



Instituto Federal Catarinense  
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação  
Programa de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal  
*Campus Concórdia*

**Fellipe de Souza Dorneles**

**Comparação da estimativa da taxa de filtração glomerular (TFG) em cães e gatos por meio das equações de *Cockcroft-Gault*, *Cockcroft-gault* modificada pela área de superfície corporal e *Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)***

Concórdia

2024

**Fellipe de Souza Dorneles**

**Comparação da estimativa da taxa de filtração glomerular (TFG) em cães e gatos por meio das equações de *Cockcroft-Gault*, *Cockcroft-gault* modificada pela área de superfície corporal e *Modification of Diet in Renal Disease* (MDRD)**

Dissertação de Conclusão de Curso, submetida ao Programa de Pós-graduação em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense – *Campus* Concórdia para a obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

Orientador: Prof.<sup>(a)</sup>. Soraya Regina Sacco Surian. Doutora em Medicina Veterinária

Concórdia

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e  
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

D693c Dorneles, Fellipe  
Comparação da estimativa da taxa de filtração  
glomerular (TFG) em cães e gatos por meio das  
equações de Cockcroft-Gault, Cockcroft-gault modificada  
pela área de superfície corporal e Modification of  
Diet in Renal Disease (MDRD) / Fellipe Dorneles;  
orientador Soraya Surian. -- Santa Catarina, 2024.  
31 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal  
Catarinense, campus Araquari, , Santa Catarina, 2024.

Inclui referências.

1. Injúria. 2. Rins. 3. Creatinina Sérica. 4.  
Referência. 5. Função Renal. I. Surian, Soraya. II.  
Instituto Federal Catarinense. . III. Título.

**Fellipe de Souza Dorneles**

**Comparação da estimativa da taxa de filtração glomerular (TFG) em cães e gatos por meio das equações de *Cockcroft-Gault*, *Cockcroft-gault* modificada pela área de superfície corporal e *Modification of Diet in Renal Disease* (MDRD)**

Esta Dissertação, foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal) e aprovada em sua forma final pelo curso de Mestrado em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense – *Campus Concórdia*.

*autenticação eletrônica na folha de assinaturas*

Prof.<sup>(a)</sup> Soraya Regina Sacco Surian, Dra. Orientadora

Instituto Federal Catarinense

Documento assinado digitalmente

**gov.br**

IVAN BIANCHI

Data: 15/02/2024 16:14:18-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

autent

naturas

Prof.<sup>(a)</sup> Ivan Bianchi, Dr.

Coordenador Mestrado Produção e Sanidade Animal Instituto Federal Catarinense

BANCA EXAMINADORA

Prof.<sup>(a)</sup> Maria Francisca Nevez, Dra.

Faculdades Integradas de Três Lagoas

Prof.<sup>(a)</sup> Tabatha do Amaral Kalenski, Dra.

Instituto Federal Catarinense

Concórdia

2024



**DECLARAÇÃO Nº 7/2024 - CCMEDV/CON (11.01.04.01.03.02.12)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

**(Assinado digitalmente em 16/02/2024 10:23 )**

**SORAYA REGINA SACCO**

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CCMEDV/CON (11.01.04.01.03.02.12)

Matrícula: ###082#6

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: 7, ano: 2024, tipo:  
**DECLARAÇÃO**, data de emissão: 16/02/2024 e o código de verificação: 7475ebf068

**Dedico esse trabalho a minha família,**

**Esposa Letícia e filho Vicente.**

**Razões da minha vida.**

.

## **Agradecimentos**

Agradeço de forma especial a todos que contribuíram na minha trajetória, em especial, minha esposa Letícia e meu filho Vicente, razões pela qual busco sempre ser uma pessoa e profissional melhor.

Agradeço minha família, em nome do meu pai Paulo e minha mãe Jussara, que não mediram esforços para me educar, instruir e amar incondicionalmente, sem vocês nada disso seria possível, amo vocês.

Agradecimento especial a minha orientadora, Professora Soraya Regina Sacco Surian, por todo apoio, orientação e por acreditar em mim.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram nesse trabalho, estagiários, Médicos Veterinários, em especial o Médico Veterinário César Surian, grande amigo e colega, que a vida me proporcionou conhecer, sua ajuda foi essencial e determinantes para o trabalho, obrigado.

*Aprender é a única coisa de que a  
Mente nunca se cansa, nunca tem medo  
E nunca se arrepende  
(Leonardo da Vinci)*



## Resumo

DORNELES, Fellipe de Souza. **Comparação da estimativa da taxa de filtração glomerular (TFG) em cães e gatos por meio das equações de *Cockcroft-Gault*, *Cockcroft-Gault* modificada pela área de superfície corporal e *Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)***, 2023. 35f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Concórdia, 2023.

Os rins, são órgãos de extrema importância para a manutenção da homeostase corpórea, tendo com uma das principais funções a filtração e excreção na urina de metabólitos indesejáveis do sangue. A capacidade de filtração glomerular é um importante parâmetro para avaliação da função renal. A taxa de filtração glomerular (TFG) é avaliada na rotina clínica, por meio da depuração de alguma substância que deve ser totalmente filtrada pelos rins, sendo a mais comumente utilizada a creatinina sérica. Porém, sabe-se que a creatinina sérica e outros marcadores mais recentes como o SDMA aumentam somente se tiver grande injúria renal, quando se tem a perda de mais da metade dos néfrons, dessa forma dificultando o sucesso no tratamento e prognóstico do animal. Existem cálculos na Veterinária para a mensuração do *clearance* de creatinina e assim da TFG que envolvem a depuração urinária e sérica desse marcador, porém questões logísticas como uso de gaiolas metabólicas inviabilizam a realização desse cálculo. Na Medicina são utilizadas fórmulas que estabelecem a TFG a partir da creatinina sérica, levando em consideração fatores como peso, sexo e idade dos pacientes. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo utilizar as fórmulas *Cockcroft-Gault*, que determina a TFG (mL/min), sendo o *clearance* de creatinina =  $[140 - \text{idade}] \times (\text{peso}) \times K / 72 \times \text{creatinina sérica}$ , K equivale a 0,85 somente em fêmeas, e a equação abreviada da *Modification of Diet in Renal Disease (MDRD)*, sendo a TFG (mL/min/1,73m<sup>2</sup>) =  $186 \times (\text{creatinina sérica})^{-1,154} \times (\text{idade})^{-0,203} \times (0,742, \text{ se fêmea})$ , além da *Cockcroft-Gault* ajustada à superfície corpórea (CG-ASC) para estabelecer a TFG em cães e gatos saudáveis, que sirvam de valores de referência. A população estudada foi de caninos e felinos domésticos, hípidos, machos e fêmeas, que foram triados para passar por procedimento cirúrgico eletivo de castração.

**Palavras-chave:** Injúria, rins, creatinina sérica, referência, função renal.

## Abstract

DORNELES, Fellipe de Souza. **Comparison of estimated glomerular filtration rate (GFR) in dogs and cats using the Cockcroft-Gault and Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) equations**, 2023. 35f. Dissertation (Master of Science) - Postgraduate Course in Animal Production and Health, Dean of Research, Postgraduate Studies and Innovation, Instituto Federal Catarinense, Concórdia, 2023.

The kidneys are extremely important organs for maintaining bodily homeostasis, with one of their main functions being the filtration and excretion of undesirable metabolites from the blood in the urine. Glomerular filtration capacity is an important parameter for evaluating renal function. The glomerular filtration rate (GFR) is assessed in clinical routine, through the clearance of a substance that must be completely filtered by the kidneys, the most commonly used being serum creatinine. However, it is known that serum creatinine and other more recent markers such as SDMA increase only if there is major kidney injury, when more than half of the nephrons are lost, thus making successful treatment and the animal's prognosis difficult. There are veterinary calculations for measuring creatinine clearance and thus GFR that involve the urinary and serum clearance of this marker, but logistical issues such as the use of metabolic cages make this calculation unfeasible. In Medicine, formulas are used that establish GFR based on serum creatinine, taking into account factors such as weight, sex and age of patients. Therefore, the aim of the study was to use the Cockcroft-Gault formulas, which determine GFR (mL/min), with creatinine clearance =  $[140 - \text{age}] \times (\text{weight}) \times K / 72 \times \text{serum creatinine}$ , K equivalent to 0.85 only in females, and the abbreviated Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) equation, with  $\text{GFR (mL/min/1.73m}^2) = 186 \times (\text{serum creatinine})^{-1.154} \times (\text{age})^{-0.203} \times (0.742, \text{ if female})$ , in addition to the Cockcroft-Gault adjusted to body surface area (CG-ASC) to establish GFR in healthy dogs and cats, which serve as reference values. The studied population consisted of healthy, male and female domestic canines and felines, who were screened to undergo an elective surgical castration procedure. As a result, the Cockcroft-Gault formula has a close correlation with serum creatinine and has lower reference values, therefore, closer to the real values, whereas the Modifications of diet in Renal Dysiasis (MDRD), overestimates the values in animals healthy

**Keywords:** Injury, kidneys, serum creatinine, reference, renal function.

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1	Estatísticas descritivas para fórmulas de estimativa da TFG	19
----------	---	----

## Lista de Figuras

- figura 1 Coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e equação da reta para a creatinina sérica e a fórmula *Cockcroft-Gault* para gatos e cães após correlação de Pearson. 22
- Figura 2 Coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e equação da reta para a creatinina sérica e a fórmula *Cockcroft-Gault* modificada pela área da superfície corporal (ASC) para gatos e cães após correlação de Pearson. 22
- Figura 3 Coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e equação da reta para a creatinina sérica e a fórmula MDRD simplificada para gatos e cães após correlação de Pearson. 22

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE	14
2 OBJETIVOS	14
2.1 Geral	14
2.2 Específicos	14
3 ARTIGO	15
<b>Resumo</b>	14
<b>Introdução</b>	15
<b>Materiais e métodos</b>	16
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
5 REFERÊNCIAS	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

De acordo com Polzin e Osborne (1995) os rins são responsáveis não apenas por eliminarem produtos indesejáveis do metabolismo, como também por manterem constantes o volume de líquido extracelular, a pressão osmótica e o equilíbrio eletrolítico, sendo essenciais à homeostase. Ainda segundo os autores, ativam a vitamina D, produzem eritropoietina, renina, prostaglandinas e cininas, além de serem sítios de atuação dos hormônios vasopressina, paratormônio e aldosterona.

A doença renal crônica (DRC) é caracterizada por lesões estruturais irreversíveis, que podem evoluir progressivamente para uremia e insuficiência renal crônica (IRC) (Polzin *et al.*, 2010; IRIS, 2006). Na IRC ocorre a incapacidade de executar adequadamente as funções de manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base, excreção de catabólitos e regulação hormonal (Mafra *et al.*, 1999). Independentemente da causa inicial, os animais acometidos pela IRC, apresentam lesões estruturais, irreversíveis no parênquima renal (Polzin *et al.*, 2010).

A doença renal aguda (DRA) ou injúria renal aguda (IRA) está associada a variados agentes etiológicos e diversas manifestações clínicas, que complicam várias condições clínico-cirúrgicas, além de estar associada à elevada taxa de morbimortalidade (Harison *et al.*, 2012; Mugford *et al.*, 2013). O termo é designado para se referir muitas vezes as consequências, como elevação na creatinina sérica até falência renal e anúria (Abensur, 2011). Entretanto, seus efeitos podem ser minimizados quando diagnosticada e tratada precoce e adequadamente (Souza *et al.*, 2018).

São utilizados vários parâmetros e marcadores para a avaliação da função renal, sendo um dos principais a creatinina sérica que é liberada principalmente pelo processo de catabolismo de tecidos musculares, porém os valores desse marcador só aumentam de forma significativa quando tem mais de 60% dos néfrons acometidos (Von Hendy-Willson; Pressler, 2011).

Outro ponto é o uso da ureia como indicador de função, que é feito atualmente, sendo um teste difundido e acessível na rotina clínica (Peres *et al.*, 2013). Entretanto, de acordo com o autor, a taxa de produção de ureia não é uma constante do organismo, e possui oscilações bem significativas, por exemplo, caso a dieta seja enriquecida de proteínas, ou haja lesão tecidual devido à hemorragia, trauma ou terapia com

glicocorticoides, a produção de ureia aumenta, porém pode diminuir caso haja uma dieta pobre em proteínas, ou doença hepática avançada.

As condições clínicas dos animais criticamente enfermos e hemodinamicamente instáveis enfatizam a necessidade de utilização de métodos auxiliares de diagnóstico precoces, uma vez que nestes pacientes existe a necessidade de exames rápidos que auxiliem na conduta clínica (Alves *et al.*, 2012).

De maneira geral, os biomarcadores utilizados para o diagnóstico das enfermidades renais, ureia e creatinina séricas, são marcadores funcionais e não refletem diretamente a lesão celular sendo, portanto, considerados pouco sensíveis e inespecíficos para detecção de perda discreta da função renal, o que limita a intervenção adequada em tempo hábil (Lunn, 2011; Mårtensson *et al.*, 2012). Sendo considerado ideal como principal teste de função renal a mensuração da taxa de filtração glomerular (TFG), que corresponde ao volume de fluido plasmático que é filtrado por um intervalo de tempo (Von Hendy-Willson; Pressler, 2011).

A determinação da TFG é realizada por meio de *clearance* ou depuração plasmática de um biomarcador renal endógeno ou exógeno, que corresponde a quantidade de marcador que é removida do plasma durante um intervalo de tempo. O principal marcador utilizado para a realização e *clearance* é a creatinina, que possui as características desejadas, como ser livremente filtrada pelos glomérulos e ter a taxa de excreção totalmente renal o que torna a depuração renal igual a plasmática tendo uma estimativa precisa de TFG (Von Hendy-Willson; Pressler, 2011). Segundo Peres *et al.* (2013) a TFG permanece sem ser afetada, indiferente à produção de ureia, sendo um índice considerada “padrão ouro” na avaliação renal.

Na Medicina Veterinária a determinação da TFG não é muito realizada por causa de fatores técnicos, relacionados ao cálculo do *clearance* de creatinina necessitar da coleta de urina por 24 horas em gaiolas metabólicas para estabelecimento da creatinina urinária e ainda de fatores financeiros envolvidos, tornando o processo inviável (Polzin *et al.*, 2010). Além disso, a TFG utilizando o *clearance* de creatinina ainda sofre influência da massa muscular que está relacionada com o peso, a idade e o sexo, sendo fatores que devem ser considerados (Von Hendy-Willson; Pressler, 2011).

Na Medicina é amplamente difundida a utilização de equações para a avaliação mais precisa da função renal, obtendo-se uma estimativa da taxa de filtração glomerular, que

leva em consideração algumas variáveis que influenciam o *clearance* de creatinina como o peso, sexo e idade, corrigindo esta taxa sem necessidade da colheita da urina em 24 horas (KIRSZTAJN, 2007). As equações mais utilizadas e recomendadas são: equações de *Cockcroft-Gault* e MDRD (*Modifications of Diet in Renal Disease*), que utilizam a creatinina como parâmetro e há ainda equações que utilizam a cistatina C sérica (TAN *et al.*, 2002; LARSSON *et al.*, 2004; SJÖSTRÖM *et al.*, 2005; GRUBB *et al.*, 2005), mas até o momento poucas destas foram avaliadas em estudos na Veterinária. Das citadas, a equação de *Cockcroft-Gault* já foi utilizada por Gonenci *et al.* (2003) em cães sem raça definida, mostrando resultados satisfatórios.

As equações são de grande valia para predizer e estimar a doença renal, sendo um método simples para avaliar a taxa de filtração glomerular estimada. Existem inúmeras doenças em Medicina Veterinária que cursam com doença renal, e que precisam de um diagnóstico e um acompanhamento mais rápido e preciso da função renal, e dessa maneira melhorar o desfecho clínico desses animais.

Na Medicina, a doença renal é um desfecho comum em pacientes com síndrome coronariana aguda, desse modo a função renal deve ser avaliada de forma adequada. Em um estudo com 1699 pacientes com doença coronariana, evidenciou-se que a equação de *Cockcroft-Gault* é a mais adequada para avaliar a função renal desses pacientes (Riviera-Caravaca *et al.*, 2018).

Realizado o cálculo da TFG por meio dessas equações, pode-se ter o *clearance* de creatinina utilizando somente os valores de creatinina sérica, eliminando os custos e empecilhos da coleta de urina de 24 horas para estabelecer a creatinina urinária, sendo mais fácil e tendo a mesma acurácia (Gonenci *et al.*, 2003).

No entanto, existem limitações reconhecidas na Medicina Veterinária, como o trabalho de Finch *et al.* (2018), que utilizaram uma adaptação da fórmula, usando como medida a circunferência pélvica em felinos. De acordo com os autores a idade, massa muscular, sexo, peso corporal e a raça dos animais podem interferir no cálculo, já que a creatinina advém do metabolismo muscular e animais tem uma variação considerável em sua massa muscular.

Para melhorar a precisão da *Cockcroft-Gault* original, Rolin *et al.* (1984) sugeriram que fosse realizada a correção para a área de superfície corporal (ASC), concluindo que a



equação de *Cockcroft-Gault* modificada por ASC melhora a exatidão, reduz o viés e aumenta a precisão da estimativa da TFG, permanecendo simples, rápida e econômica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Calcular as equações *Cockcroft-Gault* (CG), *Cockcroft-Gault* modificada pela área da superfície corporal (CG-ASC) e *Modifications of Diet in Renal Disease* (MDRD) para estabelecer valores de referência na estimativa da taxa de filtração glomerular (TFG) em cães e gatos saudáveis, tornando mais eficaz a identificação de injúrias renais.

### 2.2 Específicos

- Comparar os resultados obtidos pelas fórmulas *Cockcroft-Gault*, *Cockcroft-Gault* modificada pela ASC e MDRD;
- Estabelecer parâmetros de referência;
- Validar os testes na Medicina Veterinária.

**3 ARTIGO**

**COMPARAÇÃO DA ESTIMATIVA DA TAXA DE FILTRAÇÃO GLOMERULAR (TFG) EM CÃES E GATOS UTILIZANDO AS EQUAÇÕES DE *COCKCROFT-GAULT*, *COCKCROFT-GAULT* MODIFICADA PELA ÁREA DE SUPERFÍCIE CORPORAL E *MODIFICATION OF DIET IN RENAL DISEASE* (MDRD)**

**Manuscrito a ser submetido à Ciência Animal Brasileira**

(<https://revistas.ufg.br/vet/about/submissions>)

---

**Autores:**

Fellipe de Souza Dorneles<sup>1,2\*</sup>; Andressa Gargetti<sup>3</sup>; Cesar Rodrigo de Souza Surian<sup>2</sup>;

Soraya Regina Sacco Surian<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup>Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal. Instituto Federal Catarinense.

<sup>2</sup>Universidade do Oeste de Santa Catarina. Campus II. CEP: 89.820-000 – Xanxerê, Santa Catarina – Brasil. \*Autor para correspondência: [fellipesdorneles@gmail.com](mailto:fellipesdorneles@gmail.com)

<sup>3</sup>Instituto Federal Catarinense. Rodovia SC-283, km 17. Fragosos. CEP – 89.703-720 – Concórdia, Santa Catarina – Brasil.

1 **COMPARAÇÃO DA ESTIMATIVA DA TAXA DE FILTRAÇÃO GLOMERULAR**  
 2 **(TFG) EM CÃES E GATOS UTILIZANDO AS EQUAÇÕES DE *COCKCROFT-***  
 3 ***GAULT*, *COCKCROFT-GAULT* MODIFICADA PELA ÁREA DE SUPERFÍCIE**  
 4 ***CORPORAL* E *MODIFICATION OF DIET IN RENAL DISEASE* (MDRD)**

5  
 6 **Resumo**

7 Os rins, são órgãos de extrema importância para a manutenção da homeostase corpórea,  
 8 tendo com uma das principais funções a filtração e a excreção na urina de metabólitos  
 9 indesejáveis do sangue. Quando um, ou ambos os rins, são submetidos a alguma injúria de  
 10 caráter morfológico ou funcional e ocorre a perda de néfrons, o processo de filtração é  
 11 comprometido e a taxa de filtração glomerular (TFG) é o teste recomendado para avaliar a  
 12 função de renal de forma mais fidedigna. Na Medicina Veterinária a determinação da TFG  
 13 não é rotineira por causa de fatores técnico. Já na Medicina é difundida a realização e  
 14 utilização de equações para avaliação da função renal, obtendo-se uma estimativa da TFG.  
 15 Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar valores de referência para a mensuração  
 16 da estimativa da TFG utilizando as equações de *Cockcroft-Gault* (CG), *Cockcroft-Gault*  
 17 ajustada à superfície corpórea (CG-ASC) e equação abreviada *Modifications of diet in renal*  
 18 *disease* (MDRD) em cães e gatos. Para isto, utilizou-se 17 felinos e 32 caninos, machos e  
 19 fêmeas, hípidos, provenientes de cirurgias eletivas de castração. Após a aplicação das  
 20 respectivas fórmulas, foi realizada estatística descritiva, determinação do coeficiente de  
 21 correlação de Pearson e da equação da reta para cada uma das estimativas. Como resultados,  
 22 a fórmula de *Cockcroft-Gault* tem íntima correlação com a creatinina sérica e possuem  
 23 valores de referências mais baixos, dessa maneira, mais próxima dos valores reais, já a  
 24 *Modifications of diet in Renal Disiases* (MDRD), superestima os valores em animais hípidos.  
 25

26 **Palavras-chave:** Injúria, rins, creatinina sérica, referência, função renal.

27  
 28 **Abstract**

29 The kidneys are extremely important organs for maintaining bodily homeostasis, with  
 30 one of their main functions being the filtration and excretion of undesirable metabolites from  
 31 the blood in the urine. Glomerular filtration capacity is an important parameter for evaluating  
 32 renal function. The glomerular filtration rate (GFR) is assessed in clinical routine, through  
 33 the clearance of a substance that must be completely filtered by the kidneys, the most  
 34 commonly used being serum creatinine. However, it is known that serum creatinine and other  
 35 more recent markers such as SDMA increase only if there is major kidney injury, when more  
 36 than half of the nephrons are lost, thus making successful treatment and the animal's  
 37 prognosis difficult. There are veterinary calculations for measuring creatinine clearance and  
 38 thus GFR that involve the urinary and serum clearance of this marker, but logistical issues  
 39 such as the use of metabolic cages make this calculation unfeasible. In Medicine, formulas  
 40 are used that establish GFR based on serum creatinine, taking into account factors such as  
 41 weight, sex and age of patients. Therefore, the aim of the study was to use the Cockcroft-  
 42 Gault formulas, which determine GFR (mL/min), with creatinine clearance =  $[140 - \text{age}] \times$   
 43  $(\text{weight}) \times K / 72 \times \text{serum creatinine}$ , K equivalent to 0.85 only in females, and the  
 44 abbreviated Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) equation, with GFR  
 45  $(\text{mL/min}/1.73\text{m}^2) = 186 \times (\text{serum creatinine})^{-1.154} \times (\text{age})^{-0.203} \times (0.742, \text{ if female})$ , in  
 46 addition to the Cockcroft-Gault adjusted to body surface area (CG-ASC) to establish GFR in

47 healthy dogs and cats, which serve as reference values. The studied population consisted of  
48 healthy, male and female domestic canines and felines, who were screened to undergo an  
49 elective surgical castration procedure. As a result, the Cockcroft-Gault formula has a close  
50 correlation with serum creatinine and has lower reference values, therefore, closer to the real  
51 values, whereas the Modifications of diet in Renal Dysiases (MDRD), overestimates the  
52 values in animals healthy.

53

54

55 **Keywords:** Injury, kidneys, serum creatinine, reference, renal function.

56

## 57 **Introdução**

58 Os rins, são órgãos de extrema importância para a manutenção da homeostase corpórea,  
59 tendo com uma das principais funções a filtração do sangue e excreção na urina de  
60 metabólitos indesejáveis, resultantes do metabolismo de diversas substâncias, como a ureia  
61 e a creatinina, que são tóxicas ao organismo, quando em excesso. A filtração renal ocorre  
62 devido a presença de uma rede de capilares denominados de glomérulos nos néfrons, que são  
63 as unidades funcionais dos rins, e possuem alta pressão hidrostática, o que facilita o processo,  
64 tendo como resultado um ultrafiltrado do plasma denominado de filtrado glomerular  
65 (REECE, 2008).

66 Quando um ou ambos os rins são submetidos a alguma injúria de caráter morfológico  
67 ou funcional e ocorre a perda de néfrons, o processo de filtração é acometido levando ao  
68 aumento da concentração de metabólicos no sangue, que atuam como biomarcadores de  
69 função renal (PAIVA, 2018). São utilizados vários parâmetros e marcadores para a avaliação  
70 da função renal, sendo um dos principais a creatinina sérica que é liberada principalmente  
71 pelo processo de catabolismo de tecidos musculares, porém os valores desse marcador só  
72 aumentam de forma significativa quando tem mais de 60% dos néfrons acometidos (VON  
73 HENDY-WILLSON; PRESSLER, 2011). Recomenda-se como principal teste de função  
74 renal a mensuração da taxa de filtração glomerular (TFG) que corresponde ao volume de  
75 fluido plasmático que é filtrado por um intervalo de tempo (VON HENDY-WILLSON;  
76 PRESSLER, 2011).

77 A determinação da TFG é realizada por meio de *clearance* ou depuração plasmática de  
78 um biomarcador renal endógeno ou exógeno que corresponde a quantidade de marcador que  
79 é removida do plasma durante um intervalo de tempo. O principal marcador utilizado para a  
80 realização do *clearance* é a creatinina, sendo que ela tem as características desejadas como  
81 se livremente filtrada pelos glomérulos e ter a taxa de excreção totalmente renal o que torna  
82 a depuração renal igual a plasmática tendo uma estimativa precisa de TFG (VON HENDY-  
83 WILLSON; PRESSLER, 2011).

84 Na Medicina Veterinária a determinação da TFG não é muito realizada por causa de  
85 fatores técnicos, relacionados ao cálculo do *clearance* de creatinina, que necessita da coleta  
86 de urina por 24 horas, em gaiolas metabólicas, para estabelecimento da creatinina urinária o  
87 que torna esse exame inviável (POLZIN *et al.*, 2010). Além disso, a TFG utilizando o  
88 *clearance* de creatinina ainda sofre influência da massa muscular que está relacionada com o  
89 peso, a idade e o sexo, sendo fatores que devem ser considerados (VON HENDY-  
90 WILSSON; PRESSLER, 2011).

91 Na Medicina é amplamente difundida a utilização de equações para a avaliação mais  
92 precisa da função renal, obtendo-se uma estimativa da taxa de filtração glomerular, que leva  
93 em consideração algumas variáveis que influenciam o *clearance* de creatinina como o peso,  
94 sexo e idade, corrigindo-a (KIRSZTAJN, 2007). Sendo muito utilizadas e recomendadas as  
95 equações de *Cockcroft-Gault* e MDRD (*Modification of Diet in Renal Disease*).

Estes cálculos são de grande valor diagnóstico para predizer e estimar a doença renal, são método simples para avaliar a taxa de filtração glomerular estimada. Existem inúmeras doenças em Medicina Veterinária que cursam com doença renal ou doença renal crônica, e que precisam de um diagnóstico precoce e um acompanhamento mais preciso da função renal, dessa maneira melhorando o desfecho clínico nesses animais.

Na Medicina, a doença renal e doença renal crônica ocorre com frequência em pacientes com síndrome coronariana aguda, desse modo a função renal deve ser avaliada de forma adequada, para garantir o diagnóstico precoce. Em um estudo com 1.699 pacientes com doença coronariana, evidenciou-se que a equação de *Cockcroft-Gault* é a mais adequada para avaliar a função renal desses pacientes (RIVIERA-CARAVACA *et al.*, 2018).

Realizado o cálculo da TFG por meio dessas equações, pode-se ter o *clearance* de creatinina utilizando somente os valores de creatinina sérica, eliminando os custos e dificuldades da coleta de urina de 24 horas para estabelecer a creatinina urinária, sendo mais fácil e tendo a mesma acurácia (GONENCI *et al.*, 2003). A equação de *Cockcroft-Gault* já foi utilizada por Gonenci *et al.* (2003) em cães sem raça definida, mostrando resultados satisfatórios. Porém em gatos, Finch *et al.* (2018) não obtiveram resultados semelhantes ao desenvolver uma fórmula adaptada, usando como medida a circunferência pélvica em felinos. De acordo com os autores a idade, massa muscular, sexo, peso corporal e a raça dos animais podem interferir no cálculo, já que a creatinina advém do metabolismo muscular e animais tem uma variação considerável em sua massa muscular.

Para melhorar a precisão da *Cockcroft-Gault* original, Rolin *et al.* (1984) sugeriram que fosse realizada a correção para a área de superfície corporal (ASC), concluindo que a equação de *Cockcroft-Gault* modificada por ASC melhora a exatidão, reduz o viés e aumenta a precisão da estimativa da TFG, permanecendo simples, rápida e econômica.

Desta forma o objetivo do trabalho foi calcular as equações *Cockcroft-Gault*, *Cockcroft-Gault* modificada por ASC e *Modification of Diet in Renal Disease* (MDRD) de maneira a estabelecer valores de referência para estimativas de taxa de filtração glomerular (TFG) em cães e gatos, tornando mais eficaz a identificação de injúrias renais.

## **Materiais e métodos**

### *Critérios de Inclusão no Estudo*

Foram utilizadas amostras de sangue de 32 cães adultos, hípidos, sendo 16 fêmeas e 16 machos, e de 17 gatos, sendo cinco fêmeas e 12 machos, provenientes de cirurgias eletivas do Centro de Práticas Clínicas e Cirúrgicas do IFC, *Campus* Concórdia e no Hospital Veterinário da Universidade do Oeste de Santa Catarina, *Campus* Xanxerê.

Antes do procedimento de ovário-histerectomia (OVH) nas fêmeas e de orquiectomia nos machos, normalmente são realizados exames pré-operatórios avaliadores das condições de saúde destes animais. Neste caso, após autorização dos tutores, foram colhidos 10 mL e 3mL de sangue da veia jugular de cães e gatos respectivamente, em tubos sem anticoagulante, sendo as amostras identificadas, e encaminhadas ao Laboratório Clínico Veterinário das respectivas Instituições.

Foram também considerados dados das fichas clínicas dos animais referentes a idade em anos, peso corporal em quilograma, após pesagem dos animais em balança calibrada da marca Medvet®, que tem como capacidade a pesagem de animais no intervalo de 500g a 150kg, além do sexo e a raça.

### *Determinação da creatinina sérica*

145

146 Após a colheita do sangue, os tubos sem aditivo foram centrifugados em centrífuga  
147 de bancada Excelsa® II (FANEM – São Paulo – Brasil), durante cinco minutos a 2000 g. E  
148 então, o soro foi separado em tubos da marca Eppendorf® (Eppendorf A.G. – Hamburg –  
149 Alemanha), e congelados a -20° C.

150

151 Todas as dosagens bioquímicas no soro e na urina foram efetuadas utilizando-se  
152 reagentes comerciais (Labtest®), utilizando-se o método colorimétrico de Jaffé, que segundo  
153 bula permite obter resultados rastreáveis ao método IDMS (diluição isotópica, espectrometria  
154 de massa), caso seja feita a correção dos resultados. A leitura das reações foi realizada por  
155 espectrofotometria em analisador bioquímico semiautomático Priest touch®.

156

156 *Cálculo da TFG: Cockcroft-Gault*

157

158 A equação de Cockcroft-Gault para TFG (mL/min), segue a seguinte fórmula:  
159 *Clearance* de creatinina =  $[140 - \text{idade}] \times (\text{peso}) \times k / 72 \times \text{creatinina sérica}$ , sendo *k* igual a  
160 0,85 em fêmeas e 1,0 em machos (COCKCROFT; GAULT, 1976). De modo que, idade em  
161 anos e peso em quilogramas.

162

163 *Cálculo da TFG: Cockcroft-Gault modificada pela superfície corporal*

164

165 Para o cálculo da superfície corporal foi utilizado calculadora *online* para cães e gatos,  
166 (Prontopet®). De acordo com a metodologia proposta por Rostokerl et al. (2007) a TFG foi  
167 estimada usando a *Cockcroft-Gault* modificada, que considera a área de superfície corporal  
168 (ASC). Como segue: Fórmula *Cockcroft-Gault* modificada por ASC =  $(1,73 \text{ m}^2 \times \text{TFG-}$   
169 *Cockcroft-Gault*) / ASC do paciente; onde a TFG-*Cockcroft-Gault* está em mL/min, e a área  
170 de superfície corporal é calculada em metros quadrados.

171

172 *Cálculo da TFG: MDRD*

173

174 A equação de MDRD para TFG (mL/min/1,73m<sup>2</sup>), segue a seguinte fórmula: MDRD  
175 =  $186 \times (\text{creatinina sérica}) - 1,154 \times (\text{idade}) - 0,203 \times (0,742, \text{ se fêmea})$  (RIVERA-CARAVA  
176 *et al.*, 2018). De modo que, idade em anos.

177

178 *Análises Estatísticas*

179

180 Os resultados obtidos foram submetidos à análise descritiva e à realização dos cálculos  
181 das médias, desvios-padrão e coeficiente de variação para as variáveis contínuas e  
182 paramétricas. Para correlacionar as fórmulas aos resultados de outras análises laboratoriais,  
183 será utilizado teste de correlação de Pearson. Os resultados foram discutidos ao nível de 5%  
184 de significância, segundo Sampaio (1998).

185

## 186 **Resultados e discussão**

187

188 Os gatos avaliados tinham idade média de 1,24±0,93 anos, sendo 70% machos e 30%  
189 fêmeas, todos sem raça definida (SRD), com peso médio de 3,26±0,82 kg, e coeficiente de  
190 variação (CV) de 25% e área de superfície corporal de 0,23±0,04m<sup>2</sup> e CV de 18%.

191

192 Os cães avaliados tinham idade média de 3,21±3,45 anos, sendo 50% machos e 50%  
192 fêmeas, sendo de raças variadas: 1/32 – Akita; 2/32 Border Collie; 1/32 - Bull Terrier, 1/32 –

193 Dálmata, 1/32 – Teckel, 1/32 – Husky; 1/32 - Labrador; 1/32 - Pastor belga; 2/32 Pinscher;  
 194 1/32 – Poodle; 1/32 – Schnauzer e o restante (19/32) sem raça definida (SRD), com peso  
 195 médio de  $12,91 \pm 8,51$  kg, e coeficiente de variação (CV) de 66% e área de superfície corporal  
 196 de  $0,53 \pm 0,25$  m<sup>2</sup> e CV de 47%.

197 Os resultados da creatinina sérica e das fórmulas de estimativa da taxa de filtração  
 198 glomerular, encontram-se dispostos na Tabela 1 abaixo, sendo separados por espécie.  
 199

200 Tabela 1. Estatísticas descritivas para as fórmulas de estimativa da TFG.

	Creatinina (mg/dL)		<i>Cockcroft- Gault</i> (mL/min)		<i>Cockcroft-Gault</i> modificada pela ASC (mL/min por 1,73m <sup>2</sup> )		MDRD simplificada (mL/min por 1,73m <sup>2</sup> )	
	Gato	Cão	Gato	Cão	Gato	Cão	Gato	Cão
Média	1,13	0,85	5,57	26,96	44,25	86,32	178,97	210,34
DP	0,27	0,32	1,41	16,94	14,39	32,20	120,34	134,08
Mínimo	0,40	0,30	3,23	5,63	31,56	42,35	84,40	69,93
Máximo	1,50	1,60	8,46	66,29	87,29	184,27	616,37	746,30
Mediana	1,12	0,80	5,65	20,16	36,42	78,79	152,42	166,61
CV (%)	24	38	25	63	33	37	67	64

201 Legenda: ASC – área da superfície corporal. DP – desvio padrão. CV – coeficiente de  
 202 variação.

203 Segundo Gonenci (2003) a avaliação da depuração de creatinina utilizando a equação  
 204 de Cockcroft-Gault é de fácil realização e precisa se o peso e a idade do paciente forem  
 205 estabelecidas corretamente. Foram analisados 18 cães em seu estudo, e o trabalho do referido  
 206 autor, obteve como parâmetros da equação para estimativa de filtração glomerular uma média  
 207 de valores de  $11,9 \pm 1,8$  mL/min de depuração de creatinina para a equação de Cockcroft-  
 208 Gault. Foram avaliados animais com e sem injúria renal nesse estudo.

209 O estudo do presente trabalho, foram avaliados animais sem injúria renal, oriundos  
 210 de avaliações pré-anestésicas de paciente encaminhados para castração eletiva, animais com  
 211 avaliações clínicas e laboratoriais sem alterações, portanto hígidos. Seria interessante  
 212 aumentar a gama de pacientes, obtendo resultados de pacientes com alterações renais e que  
 213 portanto teriam alterações que diminuiriam sua taxa de filtração renal.

214 A massa muscular individual é um dos principais fatores limitantes à utilização da  
 215 creatinina, uma vez que a sua concentração sérica é reflexo da sua produção. Assim, animais  
 216 que perdem massa muscular apresentam redução na produção de creatinina e,  
 217 consequentemente, em seu nível plasmático. Quando há lesão de miócitos com adequada  
 218 função renal, o excesso de creatinina sérica é rapidamente removido do plasma (MARTINEZ  
 219 et al., 2003; HOJS et al., 2006; STEVENS et al., 2006).

220 O fato de pacientes com alterações significativas da função renal poderem apresentar  
 221 valores de creatinina dentro da normalidade indica claramente a necessidade de reavaliar  
 222 os exames laboratoriais solicitados na rotina clínica e estabelecer outras medidas de



223 avaliação mais precisas, precisas e precoces. bem como nível funcional orgânico  
224 (BURMEISTER et al., 2007).

225 Segundo o Ministério da Saúde, trabalhos em humanos trazem como referência  
226 valores, para portador de Doença Renal Crônica (DRC), todos os pacientes que, a despeito  
227 da causa, manifestem por pelo menos três meses consecutivos uma TFG < 60ml/min/1,73m<sup>2</sup>.  
228 Quando pacientes apresentarem TFG ≥ 60ml/min/1,73m<sup>2</sup>, considerar DRC se  
229 concomitantemente a pelo menos um marcador renal parenquimatoso ou alteração em exame  
230 de imagem.

231 Após a correlação das fórmulas com o valor da creatinina sérica, as que demonstraram  
232 maior correlação foram as fórmulas de *Cockcroft-Gault modificada pela superfície corporal*  
233 e a fórmula adaptada da MDRD para gatos, com coeficiente de determinação de 72%, sendo  
234 esta correlação estatisticamente significativa (P<0,05), seguida pelas fórmulas de *Cockcroft-*  
235 *Gault modificada pela superfície corporal* e a fórmula adaptada da MDRD para cães com  
236 coeficiente de determinação de 56%, sendo esta correlação estatisticamente significativa  
237 (P<0,05). Demonstrando maior acurácia destas fórmulas, quando comparadas à *Cockcroft-*  
238 *Gault* original (Figura 1).

239 Quando se adiciona o fator área da superfície corporal, principalmente em gatos, que  
240 tem a área menor e com pouca variação entre os indivíduos, as fórmulas ficam mais precisas.  
241 Em cães há uma menor correlação devido a maior diversidade de raças.

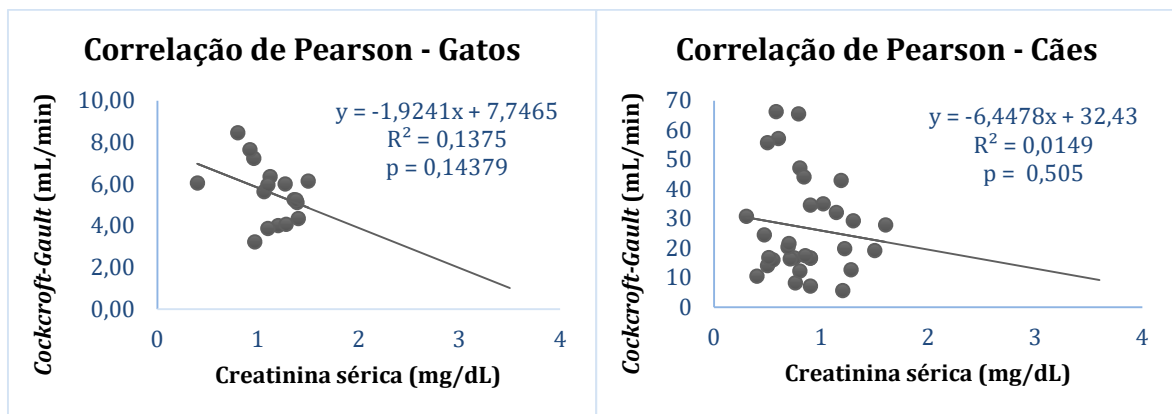
242 Andrew, *et.al.* (2009) citam que na medicina foi adicionado o fator raça (pretos,  
243 brancos e outros) à fórmula de MDRD como um reflexo das suposições de massa muscular.  
244 Na medicina veterinária devido a grande variedade de raças fica inviável utilizar esse  
245 parâmetro como fator no cálculo.

246 Recentemente, Inker *et al.* (2021) afirmaram que o cálculo utilizando a raça nas  
247 equações da TFG seria mais uma construção social do que biológica. Desta maneira, os  
248 autores refizeram as fórmulas, desconsiderando este parâmetro, e a mais fidedigna foi a que  
249 considerou a cistatina C como medida para estimar a TFG.

250

251

252

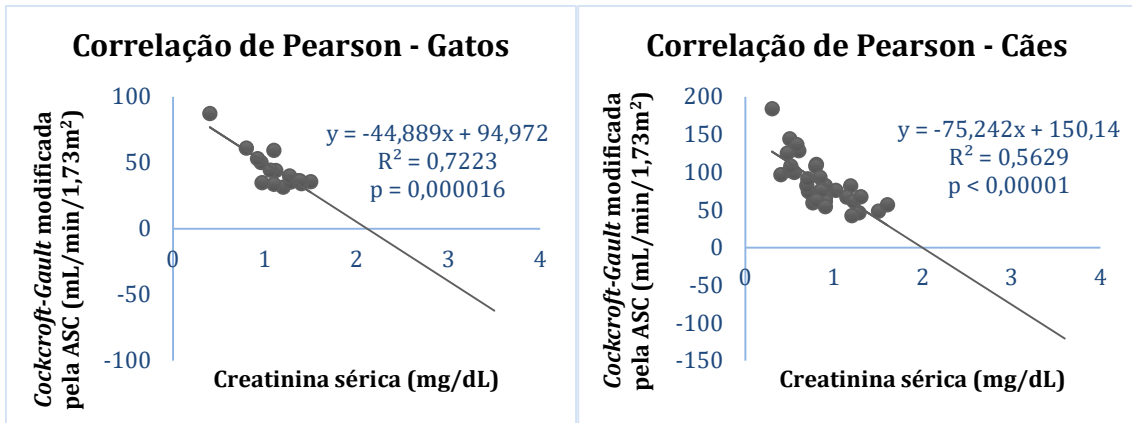


253

254 Figura 1. Coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e equação da reta para a creatinina sérica e a  
255 fórmula *Cockcroft-Gault* para gatos e cães após correlação de Pearson.

256

257

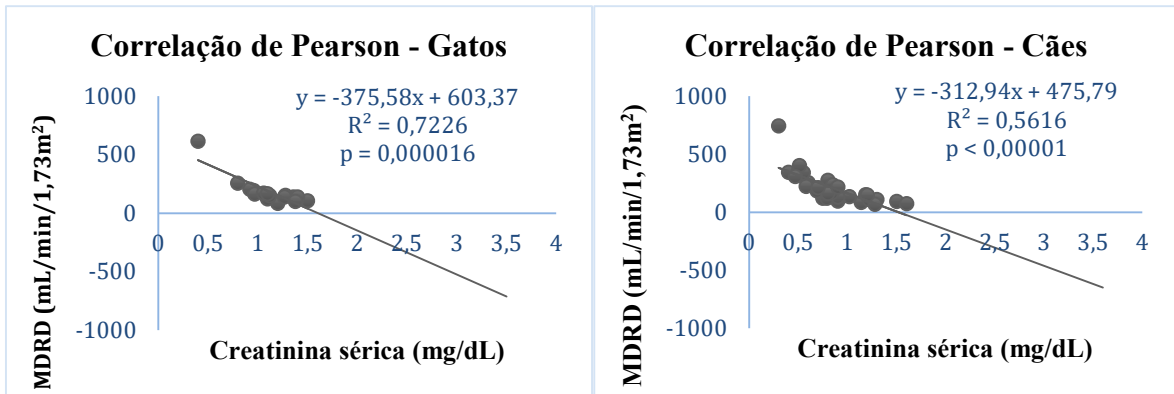


258

259 Figura 2. Coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e equação da reta para a creatinina sérica e a  
 260 fórmula *Cockcroft-Gault* modificada pela área da superfície corporal (ASC) para gatos e  
 261 cães após correlação de Pearson.

262

263



264

265 Figura 3. Coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e equação da reta para a creatinina sérica e a  
 266 fórmula MDRD simplificada para gatos e cães após correlação de Pearson.

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

De acordo com Finch et. al. (2018) o desenvolvimento de uma fórmula de TFGe (TFGe foi  $0,408 + (243,11 \times \text{creatinina} - 1 [\mu\text{mol/L}]) - (0,014 \times \text{circunferência pélvica} [\text{cm}])$ ) para gatos para corrigir a creatinina para a composição corporal (circunferência pélvica) em seu estudo não forneceu uma estimativa confiável da TFG em gatos e, portanto, seu uso rotineiro não pode ser recomendado. Além disso, a fórmula não parece melhorar a precisão da previsão da TFG em relação à concentração de creatinina sérica. Portanto, a determinação da TFG continuará a ser importante na identificação precoce e na avaliação precisa do estágio da DRC, mas não com a utilização das fórmulas do estudo. Com o uso da *Cockcroft-Gault* modificada pela área da superfície corporal (ASC) essa alteração da massa muscular pode ser minimizada, resultando em valores de referência mais precisos para a espécie.

A fórmula MDRD foi desenvolvida para indivíduos com DRC, e mostrou-se um preditor fraco da TFG nos indivíduos saudáveis sem doença renal, em função de que neles as flutuações na creatinina sérica são mais dependentes da ingestão proteica da dieta e da massa muscular do que nos pacientes com injúrias renais, que são com frequência cronicamente doentes, com atrofia muscular e eventualmente com dietas restritas em proteínas (Levey et.al., 2006).

286

287

## REFERÊNCIAS

288 ABENSUR, H. **Biomarcadores na Nefrologia**. São Paulo: Roche Diagnóstica. E-  
 289 book.114p.2011.Disponível em:<[http://www.periciamedicadf.com.br/manuais/biomarcado](http://www.periciamedicadf.com.br/manuais/biomarcadores_na_nefrologia.pdf)  
 290 [res\\_na\\_nefrologia.pdf](http://www.periciamedicadf.com.br/manuais/biomarcadores_na_nefrologia.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2022.

291

292

293 ALVES, C.M.P., BARROS, M.C.; FIGUEIREDO, P.V.T. Diferentes abordagens na detecção da  
 294 disfunção renal em pacientes graves. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**,  
 295 v.10, n.3, p.183-189. 2012. Disponível em: < [http://files.bvs.br/upload/S/1679-](http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2012/v10n3/a2893.pdf)  
 296 [1010/2012/v10n3/a2893.pdf](http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2012/v10n3/a2893.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2022.

297

298

299 BURMEISTER, J. E.; AGNOLIN, R.; COSTA, M. G.; MILTERSTEINER, D. R.; CAMPOS, B. M.  
 300 **Creatinina plasmática normal significa função renal normal?**. Revista da Associação Médica  
 301 do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 51, n. 2, 2007.

302

303

304 CHEW, D. J.; DiBARTOLA, S. P.; SCHENCK, P. A. **Urologia e nefrologia do cão e do gato**. 2.ed.  
 305 Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

306

307

308 COCKCROFT D. W., GAULT M. H. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine.  
 309 **Nephron**, v.16, p.31-41, 1976.

310

311

312 FINCH, N. C.; SYME, H. M.; ELLIOTT, J. Development of an estimated glomerular filtration  
 313 rate formula in cats. *J Vet Intern Med*. 2018;32:1970–1976.

314

315

316 GÖNENCI, R.; DURGUT, R.; ERDOGAN, S.; ALTUĞ, S.; BAL, R. Evaluation of kidney  
 317 abnormalities in mongrel dogs using clinical, ultrasonographical and biochemical  
 318 examinations, **Veteriner Fakültesi dergisi**, v.50, n.1, 2003. Disponível em:  
 319 <[http://dx.doi.org/10.1501/Vetfak\\_0000002362](http://dx.doi.org/10.1501/Vetfak_0000002362)>. Acesso em: 03 abr. 2022.

320

321

322 GRUBB, A.; BJORK, J.; LINDSTROM, V.; STERNER, G.; BONDESSON, P.; NYMAN, U. A cystatin  
 323 C-based formula without anthropometric variables estimates glomerular filtration rate  
 324 better than creatinine clearance using the Cockcroft-Gault formula. **Scandinavian Journal of**  
 325 **Clinical and Laboratory Investigation**, v.65, p.153-162, 2005.

326

327

328 HARISON, E.; LANGSTON, C.; PALMA, D.; LAMB, K. 2012. Acute azotemia as a predictor of  
 329 mortality in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v.26, n.5, p.1093-1098.  
 330 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1939-1676.2012.00985.x>>. Acesso em: 03 abr.  
 331 2022.

- 332  
333  
334 HOJS, R.; BEVC, S.; EKART, R.; GORENJAK, M.; PUKLAVEC, L. Serum cystatin C as an  
335 endogenous marker of renal function in patients with mild to moderate impairment of  
336 kidney function. *Nephrology Dialysis Transplantation*, Berlin, v. 21, n. 7, p. 1855-1862, 2006.  
337  
338  
339 INTERNATIONAL RENAL INTEREST SOCIETY. Staging Chronic Kidney Disease (CKD). Disponível  
340 em: <[http://www.iriskidney.com/pdf/IRIS%20A4%20 Poster.pdf](http://www.iriskidney.com/pdf/IRIS%20A4%20Poster.pdf)>.  
341 Acesso em: 03 abr. 2022.  
342  
343  
344 JAFFE, M. Z. Methods determining creatinine. **Physiological Chemistry and Physics** v. 10, p.  
345 39-40, 1886.  
346  
347  
348 KIRSZTAJN, G. M. Avaliação do ritmo de filtração glomerular. **Jornal Brasileiro de Patologia**  
349 **e Medicina Laboratorial**, v. 43, n. 4, p. 257-264, 2007. Disponível em:  
350 <<http://dx.doi.org/10.5858/arpa.2013-0051-CP>>. Acesso em: 03 abr. 2022.  
351  
352  
353 LARSSON, A.; MALM, J.; GRUBB, A.; HANSSON, L. O. Calculation of glomerular filtration rate  
354 expressed in mL/min from plasma cystatin C values in mg/L. **Scandinavian Journal of Clinical**  
355 **and Laboratory Investigation**, v.64, p. 25-30, 2004.  
356  
357  
358 LEVEY, A.S. *et al.* A simplified equation to predict glomerular filtration rate from serum  
359 creatinina. **J Am Soc Nephrol.**, v.11, p.155, 2000.  
360  
361  
362 LUNN, F. The kidney in critically ill small animals. **Veterinary Clinics of North America: Small**  
363 **Animal Practice**, v.41, n.4, p.727-744, 2011. Disponível em:  
364 <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.03.020>>. Acesso em: 03 abr. 2022.  
365  
366  
367 MAFRA, D.; ABDALLA, D. S. P.; COZZOLINO, S. M. F. Peroxidação lipídica em pacientes com  
368 insuficiência renal crônica. **Revista de Nutrição**, v.12, n.3, p.205-212, 1999.  
369  
370  
371 MÅRTENSSON, J.; MARTLING, C. R.; BELL, M. Novel biomarkers of acute kidney injury and  
372 failure: clinical applicability. **British Journal of Anaesthesia**, v.109, n.6, p.843-850, 2012.  
373 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/bja/aes357>>. Acesso em: 03 abr. 2022.  
374  
375  
376 MARTINEZ, I.; MATTOON, J. S.; EATON, K. A.; CHEW, D. J.; DIBARTOLA, S. P. **Polypoid cystitis**  
377 **in 17 dogs (1978-2001)**. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Lawrence, v.17, n.4, p. 499-  
378 509, 2003.

379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes clínicas para o cuidado ao paciente com doença renal crônica – DRC** no Sistema Único de Saúde/ Ministério da Saúde. Secretaria de atenção a saúde. Departamento de atenção especializada e temática – Brasília: Ministério da saúde, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/drc/publicacoes>

MUGFORD, A.; LI, R.; HUMM, K. Acute kidney injury in dogs and cats: pathogenesis and diagnosis. **In Practice**, v.35, n.5, p.253-264, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1136/inp.f2868>>. Acesso em: 03 abr. 2022.

NERI, L. A. L.. **Validação do método imunonefelométrico para dosagem de cistatina C, como marcador de função renal**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PERES, L. A. B.; CUNHA JÚNIOR, A. D. da; SCHÄFER, A. J.; SILVA, A. L. da; GASPAR, A. D.; SCARPARI, D. F.; ALVES, J. B. F.; GIRELLI NETO, R.; OLIVEIRA, T. F. T. de. Biomarcadores da injúria renal aguda. **Brazilian Journal of Nephrology**, v. 35, p. 229-236. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/0101-2800.20130036>>. Acesso em: 03 abr. 2022.

POLZIN, D. J.; OSBORNE, C. A.; ROSS, S. Chronic kidney disease. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Textbook of veterinary internal medicine**. vol 2. 7.ed. St. Louis: Saunders. p. 1822-1872, 2010.

POLZIN, D. J.; OSBORNE, C. A. Pathophysiology of renal failure and uremia. In: OSBORNE, C. A.; FINCO, D. R. **Canine and feline nephrology and urology**. Baltimore: Williams e Wilkins, 1995. p.335-367.

RIVERA-CARAVACA, J.M. *et al.* Disparities in the Estimation of Glomerular Filtration Rate According to Cockcroft-Gault, *Modification of Diet in Renal Disease-4*, and Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration Equations and Relation With Outcomes in Patients With Acute Coronary Syndrome. **J Am Heart Assoc.**, v.7, n.9, p.XX, 2018.

REECE, William O. Sistema urinário. In: REECE, William O. **Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos**. São Paulo: Roca, 2008. p. 1-468.

- 424 ROSTOKERL, G.; ANDRIVET, P.; PHAM, I. *et al.* A modified Gockcroft-Gault formula taking  
425 into account the body surface área gives a more accurate estimation of the glomerular  
426 filtration rate. *J N eenor- 2oo7; 2o: s76-58s*  
427  
428
- 429 ROLIN, H.A.; HALL, P.M.; WEI, R. Inaccuracy of estimated creatinine clearance for  
430 prediction of iothalamate glomerular filtration rate. **Am J Kidney Dis** 1984; 4:48-54.  
431  
432
- 433 SJÖSTRÖM, P.; TIDMAN, M.; JONES, I. Determination of the production rate and non-renal  
434 clearance of cystatin C and estimation of the glomerular filtration rate from the serum  
435 concentration of cystatin C in humans. **Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory**  
436 **Investigation**, v.65, p.111-124, 2005.  
437  
438
- 439 SOUZA, E. M.; ARNDT, M. H. L.; GOMES, M. G.; VAL; A.P.; LEME, F. O. P. L. Cistatina C sérica  
440 em cães criticamente enfermos em UTI. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, p. 1981-1988,  
441 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5695>>. Acesso em: 03 abr.  
442 2022.  
443  
444
- 445 99. STEVENS, L. A.; CORESH, J.; GREENE, T.; LEVEY, A. S. **Assessing kidney function -**  
446 **measured and estimated glomerular filtration rate.** *The New England Journal of Medicine*,  
447 Waltham, v. 354, n. 23, p. 2473-2483, 2006.  
448  
449
- 450 TAN, G. D.; LEWIS, A. V.; JAMES, T. J.; ALTMANN, P.; TAYLOR, R. P.; LEVY, J. C. Clinical  
451 usefulness of cystatin C for the estimation of glomerular filtration rate in type 1 diabetes.  
452 **Diabetes Care**, v.25, n.11, p.2004-2009, 2002. Disponível em: <  
453 <https://doi.org/10.2337/diacare.25.11.2004>>. Acesso em: 03 abr. 2022.  
454  
455
- 456 VON HENDY-WILLSON, V. E.; PRESSLER, B. M. An overview of glomerular filtration rate  
457 testing in dogs and cats. **Veterinary Journal**, London, v. 188, n. 2, p. 156-165, 2011.  
458
- 459 LEVEY AS, CORESH J, GREENE T, et al. Usando valores padronizados de creatinina sérica na  
460 modificação da dieta na equação do estudo de doença renal para estimar a taxa de filtração  
461 glomerular. *Ann Interna Médica*. 2006;145(4):247-254.
- 462
- 463 INKER, L. A.; ENEANYA, N. D.; CORESH, J. *et al.* New Creatinine- and Cystatin C–Based  
464 Equations to Estimate GFR without Race. **New England Journal of Medicine**, v.385,  
465 p.1737-1749, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa2102953>>. Acesso  
466 em: 03 abr. 2022.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com o presente trabalho que a fórmula de *Cockcroft-Gault* modificada pelo ASP parece ser promissora, pois tem íntima correlação com a creatinina sérica e possuem valores de referências mais baixos, dessa maneira, mais próxima dos valores reais. Já a *Modifications of diet in Renal Disiases (MDRD)*, superestima os valores em animais hígidos. Essas fórmulas tem potencial para ser um grande aliado na estimativa de filtração glomerular, porés são necessários estudos em paciente com injúrias na função renal para validar a sua viabilidade prática.