uma distribuição mais homogênea (Figura 29).

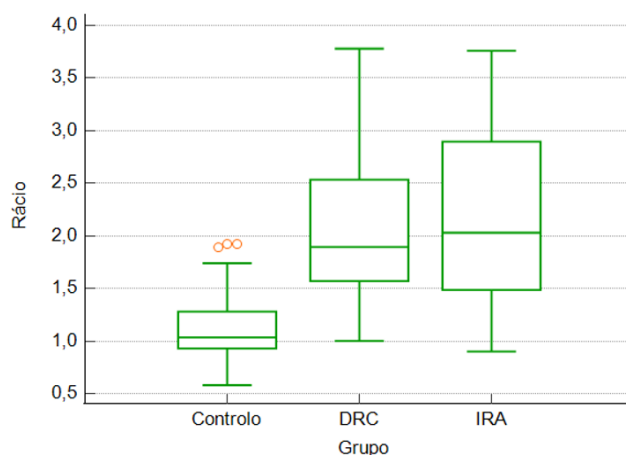


Figura 29 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal no grupo de controlo, grupo de estudo 1 (DRC) e de estudo 2 (IRA) (Original da autora).

Para verificar a precisão do rácio em diferenciar entre felinos com DRC e IRA, foi realizada uma curva ROC com os dados do grupo de estudo 1 (DRC) e 2 (IRA). O resultado obtido demonstrou um ponto de corte óptimo $\geq 2.27\text{cm}$ com sensibilidade e especificidade,

respectivamente, de 72.2% e 45.5%. A área sob a curva apresentada foi de 0.54 (54%), com o intervalo de confiança de 95% de 0.40 - 0.67 (Figura 30).

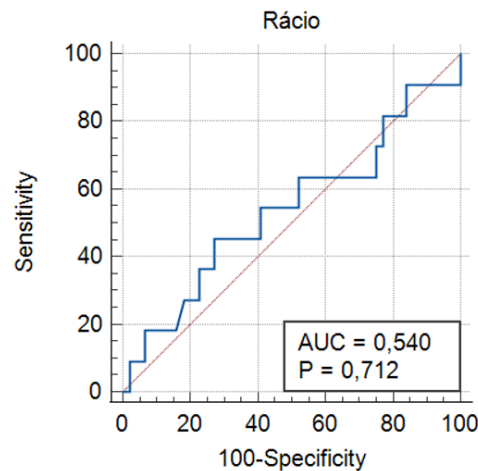


Figura 30 - Curva ROC do rácio entre a espessura do córtex renal e do diâmetro da aorta abdominal entre felinos com DRC e felinos com IRA (Original da autora).

Dentro de cada estadio IRIS (I a IV) da DRC, os resultados indicaram que houve uma diferença significativa ($p \approx 0.0027$), sendo que os estadios III e IV apresentaram valores de rácio mais elevados. Os boxplots do rácio mostraram que ocorreu uma maior dispersão dos dados nos estadios III e IV, quando comparados com os estadios iniciais e com o grupo de controlo (Figura 31).

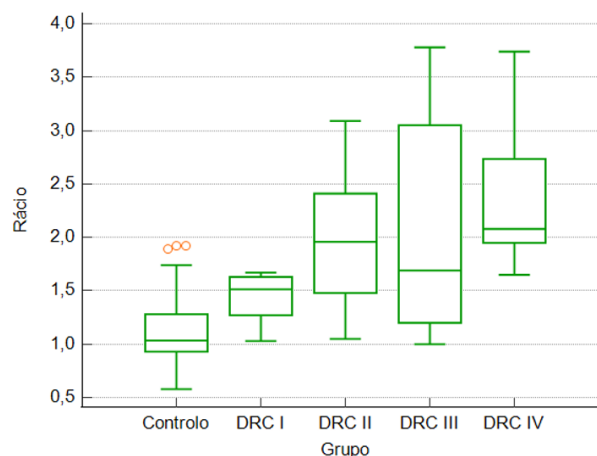


Figura 31 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal entre o grupo de controlo e cada estadio IRIS da DRC (Original da autora).

Para os estadios IRIS da IRA (I a V), os resultados obtidos demonstraram que houve uma diferença significativa ($p < 0.001$) entre o rácio do grupo de controlo e cada estadio IRIS (Figura 32).

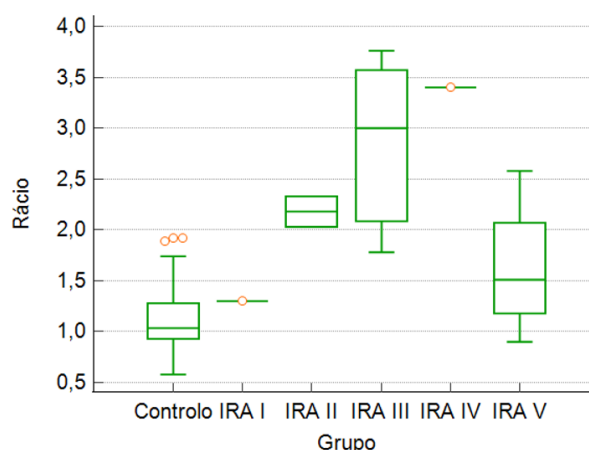


Figura 32 - Boxplot da comparação do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal entre o grupo de controlo e cada estadio IRIS da IRA (Original da autora).

Em relação às análises de correlação realizadas entre o rácio dos exames ecográficos e os valores séricos dos biomarcadores, os resultados finais atestaram que, para o grupo de controlo, houve uma relação negativa muito fraca (-0.067) entre o rácio e a creatinina, não havendo uma relação linear significativa (Figura 33). Para o fósforo, a correlação de 0.0038 também é quase nula, indicando que os seus níveis séricos não apresentaram uma relação significativa com o rácio (Figura 33). Por fim, a correlação da SDMA com o rácio foi de -0.189 , uma relação fraca, mas ligeiramente negativa (Figura 33).

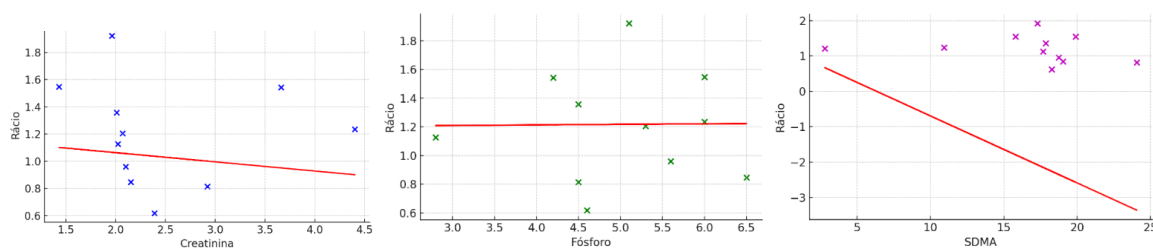


Figura 33 - Correlação entre o rácio ecográfico e os biomarcadores séricos (Creatinina, Fósforo, SDMA) no grupo de controlo ($p < 0,05$) (Original da autora).

Para o grupo de estudo, as correlações realizadas entre o rácio dos exames ecográficos e os valores séricos dos biomarcadores demonstraram que, para a creatinina, a correlação de -0.037 é praticamente nula, indicando que não existiu uma relação significativa entre o rácio e o biomarcador (Figura 34). Quanto ao fósforo, a correlação de -0.636 foi moderadamente negativa e mais pronunciada no grupo de estudo, sendo que o valor de p sugeriu que essa relação foi significativa (Figura 34). A correlação da SDMA foi de -0.171 , sendo uma relação negativa, mas não significativa, entre o biomarcador e o rácio (Figura 34).

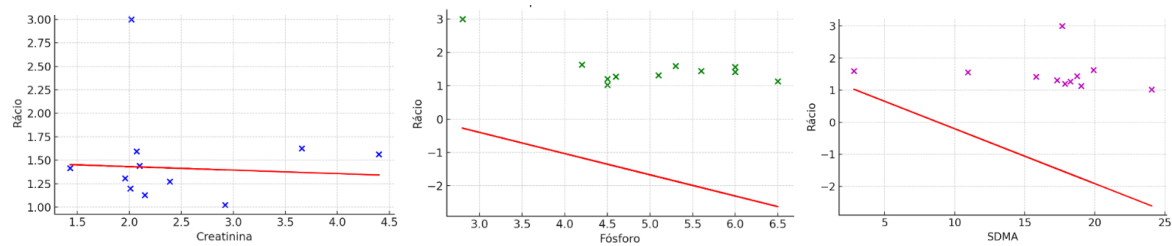


Figura 34 - Correlação entre o rácio ecográfico e os biomarcadores séricos (Creatinina, Fósforo, SDMA) no grupo de estudo 1 e 2 ($p < 0,05$) (Original da autora).

IV. Discussão

A doença renal é uma patologia relativamente comum em felinos (Debruyn et al., 2012a). O presente estudo traz importantes contribuições para a compreensão dos biomarcadores e dos parâmetros ecográficos na avaliação da doença renal em felinos, especialmente nos seus estádios iniciais. O mesmo destaca o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal como um novo parâmetro diagnóstico, que, associado aos biomarcadores séricos tradicionais e emergentes, amplia as ferramentas disponíveis para o diagnóstico e tratamento clínico precoce da doença renal.

1. Influência da doença renal sobre a espessura do córtex renal

Apesar do comprimento renal ser utilizado clinicamente como forma de determinar a atrofia e a gravidade da doença renal em felinos, o mesmo pode ser influenciado por diversos fatores externos como a idade, género e condição corporal dos animais (Burk, 2003). Assim, os autores Debruyn et al, 2012a, determinaram que a espessura renal e medular apresentavam uma menor variabilidade e influência pelos fatores externos. Em 2020, os autores Yan et al., concluíram que a espessura do córtex renal estava relacionada com a função renal em felinos com DRC e que possuía uma melhor correlação com a doença renal relativamente às outras medições ecográficas. Mais ainda, esta hipótese foi apoiada pelos resultados dos estudos dos autores Choo et al., 2022, que estudaram o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal em caninos, e pelos resultados dos estudos da medicina interna humana, que alegaram uma melhor correlação entre a espessura do córtex renal e a TFG (Korkmaz et al., 2018; Hoi et al., 2018), assim como demonstraram que alterações da espessura da medula renal não são significativas entre pacientes saudáveis e pacientes com DRC devido às alterações hemodinâmicas renais (Takata et al., 2015).

Desta forma, e tendo por base a literatura atual, a autora da presente dissertação optou pelo estudo do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal em felinos. Os resultados obtidos quanto à média da espessura do córtex renal, medida em corte ecográfico sagital, entre o grupo de controlo e o grupo de estudo (Tabela 5; Figura 23), demonstraram que ocorreu um aumento dos valores no grupo de estudo, o que pode sugerir que o córtex renal é afetado pela doença renal, possivelmente refletindo as suas alterações patológicas e causando um aumento das dimensões do córtex pela presença de reação inflamatória nos glomérulos, que encontram-se localizados nesta região anatómica (Choo et al., 2022). Assim, este achado vai de encontro aos resultados esperados na literatura, também obtidos pelos autores Hoi et al., 2018; Yan et al., 2020 e

Choo et al., 2022, e pode determinar que a doença renal apresenta uma influência nas alterações que ocorrem na espessura do córtex renal.

É necessário ter em atenção que a espessura do córtex renal, no presente estudo, foi analisada num grupo de estudo de felinos com doença renal com média de idade de 11 anos. Os autores Castiglioni et al., 2022, determinaram que a espessura do córtex renal em gatos jovens (idade entre 1 a 3 anos) e gatinhos (idade inferior a 1 ano) considerados saudáveis, difere devido ao crescimento corporal não ter, ainda, atingido o seu ponto máximo, assim, com o desenvolvimento da idade, ocorre um crescimento gradual do córtex renal até aos 3 anos de idade. Mais ainda, os autores determinaram que a espessura do córtex renal de um gatinho de 10 dias é de metade do valor de um gato jovem, sendo, respectivamente, $0.21 \pm 0.03 \text{ cm}$ e $0.46 \pm 0.11 \text{ cm}$. Desta forma, é importante salientar que as dimensões do córtex renal estudadas em gatos adultos, não devem ser consideradas normais em gatos jovens e gatinhos.

2. Influência da doença renal sobre o diâmetro da aorta abdominal

Relativamente ao diâmetro da aorta abdominal, o mesmo foi utilizado no rácio estudado por ser considerado como um marco anatómico fiável em pacientes saudáveis (Mareschal et al., 2007), uma vez que é pouco provável o seu aumento como resultado de doenças cardíacas (Hansson et al., 2002).

Os resultados estatísticos obtidos da média do diâmetro da aorta abdominal (Figura 23) revelaram que existiu uma diferença significativa entre os grupos de controlo e de estudo, com o grupo de estudo apresentando diâmetros aórticos menores, sugerindo que a doença renal pode impactar o sistema cardiovascular dos felinos com a integração de mecanismos como a ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona (Geddes et al., 2022). No estudo desenvolvido pelos autores Tanvetthayanont et al., 2020, os resultados do diâmetro da aorta abdominal de gatos considerados saudáveis foram de $0.32 \pm 0.04 \text{ cm}$, indo de encontro aos valores obtidos neste estudo, de $0.37 \pm 0.08 \text{ cm}$, como exemplificado na Tabela 5. Acerca dos valores do diâmetro da aorta abdominal do grupo de estudo, não existem, atualmente e até ao conhecimento da autora, estudos realizados sobre valores quantitativos de forma a determinar a concordância dos valores obtidos.

Assim, as diferenças significativas encontradas entre os grupos, sugerem que a doença renal afeta tanto a estrutura quanto a vasculatura renal, o que corrobora estudos anteriores que indicam uma forte relação entre as doenças renais e as disfunções cardiovasculares, como no caso da síndrome cardiorrenal (Carrasco et al., 2021).

3. Relação entre a doença renal e a espessura do córtex renal direito e esquerdo

Ainda sobre a espessura do córtex renal, a diferença significativa encontrada entre os lados direito e esquerdo (Tabela 6; Figura 24), pode sugerir uma assimetria relacionada ao comprometimento renal, ou seja, pode apontar para variações nos locais de desenvolvimento da doença renal, indicando que o dano pode progredir de maneira desigual entre os rins. Esta assimetria observada pode ser importante para compreender o desenvolvimento e o tratamento da doença renal, sugerindo a necessidade de acompanhamento independente de cada rim.

Mais ainda, o valor obtido no presente estudo para a espessura do córtex renal direito e esquerdo no grupo de controlo, $0.37 \pm 0.08\text{cm}$ e $0.39 \pm 0.08\text{cm}$ (Tabela 6), respectivamente, é concordante com os valores obtidos em felinos saudáveis pelos autores Tanvetthayanont et al., 2020, de $0.47 \pm 0.08\text{cm}$ para o rim direito e $0.46 \pm 0.11\text{cm}$ para o rim esquerdo. Quanto aos valores obtidos para o grupo de estudo, os autores Yan et al., 2020, realizaram um estudo semelhante, contudo, somente em felinos com DRC. O resultado que obtiveram para a espessura do córtex renal esquerdo em gatos com DRC foi de $0.38 \pm 0.08\text{cm}$ para os estadios IRIS I e II, e de $0.37 \pm 0.07\text{cm}$ para os estadios IRIS III e IV; para o lado direito os resultados foram de $0.39 \pm 0.05\text{cm}$ para os estadios IRIS I e II, e de $0.36 \pm 0.09\text{cm}$ para os estadios IRIS III e IV. No presente estudo, a espessura do córtex renal foi estudada dentro do grupo de estudo, incluindo valores para felinos com DRC e IRA, sendo que os resultados, $0.61 \pm 0.21\text{cm}$ para o rim direito e $0.65 \pm 0.13\text{cm}$ para o rim esquerdo (Tabela 6) não são concordantes com os dos autores Yan et al., 2020, contudo, a justificação para tal assenta-se sobre a questão de serem grupos de estudo distintos e com a inclusão de felinos com IRA no estudo da autora, o que, tendo por base a fisiologia do edema renal na IRA (Choo et al., 2022), pode induzir o aumento dos valores obtidos como média.

Por fim, é necessário salientar que as artérias renais apresentam a particularidade de poderem ser duplicadas, especialmente do lado esquerdo da aorta (Mattoon & Berry, 2021), o que poderia explicar os resultados obtidos demonstrarem um aumento superior da espessura do córtex renal esquerdo e indicar a importância da vascularização na doença renal em felinos.

4. Relação entre a espessura do córtex renal e os biomarcadores renais

No que se refere aos biomarcadores séricos estudados, e em comparação com a espessura do córtex renal, a creatinina apresentou uma diferença significativa nos seus níveis séricos entre o grupo de controlo e de estudo (Figura 25), o que pode sugerir que os

felinos com doença renal apresentaram um maior comprometimento na função renal com aumento da espessura do córtex e, consequentemente, valores mais elevados de creatinina. Assim, a maior variação dos valores nos animais com doença renal (Figura 25) refletiu a gravidade da disfunção patológica.

Este achado, quando comparado com estudos semelhantes, vai de encontro aos resultados obtidos por outros autores, como no caso do estudo realizado por Yan et al., 2020, que determinou que a espessura do córtex renal correlaciona-se melhor com os valores de creatinina sérica em felinos com DRC do que outras medições renais ecográficas, assim como os estudos realizados na medicina interna humana por Yamashita et al., 2015, e Takata et al., 2015, que demonstraram uma correlação linear moderada a forte entre os valores séricos de creatinina e a espessura do córtex renal, permitindo diferenciar pacientes humanos com doença renal crônica.

Quando analisados de forma isolada, os felinos do grupo de controlo apresentaram, também, variações nos valores séricos de creatinina (Figura 26), o que pode ser sugestivo de oscilações da função renal desses animais, mesmo sem um exame ecográfico para corroborar essa informação. Esse achado pode ser explicado por existirem outros fatores que influenciam a concentração da creatinina, como a nutrição, massa muscular e desidratação dos pacientes (Kongtasai et al., 2022). Assim, como esperado e de acordo com a literatura atual, no presente estudo, a creatinina demonstrou possuir uma correlação com a espessura do córtex renal, tornando-a um biomarcador confiável para diferenciar animais com e sem comprometimento renal, o que reflete a sua importância no diagnóstico da função renal.

Quanto aos biomarcadores séricos fósforo e SDMA em relação à espessura do córtex renal, no presente estudo não houveram alterações significativas dos seus valores entre os grupos de controlo e de estudo, demonstrando não haver aparentemente uma correlação direta entre a espessura do córtex renal e os mesmos. De acordo com o estabelecido na literatura, ambos são biomarcadores precoces de alterações renais (Loane et al., 2022; Grelová et al., 2022), contudo, no presente estudo, o grupo de estudo englobou felinos nos diversos estádios IRIS da IRA e DRC, sejam iniciais ou terminais, o que poderia explicar a falta de correlação observada.

Em termos de literatura disponível, até ao momento e ao conhecimento da autora não existem outros estudos que correlacionem a espessura do córtex renal com estes biomarcadores, contudo, os autores Jaturanratsamee et al., 2023, estudaram a relação do comprimento renal ecográfico com os biomarcadores renais creatinina, BUN e SDMA em

felinos com DRC e obtiveram resultados que demonstraram uma relação negativa entre os mesmos, tendo a mesma sido justificada pela presença de atrofia renal nos estádios finais da DRC. No presente estudo, embora os biomarcadores não tenham mostrado diferenças significativas entre os grupos, os mesmos continuam sendo importantes indicadores da função renal (IRIS, 2023a), sendo recomendada a sua medição sempre que possível (Grelová et al., 2022).

5. Rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal

Foram obtidos valores quantitativos para o rácio entre o córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal em felinos considerados saudáveis, com DRC e IRA, assim como para cada estadio IRIS das patologias (Tabela 7).

5.1. Utilização do rácio para diferenciar entre felinos saudáveis e felinos com doença renal

A análise estatística dos valores permitiu observar que existe uma diferença significativa do valor médio do rácio entre o grupo de controle e o grupo de estudo (DRC e IRA) (Figura 27), sendo que a mesma indicou que os animais do grupo de estudo, com possível comprometimento renal, tendem a ter um rácio alterado em relação ao grupo de controlo, permitindo a distinção entre felinos com doença renal e saudáveis. Mais ainda, a elevada variação no rácio do grupo de estudo (Figura 27) pode refletir as mudanças fisiológicas associadas ao comprometimento renal agudo ou crónico, possivelmente devido a ajustes no fluxo sanguíneo ou na anatomia renal dos animais afetados, sendo que esta maior variabilidade sugere que o comprometimento renal pode afetar cada indivíduo de maneira única, contribuindo para uma distribuição menos homogênea em comparação com o grupo de controlo.

Quanto à interpretação da curva ROC, o resultado obtido permite diferenciar felinos com doença renal de felinos saudáveis com um ponto de corte ótimo $\geq 1.4\text{cm}$ com sensibilidade e especificidade de, respectivamente, 81.8% e 86% (Figura 28). Assim, a interpretação da curva ROC indica que existe uma elevada probabilidade dos felinos apresentarem doença renal quando o valor do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal é igual ou superior a 1.4cm. Tal hipótese vai de encontro com os resultados obtidos pelos autores Choo et al, 2022, que estudaram a aplicabilidade do rácio em pacientes caninos com DRC e concluíram pontos de corte ótimos com sensibilidade de 92% e especificidade de 95%. Desta forma, o presente estudo indica que o rácio, de forma isolada, poderia ser utilizado como um novo índice quantitativo fiável e

precoce para diagnosticar a patologia renal, mesmo sem ser associado com os outros marcadores utilizados na prática clínica.

5.2. Utilização do rácio para diferenciar entre felinos com DRC e felinos com IRA

Em relação à diferenciação dos felinos entre saudáveis, DRC ou IRA, os resultados do estudo enunciaram que houve uma diferença significativa do valor do rácio entre cada patologia (Figura 29). Assim, a diferença observada indicou que os gatos com DRC e IRA, comparativamente com gatos saudáveis, apresentaram valores, respectivamente, cada vez mais elevados do rácio (Tabela 7), sugerindo que alterações do rácio podem ser compatíveis com diferentes condições renais. A maior variabilidade dos valores no grupo de estudo 2 (IRA) (Figura 28), sugere que esta patologia, assim como determinado na literatura, pode ser enquadrada em diversos momentos da sua progressão, sendo aconselhada uma monitorização frequente da sua evolução (Guess & Grauer, 2017 ; Ettinger et al., 2017).

Para determinar se o rácio seria um marcador fiável para distinguir entre felinos com DRC e IRA de forma isolada, foi realizada uma curva ROC, cujo ponto de corte óptimo indicou que felinos com um valor de rácio $\geq 2.27\text{cm}$ teriam uma probabilidade moderada de apresentarem IRA, tendo este teste sensibilidade e especificidade, respectivamente, de 72.2% e 45.5% (Figura 30). Contudo, a área sob a curva obtida revelou um valor de 0.54, indicando uma impossibilidade do rácio em diferenciar entre felinos com DRC e IRA quando aplicado de forma isolada. Tal impossibilidade pode ser devida ao número reduzido de felinos com IRA no presente estudo, sendo necessários estudos posteriores para estipular a aplicabilidade verdadeira do rácio.

A IRA, diferentemente da DRC, caracteriza-se por alterações rápidas na função renal, frequentemente associadas a fatores precipitantes, como desidratação, sepsis ou exposição à nefrotoxinas (Ettinger et al., 2017). Em estudos anteriores, como o dos autores Takata et al. (2015), verificou-se que a espessura ecográfica do córtex renal pode ser preservada em estadios iniciais da IRA, sendo este achado consistente com os resultados deste estudo, nos quais os índices ecográficos não apresentaram sensibilidade suficiente para diferenciar os estadios clínicos de forma confiável. Assim, embora promissor como ferramenta diagnóstica geral, o rácio demonstrou limitações importantes na diferenciação entre DRC e IRA, um desafio amplamente reconhecido na prática médico-veterinária. A literatura atual aponta que a sobreposição de achados clínicos e laboratoriais em pacientes com DRC e IRA frequentemente dificulta o diagnóstico diferencial destas patologias (Segev et al., 2024), sendo que, neste estudo, os resultados sugerem que o rácio estudado reflete alterações estruturais que podem estar presentes em ambas as condições.

A integração de conhecimentos clínicos, laboratoriais e ecográficos, como proposto por este estudo, pode auxiliar na identificação de padrões característicos que diferenciem IRA de DRC. No entanto, a necessidade de novos métodos diagnósticos mais específicos, como biomarcadores de lesão tubular ou novas abordagens ecográficas, permanece evidente. Pesquisas futuras devem explorar a aplicação de tecnologias emergentes, como elastografia renal, para identificar alterações agudas em tecidos renais.

5.3. Utilização do rácio para diferenciar felinos entre cada estadio IRIS da DRC e IRA

Quando comparado o rácio de cada estadio IRIS da DRC (I a IV) (Figura 31) e da IRA (I a V) (Figura 32) com o grupo de controlo, os resultados apontaram uma diferença significativa nos seus valores, principalmente nos estadios mais avançados da DRC (III e IV) e da IRA (III a IV), que apresentaram valores quantitativos mais elevados (Tabela 7). Assim, o resultado sugere que existe uma progressão do rácio com o avanço da doença renal, apresentando maior impacto nos animais classificados nos estadios mais graves. As alterações nos valores podem ser explicadas de acordo com a fisiologia da doença renal, ou seja, felinos com DRC apresentam um valor superior do rácio comparativamente com os felinos saudáveis, principalmente nos estadio IRIS I e II, devido ao efeito de hiperfiltração, onde os nefrónios saudáveis aumentam a sua produção e atuam como um único nefrónio funcional, causando uma hipertrofia compensatória de um dos rins (Finch & Heiene, 2017). Já no estadio IRIS III, como observado na Tabela 7, ocorre uma diminuição dos valores do rácio, o que pode ser justificado pela substituição dos nefrónios por tecido cicatricial e inflamação crónica (Hudson, 2020).

A maior variação dos valores do rácio no estadio IRIS III da DRC (Figura 31) demonstra que este estadio pode representar uma fase transitória da DRC entre a presença do mecanismo de hiperfiltração, com valores mais elevados do rácio, e o início do processo de formação de tecido fibrótico, com valores menos elevados do rácio. Em relação à IRA, é necessário ter em atenção a causa da patologia, sendo que os valores do rácio mais elevados nos estadios IRIS I a IV (Figura 32) podem ser esclarecidos pela presença progressiva de edema renal (Choo et al., 2022), já a diminuição no valor do rácio do estadio V, pode ser justificada pelas alterações renais terminais de isquémia e necrose dos tecidos (Guess & Grauer, 2017).

Por tratar-se de um estudo pioneiro em felinos, não existem, até ao momento e ao conhecimento da autora, estudos semelhantes que possibilitem a comparação dos valores quantitativos obtidos, sendo necessária a realização de futuros estudos. Contudo, os autores

Jaturanratsamee et al., 2023, estudaram o rácio entre o comprimento renal e o diâmetro da aorta abdominal em felinos com DRC e chegaram à conclusão que a média do rácio dos felinos com DRC foi significativamente menor em comparação com os felinos saudáveis, o que difere dos resultados obtidos no presente estudo, onde o valor do rácio dos felinos saudáveis foi inferior ao dos felinos com DRC e, também, inferior ao dos felinos com IRA (Tabela 7). Já os autores Choo et al., 2022, estudaram a aplicabilidade do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal em caninos com DRC e concluíram, também, que o rácio dos pacientes com DRC era inferior ao rácio dos pacientes saudáveis e com IRA.

A diferença dos resultados entre os autores e o presente estudo pode basear-se na ativação de mecanismos patológicos diferentes que determinam a gravidade da fibrose da DRC entre cães e gatos (Yabuki et al., 2010). Assim, nos cães, a gravidade da DRC parece ser mediada pela glomeruloesclerose e pela fibrose intersticial, causando uma diminuição da espessura do córtex renal pela fibrose dos glomérulos, assim como da medula renal pela fibrose do interstício. Já nos gatos, o mecanismo predominante é a fibrose intersticial, causando uma diminuição mais acentuada da medula renal nos estadios finais da DRC (Yabuki et al., 2010). Desta forma, a diferença do rácio dos autores Jaturanratsamee et al., 2023, em felinos com DRC pode ser explicada pela utilização do comprimento renal, que engloba a espessura do córtex e da medula renal. Já a diferença do rácio dos autores Choo et al., 2022, em caninos, pode ser justificada pela fibrose ocorrente nos glomérulos e no interstício em cães, o que provoca uma diminuição mais acentuada da espessura do córtex renal, comparativamente com felinos.

Por fim, os resultados obtidos no presente estudo relativamente ao rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro abdominal em felinos oferecem uma visão detalhada sobre o impacto do comprometimento renal nas características anatómicas, fisiológicas e ecográficas dos animais com doença renal. A variação significativa no rácio e a assimetria na espessura do córtex reforçam a capacidade da doença renal em causar alterações distintas, o que pode ser útil para diagnósticos e intervenções clínicas personalizadas.

5.4. Relação entre o rácio e os biomarcadores renais

Quando analisada a relação entre os biomarcadores séricos e o rácio entre o córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal nos felinos saudáveis, os resultados expuseram que não existiram correlações significativas, indicando que, em situações onde a doença renal não está presente, o rácio não interfere com os níveis séricos de creatinina e fósforo, assim como o contrário. Surpreendentemente, foi observada uma relação fraca, mas ligeiramente

negativa, entre o rácio e a SDMA, sendo que a mesma poderia indicar uma tendência dos níveis de SDMA diminuírem à medida que o rácio aumenta, contudo, no presente estudo, a relação obtida não é suficiente para determinar esta hipótese, sendo necessários mais estudos nesta componente.

Em relação ao estudo do rácio com os biomarcadores séricos em felinos com doença renal, os resultados enunciaram que não houveram relações relevantes entre o rácio e os níveis séricos de creatinina e SDMA. A principal descoberta foi uma correlação moderadamente negativa entre o fósforo e o rácio, indicando que níveis mais altos de fósforo estão associados a uma menor proporção do rácio. No estudo realizado pelos autores Jaturanratsamee et al., 2023, o rácio entre o comprimento renal e o diâmetro da aorta abdominal em felinos com DRC apresentou, também, uma relação negativa forte com os biomarcadores. Na DRC, o fósforo é utilizado como um biomarcador precoce e de prognóstico, sendo que o seu aumento ativa a produção do FGF-23 (Kongtasai et al., 2020). Assim, a observação dos valores mais elevados de fósforo em correspondência com rácios menores, pode indicar a importância deste biomarcador nos estádios iniciais da DRC e pode sugerir que o mesmo desempenha um papel mais relevante em relação às alterações ecográficas, sendo necessários mais estudos para apoiar esta hipótese. Desta forma, os resultados do presente estudo indicaram a necessidade de investigar mais profundamente o papel dos biomarcadores para determinar a sua utilização com objetivo diagnóstico e/ou de tratamento.

6. Limitações do estudo

Entre as limitações do presente estudo, destaca-se o tamanho amostral, que embora representativo, pode não ser suficiente para capturar a variabilidade completa da população felina com doença renal, principalmente no grupo de estudo 2 (IRA). Estudos futuros devem ampliar o escopo para incluir uma população mais diversificada e incluir a utilização de avaliações longitudinais que permitam acompanhar a progressão da doença e a interação dinâmica que ocorre entre os biomarcadores e os parâmetros renais ecográficos. Mais ainda, a padronização de técnicas de armazenamento e análise de biomarcadores emergentes, como o FGF-23, serão cruciais para aprimorar a aplicabilidade clínica dos biomarcadores renais.

A integração dos resultados do presente estudo com os conhecimentos já existentes, reforça a importância de uma abordagem diagnóstica multimodal para a doença renal. Biomarcadores como SDMA, creatinina e fósforo oferecem informações

complementares sobre a função renal, enquanto os parâmetros ecográficos renais, como o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal, auxiliam na identificação precoce de alterações estruturais. Assim, o presente estudo destaca a relevância de adotar novas metodologias que sejam acessíveis e de fácil aplicação na prática médico-veterinária, sendo que a possibilidade de identificar alterações renais em estadios iniciais oferece um potencial significativo para intervenções precoces, permitindo limitar a progressão da doença renal e melhorar a qualidade de vida dos pacientes felinos.

Em suma, o presente estudo contribui para a modernização da prática médico-veterinária, oferecendo um novo marcador ecográfico a ser aplicado no diagnóstico e estadiamento da doença renal em gatos adultos. A combinação de ferramentas médico-veterinárias tradicionais e emergentes permite uma abordagem mais completa e precisa, o que promove intervenções mais eficazes e melhora os resultados clínicos obtidos. No contexto da medicina veterinária moderna, onde a demanda por diagnósticos precoces e estratégias terapêuticas personalizadas está em ascensão, este estudo representa um avanço significativo para a doença renal em felinos.

V. Conclusões

Tendo em consideração todos os aspectos expostos na discussão, o presente estudo oferece uma contribuição significativa para o avanço do diagnóstico e manejo da doença renal em gatos ao propor e validar o rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal como uma ferramenta diagnóstica inovadora e acessível. Com base na correlação entre os parâmetros ecográficos e os biomarcadores séricos, os resultados destacam o potencial do rácio para identificar alterações renais em estádios iniciais, quando intervenções precoces são cruciais para retardar a progressão da doença e melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

A aplicabilidade do rácio entre a espessura do córtex renal e o diâmetro da aorta abdominal representa um avanço notável na medicina veterinária moderna, ao oferecer um método não invasivo e de baixo custo que suplementa os métodos complementares de diagnóstico já estabelecidos. Mais ainda, o presente estudo reforça a importância de abordagens multidimensionais que combinem dados laboratoriais, clínicos e imagiológicos de forma a aumentar a precisão diagnóstica e promover uma medicina veterinária mais personalizada e eficaz.

Embora existam limitações, como o tamanho da amostra e a ausência de análises longitudinais, que indicam a necessidade de estudos futuros, o presente estudo inaugura novas possibilidades para a integração de métodos diagnósticos e abre caminho para uma melhor compreensão da fisiopatologia da DRC e da IRA em felinos. Ao trazer uma abordagem pioneira e alinhada às demandas clínicas contemporâneas, este estudo consolida-se como uma referência para o desenvolvimento de estratégias diagnósticas mais completas, reforçando o compromisso da medicina veterinária com o cuidado avançado e a excelência clínica.

VI. Referências Bibliográficas

1. Betts J., Young K., Wise J., Johnson E., Poe B., Kruse D., ..., DeSaix P. (2022). 25.2. In *Anatomy and Physiology*. OpenStax.
2. Bragato, N., Borges, N. & Fioravanti, M. (2017). B-mode and Doppler ultrasound of chronic kidney disease in dogs and cats. *Vet Res Commun* (41) pp: 307-315. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11259-017-9694-9>.
3. Breshears M. & Confer A. (2017). The Urinary System. In J. Zachary (Ed). *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. 6^a ed. pp: 617-681. USA:Elsevier.
4. Brown S. (2011). Physiology of the Kidneys. In J. Bartges & D. Polzin (Eds.), *Nephrology and Urology of Small Animals*. pp: 10-17. Blackwell Publishing Ltd.
5. Brown S. (2016). Chronic Kidney Disease: An Update. In Little S. (Ed.) *August's Consultations in Feline Internal Medicine*. 7^a ed. pp: 457-466. USA:Elsevier.
6. Burk R.& Feeney D. (2003). Small animal radiology and ultrasonography: a diagnostic atlas and text. 3^aed. pp: 262–2655, 360–388. St Louis: WB Saunders.
7. Carrasco J., Chacón R., Vadillo A., González M., Gómez G., Jiménez M., ..., Taboada F. (2021). Introduction. In Carrasco J. & Barrera F. (Eds) *Cardiovascular-Renal Axis Disorders in Cats and Dogs*. 1^aEd. pp: 23. Espanha: Edra. ISBN: 9788417640729.
8. Castiglioni M., Rahal S., Silva J., Mamprim M. (2022). Comparison of ultrasonographic renal measurements in kittens up to 3 months of age and young cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. (12) pp: 465-471. DOI:10.1177/1098612X221119392.
9. Choo D., Kim S., Kwon D., Lee K., Yoon H. (2022). Ultrasonographic quantitative evaluation of acute and chronic renal disease using the renal cortical thickness to aorta ratio in dogs. *Vet Radiol Ultrasound*. 64(1): pp: 140-148. DOI: 10.1111/vru.13154.
10. Clarkson C. & Fletcher T. (2011). Anatomy of the Kidney and Proximal Ureter. In J. Bartges & D. Polzin (Eds.), *Nephrology and Urology of Small Animals*. pp: 1-9. Blackwell Publishing Ltd.

11. Cole L., Mantis P., Humm K. (2019). Ultrasonographic findings in cats with acute kidney injury: a retrospective study. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 21(6): pp: 475-480. DOI: 10.1177/1098612X18785738.
12. Cordella A., Pey P., Dondi F., ..., Diana A. (2020). The ultrasonographic medullary "rim sign" versus medullary "band sign" in cats and their association with renal disease. *J Vet Intern Med*. 34(5): pp: 1932-1939. DOI: 10.1111/jvim.15878.
13. Cowgill L. (2016a). *Grading of Acute Kidney Injury (2016)*. IRIS International Renal Interest Society. Acedido em 03 de Julho de 2024. Disponível em: http://www.iris-kidney.com/education/pdf/4_Idc-revised-grading-of-acute-kidney-injury.pdf.
14. Cowgill L., Polzin D., Elliott J., et al. (2016b). Is progressive chronic kidney disease a slow acute kidney injury? *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. (46) pp: 995-1013.
15. Debruyne K., Paepe D., Daminet S., et al. (2012a). Comparison of renal ultrasonographic measurements between healthy cats of three cat breeds: Ragdoll, British Shorthair and Sphynx. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 15(6) pp: 478-482. DOI: 10.1177/1098612X12471057.
16. Debruyne K., Haers H., Combes A. (2012b). Ultrasonography of the feline kidney: Technique, anatomy and changes associated with disease. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. 14(11): pp: 794-803. DOI:10.1177/1098612X12464461.
17. Dyce K., Sack W. & Wensing C. (2018). The urogenital apparatus. In Dyce, K., Sack, W. & Wensing, C., *Textbook of Veterinary Anatomy* (5^a ed.). Missouri: Elsevier.
18. Ettinger J., Feldman E. & Cote, E. (2017). *Textbook of veterinary internal medicine* (8^a Ed.). USA: Elsevier.
19. Ferreira A., Marwood R., Batchelor D., Maddox T., Mortier J. (2020). Prevalence and clinical significance of the medullary rim sign identified on ultrasound of feline kidneys. *Vet Rec*. (16):533. DOI: 10.1136/vr.105619.
20. Finch N. & Heiene R. (2017). Early detection of chronic kidney disease. In Elliot J., Grauer G. and Westropp J. (Eds). *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology* (3^aEd.) pp: 139-151. England: British Small Animal Veterinary Association.

21. Geddes R. & Aguiar J. (2022). Feline Comorbidities: Balancing hyperthyroidism and concurrent chronic kidney disease. *J Feline Med Surg.*(7) pp: 641-650. DOI: 10.1177/1098612X221090390.
22. Graham P. (2017) Urinalysis. In Ettinger S., Feldman E. and Cote E. (Eds). *Textbook of Veterinary Internal Medicine: Diseases of the Dog and Cat.* (8^aEd.). pp: 283-288. St. Louis, Missouri: Elsevier.
23. Grauer G. (2017). Treatment Guidelines for Chronic Kidney Disease in Dogs and Cats. *Today's Veterinary Practice.* 7(1) pp: 44-48.
24. Grelová S.; Karasová M.; Tóthová C.; Kisková T.; Baranová D.; Lukáč B.; Fialkovič M.; Michál'ová A.; Kunay L.; Svoboda M. (2022). Relationship between FGF 23, SDMA, Urea, Creatinine and Phosphate in Relation to Feline Chronic Kidney Disease. *Animals* (12) pp: 22-47. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12172247>.
25. Griffin S. (2020). Feline abdominal ultrasonography: what's normal? what's abnormal? The kidneys and perinephric space. *J Feline Med Surg.* 22(5): pp: 409-427. DOI: 10.1177/1098612X20917598.
26. Groves E. (2020). Diagnosis of the cat with early chronic kidney disease. *Companion Animal*, 25(5), pp: 118-124. DOI:10.12968/coan.2020.0013a
27. Guess S. & Grauer G. (2017). Acute Kidney Injury. In Elliot J., Grauer G. and Westropp J. (Eds). *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology.* 3^aEd. pp. 255 - 262. England: British Small Animal Veterinary Association.
28. Hansson K., Häggström J., Kvart C. and Lord P. (2002). Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and M-mode echocardiography in cavalier King Charles spaniels with and without left atrial enlargement. *Vet Radiol Ultrasound.* 43(6) pp: 568-575. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2002.tb01051.x.
29. Hoi S., Takata T., Sugihara T., Ida A., Ogawa M., Mae Y., ..., Isomoto H. (2018). Predictive Value of Cortical Thickness Measured by Ultrasonography for Renal Impairment: A Longitudinal Study in Chronic Kidney Disease. *J Clin Med.*; 7(12) pp: 527-536. DOI: 10.3390/jcm7120527.
30. Hudson J. (2020). Normal Urinary System and Urinary Disease. In Holland M. & Hudson J (Eds.) *Feline Diagnostic Imaging.* 1^aEd. pp: 439-484. USA: Wiley Blackwell.

31. Huguet E., Berry C., Cole R. (2023). Ultrasonography for Diagnosing Chronic Kidney Disease in Dogs and Cats. *Insights In Imaging*. pp: 56-65. Disponível em: todaysveterinarypractice.com. Acedido em 28 de fevereiro de 2024.
32. IRIS - International Renal Interest Society (2023a). IRIS Staging of CKD (Modified 2023). Acedido em 18 de Julho de 2024. Disponível em <http://www.iris-kidney.com/guidelines/staging.html>.
33. IRIS - International Renal Interest Society (2023b). Treatment Recommendations for CKD in cats. Acedido em 21 de Julho de 2024. Disponível em: <http://www.iris-kidney.com/education/guidelines/recommendations.html>.
34. Ito H., Matsuura T., Sano T. (2023). Beraprost and Overall Survival in Cats with Chronic Kidney Disease. *Vet Sci*. 10(7) pp: 459. DOI: 10.3390/vetsci10070459.
35. Jaturanratsamee K., Choisunirachon N., Soontornvipart K., Darawiroj D., Srisowanna N., Thanaboonnipat C. (2023). Ultrasonographic kidney length-to-abdominal aortic diameter for diagnosis of feline chronic kidney disease: A preliminary study. *Veterinary World* 16(5): pp: 1114-1121. DOI: www.doi.org/10.14202/vetworld.2023.1114-1121.
36. Jepson R. & Syme H. (2017). Management of chronic kidney disease. In Elliot J., Grauer G. and Westropp J. (Eds). *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology*. 3ªEd. pp. 263-277. England: British Small Animal Veterinary Association.
37. Klein B. (2020). *Cunningham's textbook of veterinary physiology* (6ª Ed.). Missouri: Elsevier.
38. König H. & Liebich H. (2020). Urinary system (organa urinaria). In H. König & H. Liebich *Veterinary Anatomy of Domestic Animals*. 7ªed. pp: 419-432. Stuttgart: Thieme.
39. Kongtasai T., Paepe D., Meyer E., Mortier F., Marynissen S., Stammeleer L., Defauw P., Daminet S. (2022). Renal biomarkers in cats: A review of the current status in chronic kidney disease. *J Vet Intern Med*; 36(2) pp: 379-396. DOI: 10.1111/jvim.16377.
40. Korkmaz M., Aras B., Güneşli S., Yılmaz M. (2018). Clinical significance of renal cortical thickness in patients with chronic kidney disease. *Ultrasonography*. 37(1) pp: 50-54. DOI: 10.14366/usg.17012.

41. Langhorn R., Kieler I., Koch J., Christiansen L., Jessen L. (2018). Symmetric Dimethylarginine in cats with hypertrophic cardiomyopathy and diabetes mellitus. *J Vet Intern Med.* (32) pp: 57-63.
42. Langston, C. & Eatroff, A. (2016). Acute Kidney Injury. In Little S. (Ed.) *August's Consultations in Feline Internal Medicine*. 7^aed. pp: 483-498. USA:Elsivier.
43. Lin J., Lin L., Chen S., Yu L., Chen S., Xia Z. (2021). Serum fibroblast growth factor 23 (FGF-23): associations with hyperphosphatemia and clinical staging of feline chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.* 33(2) pp: 288-293. DOI: 10.1177/1040638720985563.
44. Loane S., Thomson J., Williams T., McCallum K. (2022). Evaluation of symmetric dimethylarginine in cats with acute kidney injury and chronic kidney disease. *J Vet Intern Med.* (5) pp: 1669-1676. DOI: 10.1111/jvim.16497.
45. Mareschal A., D'anjou M., Moreau M., Alexander K. & Beauregard G. (2007). Ultrasonographic measurement of kidney-to-aorta ratio as a method of estimating renal size in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound.* 48(5) pp: 434-438. DOI:10.1111/j.1740-8261.2007.00274.x.
46. Martinez M., Soler M., Laredo F., Belda E., Agut A. (2022). Ultrasonographic assessment of the renal size using a kidney length to vertebral body length ratio in cats. *Front. Vet. Sci.* (9): pp: 746-887. DOI: 10.3389/fvets.2022.887746.
47. Mattoon J. & Berry C. (2021). Abdominal ultrasound scanning techniques. In Mattoon J., Sellon S., Berry C. (Eds.) *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. 4^aEd. pp: 105-127. Missouri: Elsevier.
48. Pollard R. & Phillips K. (2017). Diagnostic imaging of the urinary tract. In Elliot J., Grauer G. and Westropp J. (Eds). *BSAVA Manual of Canine and Feline Nephrology and Urology*. 3^aEd. pp: 84-99. England: British Small Animal Veterinary Association.
49. Segev G. (2022). Differentiation between Acute kidney injury and chronic kidney disease (updated 2022). *IRIS International Renal Interest Society*. Acedido em 03 de Julho de 2024. Disponível em http://www.iris-kidney.com/education/education/differentiation_acute_kidney_injury_chronic_kidney_disease.html.
50. Segev G., Cortellini S., Foster J., Francey T., Langston C., Londoño L., Schweighauser A. & Jepson R. (2024). *International Renal Interest Society best*

- practice consensus guidelines for the diagnosis and management of acute kidney injury in cats and dogs. Vet J. (305) pp: 60-68. DOI: 10.1016/j.tvjl.2024.106068.*
51. Sparkes A., Caney S., Chalhoub S., et al. (2016) ISFM consensus guidelines on the diagnosis and management of feline chronic kidney disease. *J Feline Med Surg.* (18) pp: 219-239.
 52. Spediacci, C. (2023). Innovative imaging of urinary system in canine and feline patients (Tese de Doutorado). *Università degli Studi di Milano*. Disponível em <https://tesidottorato.depositolegale.it/handle/20.500.14242/83783?mode=complete>. Consultado em 22 de Agosto de 2024.
 53. Takata T., Koda M., Sugihara T., Sugihara S., Okamoto T., Miyoshi K., ... Isomoto H. (2015). Left Renal Cortical Thickness Measured by Ultrasound Can Predict Early Progression of Chronic Kidney Disease. *Nephron*, 132(1) pp: 25-32. DOI:10.1159/000441957.
 54. Tanvetthayanont P., Ponglowhapan S., Thanaboonnipat C., Choisunirachon N. (2020). Impact of gonadal status on ultrasonographic renal parenchymal dimensions in healthy cats. *J Feline Med Surg.* 22(12) pp: 1148-1154. DOI:10.1177/1098612X20910541.
 55. Yabuki A., Mitani S., Fujiki M., Misumi K., Endo Y., Miyoshi N., & Yamato O. (2010). Comparative study of chronic kidney disease in dogs and cats: Induction of myofibroblasts. *Research in Veterinary Science.* 88(2) pp: 294-299. DOI:10.1016/j.rvsc.2009.09.003.
 56. Yamashita S., Von Atzingen A., Lared W., Bezerra A., Ammirati A., Canziani M., D'ippolito G. (2015). Value of renal cortical thickness as a predictor of renal function impairment in chronic renal disease patients. *Radiol Bras.* (48) pp: 12-16. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2014.0008>.
 57. Yan G., Chen K., Wang H., Ma T., Chen K. (2020). Relationship between ultrasonographically determined renal dimensions and International Renal Interest Society stages in cats with chronic kidney disease. *J Vet Intern Med.* 34(4): pp: 1464-1475. DOI: 10.1111/jvim.15814.
 58. Widmer W., Mattoon J., Vaden S. (2021). Urinary tract. In Mattoon J., Sellon S., Berry C. (Eds.) *Small Animal Diagnostic Ultrasound*. 4ªEd. pp: 583-611. Missouri: Elsevier.

Apêndice A

Dados adicionais relativos aos felinos que integraram os grupos de estudo 1 e 2.

Tabela A1 - Dados complementares dos felinos nos grupos de estudo 1 e 2.

	Estadio IRIS	Raça	Género	Idade	Peso	Ureia (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)	SDMA (mg/dL)	Urianálise
Felino 1	IRA V	Europeu Comum	Masculino	3 anos	4,32kg	>140	13,4	-	Proteinúria
Felino 2	DRC I	Europeu Comum	Feminino	10 anos	3,4kg	35,5	1,75	15.81	Isostenúria
Felino 3	DRC III	Azul Russo	Masculino	14 anos	3,6kg	68,9	3,66	19.90	Isostenúria
Felino 4	DRC III	Europeu Comum	Masculino	3 anos	4,4kg	47,1	3,1	-	Isostenúria
Felino 5	DRC I	Europeu Comum	Feminino	7 anos	4,7kg	28,9	1,14	16	Isostenúria
Felino 6	DRC III	Europeu Comum	Masculino	17 anos	2,3kg	>140	4,65	17.87	Isostenúria
Felino 7	DRC II	Maine Coon	Masculino	7 anos	5,1kg	71,4	2,72	18.74	Isostenúria
Felino 8	DRC II	Persa	Feminino	19 anos	2,4kg	>140	5,69	18.23	Isostenúria
Felino 9	IRA III	Europeu Comum	Masculino	12 anos	5,6kg	75,7	4,84	-	Isostenúria
Felino 10	DRC I	Europeu Comum	Masculino	15 anos	3,3kg	37,6	1,59	17.03	Proteinúria
Felino 11	DRC I	Europeu Comum	Feminino	10 anos	5,6kg	30,4	1,36	-	Isostenúria
Felino 12	DRC I	Europeu Comum	Masculino	9 anos	6,3kg	45,1	1,66	-	Isostenúria
Felino 13	DRC II	Europeu Comum	Feminino	12 anos	3,8kg	30,3	2,5	-	Isostenúria

Felino 14	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	15 anos	5,5kg	>140	14	-	Proteinúria
Felino 15	DRC I	Persa	Masculino	8 anos	3,4kg	33,9	1,62	17	Isostenúria
Felino 16	DRC III	British Shorthair	Feminino	7 anos	3,2kg	106	4,2	24.06	Isostenúria
Felino 17	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	6 anos	4,6kg	>140	23,06	-	Isostenúria
Felino 18	DRC III	Europeu Comum	Masculino	10 anos	4,7kg	69,6	4,95	-	Proteinúria
Felino 19	DRC III	Persa	Feminino	16 anos	3,8kg	63,5	3,49	-	Isostenúria
Felino 20	DRC IV	Europeu Comum	Masculino	5 anos	4,0kg	>140	11,62	-	Proteinúria
Felino 21	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	12 anos	2,7kg	>140	11	-	Isostenúria
Felino 22	DRC III	Persa	Masculino	15 anos	3,8kg	120,5	5,47	-	Isostenúria
Felino 23	DRC II	Europeu Comum	Feminino	16 anos	3,5kg	48,8	1,96	-	Isostenúria
Felino 24	DRC IV	Europeu Comum	Masculino	8 anos	3,1kg	>140	6,84	-	Isostenúria
Felino 25	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	12 anos	2,0kg	292,3	13,7	-	Isostenúria
Felino 26	DRC IV	Bosque da Noruega	Feminino	7 anos	2,5kg	>140	18,64	-	Isostenúria
Felino 27	DRC III	Europeu Comum	Masculino	19 anos	5,5kg	>140	3,84	-	Proteinúria
Felino 28	DRC III	Europeu Comum	Feminino	11 anos	6,3kg	25,3	1,14	-	Isostenúria
Felino 29	DRC III	Europeu Comum	Masculino	11 anos	5,7kg	>140	4,77	-	Isostenúria
Felino 30	IRA V	Europeu Comum	Masculino	16 anos	6,1kg	>140	14,53	-	Isostenúria
Felino 31	IRA II	Europeu Comum	Masculino	1 ano	3,3kg	26,3	2,3	13,8	Isostenúria
Felino 32	DRC II	Siamês	Masculino	16 anos	6,0kg	36,3	2,1	-	Isostenúria

Felino 33	DRC II	Europeu Comum	Feminino	11 anos	6,3kg	20,1	2,05	17.87	Isostenúria
Felino 34	DRC II	Europeu Comum	Masculino	13 anos	3,8kg	103	2,3	-	Isostenúria
Felino 35	DRC II	Europeu Comum	Masculino	16 anos	3,0kg	89,4	6,45	-	Isostenúria
Felino 36	IRA III	Europeu Comum	Masculino	8 anos	4,0kg	137,2	4,18	-	Proteinúria
Felino 37	DRC III	Europeu Comum	Feminino	14 anos	3,7kg	79,8	3,3	-	Isostenúria
Felino 38	DRC III	Europeu Comum	Masculino	9 anos	6,3kg	114	4,1	-	Isostenúria
Felino 39	IRA II	Europeu Comum	Masculino	5 anos	5,6kg	58,5	2,26	-	Proteinúria
Felino 40	DRC II	Europeu Comum	Feminino	10 anos	4,5kg	33,5	1,63	-	Isostenúria
Felino 41	DRC III	Europeu Comum	Feminino	11 anos	3,5kg	58,6	4,04	-	Isostenúria
Felino 42	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	12 anos	4,6kg	378	9,2	-	Proteinúria
Felino 43	IRA III	Europeu Comum	Masculino	5 anos	8,5kg	92,8	4,4	10.93	Proteinúria
Felino 44	IRA IV	Europeu Comum	Masculino	14 anos	4,8kg	>140	8,64	-	Isostenúria
Felino 45	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	11 anos	4,0kg	517.9	8,8	-	Isostenúria
Felino 46	DRC III	Europeu Comum	Masculino	20 anos	2,4kg	137	2,09	18.02	Isostenúria
Felino 47	IRA V	Bosque da Noruega	Masculino	4 anos	5,0kg	>140	19,8	-	Proteinúria
Felino 48	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	5 anos	4,8kg	>140	9,2	-	Isostenúria
Felino 49	DRC II	Europeu Comum	Feminino	11 anos	2,4kg	51	2,8	-	Proteinúria
Felino 50	IRA V	Europeu Comum	Masculino	10 anos	6,1kg	>140	16,5	14.31	Proteinúria
Felino 51	DRC II	Europeu Comum	Masculino	14 anos	4,5kg	46,7	2,94	-	Isostenúria

Felino 52	DRC IV	Europeu Comum	Feminino	11 anos	5,3kg	>140	14,65	-	Isostenúria
Felino 53	IRA I	Europeu Comum	Masculino	4 anos	4,6kg	27,2	1,29	-	Proteinúria
Felino 54	DRC I	Europeu Comum	Masculino	14 anos	4,8kg	71	2,3	-	Isostenúria
Felino 55	DRC IV	Europeu Comum	Masculino	9 anos	3,6kg	>140	17,45	-	Proteinúria

Apêndice B

Dados ecográficos relativos aos felinos que integraram os grupos de estudo 1 e 2.

Tabela B1 - Dados ecográficos dos felinos nos grupos de estudo 1 e 2.

	RD1 (cm)	RD2 (cm)	RD3 (cm)	RD Média (cm)	RE1 (cm)	RE2 (cm)	RE3 (cm)	RE Média (cm)	Média Rins (cm)	Aorta (cm)	Rácio (cm)
Felino 1	0,65	0,49	0,49	0,54	0,41	0,59	0,38	0,46	0,5	0,32	1,56
Felino 2	0,54	0,61	0,71	0,62	0,58	0,52	0,5	0,53	0,57	0,35	1,63
Felino 3	0,74	0,69	0,78	0,73	0,64	0,59	0,62	0,61	0,67	0,42	1,60
Felino 4	0,42	0,4	0,55	0,45	0,44	0,38	0,44	0,42	0,43	0,38	1,13
Felino 5	0,53	0,4	0,73	0,55	0,48	0,47	0,5	0,48	0,51	0,36	1,42
Felino 6	0,36	0,41	0,49	0,42	0,53	0,4	0,73	0,55	0,48	0,4	1,20
Felino 7	0,45	0,37	0,83	0,55	0,53	0,37	0,55	0,48	0,51	0,39	1,31
Felino 8	0,64	0,43	1,11	0,72	0,73	0,72	0,74	0,73	0,72	0,5	1,44
Felino 9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,23	0,41	3,00
Felino 10	0,56	0,22	0,28	0,35	0,53	0,39	0,59	0,5	0,42	0,33	1,27
Felino 11	0,55	0,4	0,44	0,47	0,31	0,36	0,4	0,35	0,41	0,4	1,03
Felino 12	1	0,95	0,71	0,88	0,53	0,61	0,77	0,63	0,75	0,45	1,67
Felino 13	0,4	0,53	0,32	0,41	0,78	0,74	0,53	0,68	0,54	0,26	2,08
Felino 14	0,65	1,31	1,04	1,00	0,44	0,45	0,2	0,36	0,68	0,3	2,27

Felino 15	0,44	0,43	0,36	0,41	0,57	0,47	0,76	0,6	0,5	0,31	1,61
Felino 16	0,51	0,51	0,73	0,58	0,68	0,49	0,43	0,53	0,55	0,55	1,00
Felino 17	1,03	0,84	0,69	0,85	0,48	0,4	0,34	0,4	0,62	0,35	1,77
Felino 18	0,42	0,48	0,34	0,41	0,76	0,51	0,49	0,58	0,49	0,24	2,04
Felino 19	0,38	0,27	0,31	0,32	0,62	0,57	0,66	0,61	0,46	0,39	1,18
Felino 20	0,96	0,87	1,02	0,95	0,64	0,71	0,56	0,63	0,79	0,31	2,55
Felino 21	0,57	0,31	0,44	0,44	0,62	0,65	0,52	0,59	0,51	0,31	1,65
Felino 22	0,36	0,41	0,55	0,44	0,93	0,68	0,93	0,84	0,64	0,38	1,68
Felino 23	0,27	0,27	0,41	0,31	0,26	0,42	0,36	0,34	0,32	0,2	1,60
Felino 24	0,4	0,44	0,6	0,48	0,36	0,43	0,27	0,35	0,41	0,2	2,05
Felino 25	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64	0,32	2,00
Felino 26	0,98	0,92	0,84	0,91	0,84	0,84	0,79	0,82	0,86	0,23	3,74
Felino 27	0,74	0,85	0,77	0,78	0,35	0,41	0,73	0,49	0,63	0,41	1,54
Felino 28	-	-	-	-	0,8	0,66	0,73	0,73	0,73	0,43	1,70
Felino 29	0,74	0,49	0,58	0,60	0,42	0,75	0,73	0,63	0,61	0,18	3,39
Felino 30	0,53	0,42	0,46	0,47	0,42	0,74	0,86	0,67	0,57	0,39	1,46
Felino 31	0,38	0,48	0,38	0,41	0,43	0,29	0,6	0,44	0,42	0,18	2,33
Felino 32	0,2	0,31	0,22	0,24	0,61	0,47	0,56	0,54	0,39	0,21	1,86
Felino 33	0,86	0,84	0,53	0,74	0,72	0,32	0,52	0,52	0,63	0,21	3,00

Felino 34	0,37	0,51	0,54	0,47	0,33	0,78	0,43	0,51	0,49	0,25	1,96
Felino 35	0,85	0,65	0,69	0,73	0,87	0,48	0,76	0,7	0,71	0,23	3,09
Felino 36	0,65	0,65	0,78	0,69	0,74	0,75	0,7	0,73	0,71	0,4	1,78
Felino 37	0,68	0,67	0,71	0,68	0,57	0,77	0,64	0,66	0,67	0,22	3,05
Felino 38	1,29	0,73	1,52	1,18	0,61	0,52	0,6	0,57	0,87	0,23	3,78
Felino 39	0,93	0,46	0,56	0,65	0,59	0,57	0,58	0,58	0,61	0,3	2,03
Felino 40	0,25	0,3	0,29	0,28	0,53	0,37	0,27	0,39	0,33	0,16	2,06
Felino 41	0,42	0,95	0,47	0,61	0,47	0,43	0,47	0,45	0,53	0,3	1,77
Felino 42	0,77	0,42	0,37	0,52	0,57	0,58	0,8	0,65	0,58	0,3	1,93
Felino 43	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	0,25	3,76
Felino 44	0,67	0,61	0,74	0,67	0,6	0,57	0,92	0,69	0,68	0,2	3,40
Felino 45	0,67	0,98	1	0,88	0,65	0,71	0,6	0,65	0,76	0,26	2,92
Felino 46	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	0,16	3,31
Felino 47	0,83	0,7	0,46	0,66	0,62	0,7	0,74	0,68	0,67	0,26	2,58
Felino 48	0,57	0,47	0,53	0,52	0,5	0,74	0,65	0,63	0,57	0,29	1,97
Felino 49	0,51	0,45	0,38	0,44	0,33	0,41	0,3	0,34	0,39	0,37	1,05
Felino 50	0,58	0,72	0,41	0,57	0,44	0,71	0,62	0,59	0,58	0,42	1,38
Felino 51	0,71	0,88	1,2	0,93	0,61	0,48	0,54	0,54	0,73	0,29	2,52
Felino 52	0,6	0,95	0,55	0,70	0,46	0,49	0,5	0,48	0,59	0,28	2,11

Felino 53	0,55	0,38	0,6	0,51	0,38	0,4	0,3	0,36	0,43	0,33	1,30
Felino 54	0,91	0,75	0,7	0,78	0,71	0,44	0,79	0,64	0,71	0,25	2,84
Felino 55	0,99	1,12	0,69	0,93	0,32	0,55	0,32	0,39	0,66	0,19	3,47

RD - Rim Direito; RE - Rim Esquerdo.

Tabela B2 - Dados ecográficos dos felinos no grupo de controlo.

	RD1 (cm)	RD2 (cm)	RD3 (cm)	RD Média (cm)	RE1 (cm)	RE2 (cm)	RE3 (cm)	RE Média (cm)	Média Rins (cm)	Aorta (cm)	Rácio (cm)
Felino 1	0,41	0,46	0,43	0,43	0,54	0,48	0,53	0,53	0,48	0,39	1,24
Felino 2	0,48	0,42	0,41	0,44	0,41	0,52	0,54	0,52	0,48	0,31	1,54
Felino 3	0,47	0,45	0,45	0,46	0,50	0,46	0,44	0,46	0,46	0,38	1,21
Felino 4	0,40	0,43	0,37	0,40	0,44	0,43	0,39	0,43	0,42	0,49	0,85
Felino 5	0,58	0,48	0,44	0,50	0,47	0,46	0,46	0,46	0,48	0,31	1,55
Felino 6	0,35	0,55	0,42	0,44	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,32	1,36
Felino 7	0,52	0,52	0,51	0,52	0,57	0,56	0,53	0,56	0,54	0,28	1,92
Felino 8	0,35	0,35	0,33	0,34	0,32	0,31	0,31	0,31	0,33	0,34	0,96
Felino 9	0,31	0,36	0,40	0,36	0,41	0,41	0,39	0,41	0,38	0,34	1,13
Felino 10	0,21	0,25	0,31	0,26	0,30	0,30	0,28	0,30	0,28	0,45	0,62
Felino 11	0,40	0,39	0,36	0,38	0,46	0,35	0,33	0,35	0,37	0,45	0,81
Felino 12	0,37	0,26	0,27	0,30	0,34	0,33	0,33	0,33	0,32	0,34	0,93

Felino 13	0,29	0,31	0,26	0,29	0,39	0,35	0,38	0,38	0,33	0,39	0,85
Felino 14	0,43	0,36	0,43	0,41	0,43	0,49	0,54	0,49	0,45	0,35	1,28
Felino 15	0,31	0,32	0,34	0,32	0,33	0,23	0,25	0,25	0,29	0,32	0,90
Felino 16	0,35	0,28	0,26	0,30	0,29	0,34	0,26	0,29	0,29	0,32	0,92
Felino 17	0,38	0,28	0,33	0,33	0,30	0,41	0,38	0,38	0,36	0,46	0,77
Felino 18	0,40	0,38	0,39	0,39	0,32	0,38	0,40	0,38	0,39	0,35	1,10
Felino 19	0,51	0,43	0,46	0,47	0,33	0,39	0,47	0,39	0,43	0,32	1,34
Felino 20	0,38	0,32	0,33	0,34	0,30	0,39	0,36	0,36	0,35	0,45	0,78
Felino 21	0,39	0,33	0,44	0,39	0,46	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	1,00
Felino 22	0,32	0,32	0,30	0,31	0,39	0,34	0,35	0,35	0,33	0,46	0,72
Felino 23	0,41	0,39	0,34	0,38	0,38	0,36	0,39	0,38	0,38	0,37	1,03
Felino 24	0,36	0,34	0,33	0,34	0,43	0,42	0,35	0,42	0,38	0,39	0,98
Felino 25	0,37	0,39	0,28	0,35	0,45	0,46	0,34	0,45	0,40	0,31	1,28
Felino 26	0,40	0,26	0,32	0,33	0,36	0,38	0,36	0,36	0,34	0,32	1,07
Felino 27	0,32	0,31	0,33	0,32	0,41	0,35	0,34	0,35	0,34	0,30	1,12
Felino 28	0,41	0,32	0,37	0,37	0,30	0,38	0,35	0,35	0,36	0,35	1,02
Felino 29	0,40	0,40	0,38	0,39	0,35	0,35	0,36	0,35	0,37	0,38	0,98
Felino 30	0,54	0,40	0,43	0,46	0,49	0,49	0,43	0,49	0,47	0,40	1,18
Felino 31	0,46	0,44	0,44	0,45	0,45	0,51	0,47	0,47	0,46	0,31	1,48

Felino 32	0,52	0,46	0,42	0,47	0,45	0,42	0,43	0,43	0,45	0,43	1,04
Felino 33	0,43	0,35	0,40	0,39	0,47	0,42	0,43	0,43	0,41	0,43	0,96
Felino 34	0,39	0,38	0,35	0,37	0,39	0,37	0,40	0,39	0,38	0,39	0,98
Felino 35	0,35	0,39	0,34	0,36	0,42	0,43	0,43	0,43	0,40	0,33	1,20
Felino 36	0,35	0,35	0,36	0,35	0,44	0,42	0,47	0,44	0,40	0,39	1,02
Felino 37	0,42	0,46	0,53	0,47	0,38	0,41	0,41	0,41	0,44	0,47	0,94
Felino 38	0,32	0,32	0,32	0,32	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,39	0,83
Felino 39	0,42	0,37	0,43	0,41	0,41	0,34	0,38	0,38	0,39	0,37	1,06
Felino 40	0,59	0,51	0,50	0,53	0,50	0,59	0,54	0,54	0,54	0,46	1,17
Felino 41	0,44	0,51	0,40	0,45	0,52	0,62	0,60	0,60	0,53	0,53	0,99
Felino 42	0,34	0,38	0,36	0,36	0,37	0,37	0,32	0,37	0,37	0,26	1,40
Felino 43	0,39	0,29	0,33	0,34	0,29	0,36	0,52	0,36	0,35	0,52	0,67
Felino 44	0,33	0,24	0,27	0,28	0,26	0,33	0,30	0,30	0,29	0,50	0,58
Felino 45	0,29	0,28	0,29	0,29	0,33	0,23	0,27	0,27	0,28	0,27	1,03
Felino 46	0,44	0,35	0,32	0,37	0,61	0,46	0,50	0,50	0,44	0,23	1,89
Felino 47	0,60	0,55	0,54	0,56	0,64	0,49	0,46	0,49	0,53	0,42	1,25
Felino 48	0,55	0,57	0,60	0,57	0,54	0,54	0,48	0,54	0,56	0,29	1,92
Felino 49	0,30	0,28	0,30	0,29	0,32	0,33	0,32	0,32	0,31	0,22	1,39
Felino 50	0,28	0,36	0,40	0,35	0,35	0,32	0,38	0,35	0,35	0,20	1,74

RD - Rim Direito; RE - Rim Esquerdo.