



PRISCILA BARROS BARBOSA

**PREDIÇÃO DO PH URINÁRIO DE GATOS POR
MEIO DO BALANÇO CÁTION – ANIÔNICO
DIETÉTICO (BCAD)**

LAVRAS – MG

2014

PRISCILA BARROS BARBOSA

**PREDIÇÃO DO PH URINÁRIO DE GATOS POR MEIO DO BALANÇO
CÁTION – ANIÔNICO DIETÉTICO (BCAD)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

Coorientadores

Dr. Paulo Borges Rodrigues

Dr. Priscila Vieira e Rosa

LAVRAS – MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Barbosa, Priscila Barros.

Predição do pH urinário de gatos por meio do balanço cátion –
aniônico dietético (BCAD) / Priscila Barros Barbosa. – Lavras :
UFLA, 2014.

82 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad.

Bibliografia.

1. Urolitíase. 2. Felinos. 3. Equilíbrio ácido – básico. 4.
Hemogasometria. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.80855

PRISCILA BARROS BARBOSA

**PREDIÇÃO DO PH URINÁRIO DE GATOS POR MEIO DO BALANÇO
CÁTION – ANIÔNICO DIETÉTICO (BCAD)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2014.

Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA

Dra. Janine França UFU

Dr. Carlos Eduardo do Prado Saad UFLA

Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad
Orientadora

LAVRAS – MG

2014

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Irene, que mesmo sem perceber, dedicou sua vida aos seus filhos, abrindo mão de seus próprios sonhos e seu pouco dinheiro para que pudéssemos ter uma educação de qualidade, contribuindo infinitamente para o meu crescimento profissional e pessoal, me preparando para os momentos em que precisaria caminhar sozinha. Mainha, te amo muito e obrigada por tudo. Ao meu pai Robson, que me ensinou a enfrentar meus problemas sozinha e ser mais independente.

As minhas irmãs Aline e Sabrina, minhas melhores amigas e companheiras. Obrigada por sempre estarem dispostas a me ajudar, me ouvir, me aconselhar da melhor maneira possível em qualquer momento que a vida proporciona, bons ou ruins. Vocês são meu chão. Aline, obrigada por tudo que fez por mim nessa reta final. Só uma mãe faria o que você fez. Amo vocês!

As minhas tias Cininha e Leninha, que ajudaram a me criar e ensinar os valores e princípios que tenho hoje. Vocês são meus exemplos de valor à família e de bondade no coração.

As minhas sobrinhas Iris e Beatriz, minhas princesas. As pessoinhas que adoçam meus dias simplesmente existindo. Ao meu sobrinho Yon por sempre acreditar que sua tia está indo um pouquinho mais longe a cada dia e ter, a seu modo, fé em mim.

A minha melhor amiga Anacarla, obrigada por tantos anos de amizade. Mesmo tão longe está sempre presente em minha vida, me dando conselhos e brigando comigo para que eu mantivesse a calma e tomasse a melhor decisão.

Aos meus amigos de Viçosa, especialmente meus companheiros de estudo durante a graduação, Bruno, Juninho e Macaé, que me apoiaram e me ajudaram a chegar até aqui e me incentivaram a voltar para o lugar que mais amo no mundo.

Aos amigos de Lavras e em especial minha amiga Mariana, que em um tempo tão ruim da minha vida fez de mim sua amiga. Sem dúvidas, conhecê-la de forma tão estranha e ganhar uma amiga tão facilmente foi uma das melhores coisas acontecidas nestes dois anos. Não existem palavras para agradecer tudo que você fez e ainda tem feito por mim. Obrigada por tantas broncas, caronas, coletas de sangue, por cuidar do Branquinho quando viajava e ser sua médica via qualquer meio de comunicação existente, por todas as festas e tantas risadas, pelas palavras de conforto, por todas as brigas que só fizeram com que nos uníssemos ainda mais e por me lembrar que existem sentimentos e pessoas valiosas na vida, pois não acreditava mais nisso. Eu te amo muito e já sinto a sua falta!

A todos os integrantes do NENAC, que participaram da pós-graduação no canil ou no laboratório, carregando saco de ração, ganhando unhas dos nossos gatinhos, lavando vidrarias, caminhando no barro e ajudando nas nossas análises até mesmo no temido moinho. A todos que sofreram comigo ou nas minhas mãos durante este experimento, muito obrigada.

Às pós-graduandas do NENAC: Lívia, Rosana, Jéssica, Karen, Roberta e Chary, com os quais convivi, aprendi, ri e chorei, agradeço a todas vocês por estes momentos durante meu estágio e mestrado, por todas as caronas, ajudas nas coletas e finais de semana em baixo de tempestades, atolando no barro ou queimando no sol para que este experimento saísse da forma como queríamos.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

À Capes pela concessão da bolsa de estudos.

A minha orientadora, Flávia Saad, pela oportunidade, confiança, disponibilidade e por inúmeros ensinamentos. Espero continuar aprendendo com você, mesmo de longe. Aos meus coorientadores, Professores Paulo Borges e Priscila Vieira e aos Professores Raimundo Vicente de Sousa, Carlos Eduardo

do Prado Saad e Professora Janine França por toda a ajuda ao longo deste curso, qualificação e defesa. A todos os demais professores do DZO e DMV que ampliaram meus conhecimentos e se tornaram queridos por mim.

Ao Seu Ednaldo, pelo carinho com os animais do CENAC.

Aos técnicos Márcio e Zé, por todo aprendizado e risadas no laboratório, a Eliana pelo ombro amigo, aos secretários Carlos e Joelma por tantos galhos quebrados e às “meninas da faxina” que sempre me receberam com um sorriso e “bom dia” calorosos.

Ao meu gatinho Branco que foi minha companhia e permaneceu sempre ao meu lado. Aos animais do CENAC por trabalharem, mesmo sem saber, para nosso crescimento acadêmico, tornando nossos dias mais alegres.

RESUMO GERAL

Objetivou-se com este trabalho propor uma equação de predição do pH urinário de gatos em função da determinação do balanço cátion – aniônico dietético (BCAD), também denominado excesso de base (EB) da dieta, e avaliar seus efeitos sobre parâmetros urinários e equilíbrio ácido – base mensurados nos animais em jejum e alimentados. Foram avaliados 12 alimentos comerciais, utilizando-se para tal 12 gatos adultos sem raça definida, com idade média de 3,5 anos e peso de $3,82 \pm 0,78$ kg, distribuídos em delineamento em blocos casualizados com 12 tratamentos (alimentos), seis blocos (períodos) e uma repetição por bloco, totalizando seis repetições por tratamento. As dietas proporcionaram efeitos diferentes ($p < 0,001$) nos valores de pH urinário que variaram entre 6,63 e 8,36. Não houve influência dos alimentos ($p > 0,05$) sobre o consumo de MS, densidade e volume urinário, concentrações plasmáticas de ureia e creatinina, bem como nos parâmetros do equilíbrio ácido – básico, com exceção da concentração de sódio plasmático dos animais em jejum ($p < 0,05$). A análise de regressão do pH urinário mensurado em função do BCAD originou a equação $\text{pH} = 7,1623 + 0,0019 \text{ EB}$ com boa constante de correlação ($r = 0,80$; $p < 0,01$). O BCAD se correlacionou positivamente ($p < 0,05$) com as concentrações de HCO_3^- ($r = 0,52$) e EB do sangue ($r = 0,62$). Conclui-se que o pH da urina correlaciona-se com o balanço cátion–aniônico dietético e permite estimar os efeitos dos alimentos no equilíbrio ácido - base e parâmetros urinários para prevenir a formação de urólitos em gatos.

Palavras-chave: Urolitíase. Felinos. Equilíbrio ácido - base. Hemogasometria.

GENERAL ABSTRACT

This study aimed at proposing an equation of prediction of urine pH of cats, according to the determination of dietary cation – anion balance (DCAB) - also referred as base excess (BE) of the diet - and evaluate its effects on urinary parameters and on the acid – base balance measured in fasted and fed animals. Twelve commercial diets were evaluated by using twelve adult cats, mixed breed, with a mean age of 3.5 years and weight of 3.82 ± 0.78 kg, distributed in a randomized block design with twelve treatments (diets), six blocks (periods) and one replicate per block, totaling six replicates per treatment. The diets provided different effects ($p < 0.001$) in urine pH values that varied between 6.63 and 8.36. There was no influence of the food ($p > 0.05$) on dry matter intake, urine volume and specific gravity, urea and creatinine plasma concentrations, neither on acid – base balance parameters, with the exception of plasma sodium concentration of fasted animals ($p < 0.05$). The analysis of regression of urine pH measured according to the DCAB led to the equation $\text{pH} = 7.1623 + 0.0019 \text{ DCAB}$ with good constant of correlation ($r = 0.80$; $p < 0.01$). The DCAB had a positive correlation ($p < 0.05$) with the concentrations of HCO_3^- ($r = 0.52$) and EB of the blood ($r = 0.62$). It was concluded that the pH of the urine correlates with the dietary cation – anion balance and allows to estimate the effects of commercial diets in the acid – base balance and urinary parameters to prevent the development of uroliths in cats.

Keywords: Urolithiasis. Felines. Acid - base balance. Hemogasometry.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	
1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Balanço cátion–aniônico dietético (BCAD)	12
2.2	pH urinário e sua mensuração <i>in vivo</i>	14
2.3	Balanço mineral do alimento	16
2.4	Equilíbrio ácido-base	17
2.5	Estimativa do pH urinário pelo balanço cátion–aniônico dietético	20
2.6	Urolitíase	22
2.7	Ureia e creatinina	25
	REFERÊNCIAS	27
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO	32
	ARTIGO 1 Equação de predição do pH urinário de gatos em função do balanço cátion–aniônico dietético (BCAD)	32

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação - ABINPET (2013), a população de gatos cresceu mais no período de 2010 a 2012 (8,19%) comparado à população de cães. Estes dados refletem na constante mudança no comportamento do brasileiro em relação à moradia e estilo de vida. Gatos demandam menor atenção e espaço, seus gastos com alimentação são reduzidos e proporcionam ao proprietário toda satisfação afetiva que desejam em um *pet*.

Assim, cresce também a preocupação dos efeitos de alimentos industrializados na saúde e longevidade de gatos, merecendo a atenção de pesquisadores da área. As doenças do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF's) apresentam grande incidência na clínica de pequenos animais, destacando-se as urolitíases.

Urólitos de diversas composições podem ser formados em decorrência de uma série de fatores. Estes, quando associados à dieta, a qual representa importante papel quanto aos ingredientes utilizados na fabricação dos alimentos para felinos, assim como sua qualidade, processamento, disponibilidade dos nutrientes e manejo alimentar, afetam parâmetros urinários como volume, densidade e pH, que, quando em desequilíbrio, influenciam no grau de saturação da urina, fazendo desta, meio favorável à precipitação de urólitos.

De maneira geral, os alimentos industrializados para cães e gatos produzidos no país possuem baixa quantidade de proteína e alta concentração em minerais em suas composições, sobretudo magnésio, cálcio e fósforo, unindo fatores que propiciam a alcalinização da urina, favorecendo assim, o desenvolvimento de urólitos de estruvita. Na tentativa de evitar este efeito

indesejável ou eliminar o distúrbio já estabelecido, diversos tipos de sais acidificantes podem ser incluídos em dietas para gatos, tornando-se prática comum entre formuladores.

Em decorrência disto, diversos estudos apoiam-se no balanço cátion-aniônico dietético (BCAD), através da avaliação dos macromelementos da dieta e a relação entre seus cátions e ânions, fundamental aos processos metabólicos do animal. Esta relação pode ser observada através da análise do equilíbrio acidobásico do organismo por meio da hemogasometria. Esta análise se tornou ferramenta de rotina na avaliação das trocas gasosas e parâmetros metabólicos e atualmente é bastante utilizada em pesquisas com animais (JEREMIAS et al., 2013; KIENZLE; WILMS-EILERS, 1994; WAGNER; FRIESEN; SCHAKENRAAD, 2006; YAMKA; FRIESEN; SCHAKENRAAD, 2006).

Nestes estudos foram encontradas correlações positivas entre o BCAD e o pH urinário e, partindo destes dados, propostas equações de predição do pH urinário. Estas podem ser empregadas para prever o pH urinário gerado pela dieta, facilitando a correção do BCAD ainda durante a fabricação, reduzindo gastos e ensaios experimentais *in vivo*. Além disso, a fabricação de alimentos que promovem pH urinário ideal, diminui a ocorrência de urólitos ou reduz o risco de formação de precipitados na urina, aumentando a confiabilidade do produto (CASE; CAREY; HIRAKAWA, 1998).

Assim, objetivou-se com este trabalho, determinar o balanço cátion-aniônico dietético (BCAD) de 12 alimentos completos para gatos adultos de diferentes classificações comerciais e avaliar seus efeitos sobre o volume, densidade e pH da urina e no equilíbrio ácido-base de gatos com a finalidade de propor uma equação de predição do pH urinário com base na composição mineral dos alimentos testados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Balanço cátion–aniônico dietético (BCAD)

Os eletrólitos da dieta podem ser classificados em ânions, elementos com carga negativa, e cátions, elementos com carga positiva. Os formadores de cátions mais importantes na dieta são o sódio, potássio, magnésio e cálcio, e os formadores de ânions, cloro, enxofre e fósforo (BLOCK, 1984).

Já o balanço cátion–aniônico dietético (BCAD), também denominado excesso de base (EB) (CARCIOFI; JEREMIAS, 2009), representa a diferença entre os cátions e ânions que compõem a dieta, podendo ser calculado em miliequivalente (mEq) por quilograma de matéria seca (MS). A principal ação fisiológica do BCAD é atuar na regulação do equilíbrio ácido–base do organismo (CORREA et al., 2006; DEL CLARO et al., 2005). Segundo Dibartola (2006), o excesso de base na dieta, por estar intimamente ligado ao equilíbrio ácido–base, é fundamental para o metabolismo, refletindo sobre o funcionamento neuromuscular, função respiratória, renal e cardiovascular.

Em experimento conduzido por Setti (2001), no qual vacas da raça Holandesa foram submetidas a diferentes níveis de excesso de base, observou-se que a dieta aniônica aumentou significativamente as concentrações urinárias de cloro e enxofre e diminuiu as de sódio e potássio.

Na última década, muito tem se discutido a respeito da manipulação deste equilíbrio nos diferentes processos metabólicos dos animais. Para animais de companhia, esta manipulação pode ser feita visando à modulação do pH urinário, o que pode prevenir ou reduzir o desenvolvimento de urolitíases.

Um método prático para se determinar o BCAD foi apresentado por Kienzle, Schuknecht e Meyer (1991), desenvolvido a partir da avaliação de 10 alimentos comerciais e inclusão de sais acidificantes e alcalinizantes. Estes

pesquisadores demonstraram que os macromelementos magnésio, cloro, sódio, potássio, fósforo, cálcio e enxofre, além dos aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, são responsáveis pelas variações no pH urinário de gatos. A fórmula proposta emprega a soma dos equivalentes dos cátions (cálcio, magnésio, sódio e potássio) e dos ânions (fósforo, enxofre e cloro) com suas concentrações em g/Kg de MS e é descrita por:

$$\text{BCADs}^* (\text{mEq/Kg MS}) = (49,9 \times \text{Ca}) + (82,3 \times \text{Mg}) + (43,5 \times \text{Na}) + (25,6 \times \text{K}) - (64,6 \times \text{P}) - (62,4 \times \text{S}) - (28,2 \times \text{Cl})$$

*Balanço cátion-aniônico dietético calculado com enxofre

Apesar de não ser um íon fixo, o enxofre é incluído no cálculo do BCAD. Segundo Tucker et al. (1991), os sulfatos acidificam diretamente os fluidos biológicos se incluídos na dieta e dessa maneira alteram o equilíbrio acidobásico.

Yamka, Friesen e Schakenraad (2006) avaliaram 150 alimentos secos e úmidos para gatos e concluíram que, tanto para alimentos secos quanto para úmidos, o enxofre foi o nutriente principal para a diminuição do pH da urina.

Os íons monovalentes sódio, cloro e potássio são utilizados no cálculo do BCAD pela sua associação no balanço osmótico, equilíbrio ácido-base, integridade de membrana e mecanismo da bomba sódio/potássio (BLOCK, 1994).

Os elementos cálcio e magnésio também são potentes modificadores dos fluidos corporais. Durante muito tempo, o magnésio foi considerado o principal causador de urólitos por constituir os cálculos de estruvita. Atualmente, sabe-se que manter o pH urinário mais ácido se sobrepõe à necessidade do controle da ingestão de magnésio, pois o tipo de dieta e o manejo alimentar interferem

diretamente no pH urinário (BORGES; FERREIRA, 2004; MARKWELL; BUFFINGTON; SMITH, 1998).

Os aminoácidos sulfurados metionina e cisteína, são encontrados, em sua maioria, nas fontes proteicas de origem animal. Sua oxidação libera o enxofre contribuindo na acidificação da urina (ALLEN; KRUGUER, 2000). Assim, uma equação alternativa pode ser empregada para o cálculo do BCAD em que são utilizadas concentrações de metionina e cisteína em g/Kg de MS:

$$\text{BCADaa}^* \text{ (mEq/Kg MS)} = (49,9 \times \text{Ca}) + (82,3 \times \text{Mg}) + (43,5 \times \text{Na}) + (25,6 \times \text{K}) - (64,6 \times \text{P}) - (13,4 \times \text{metionina}) - (16,6 \times \text{cistina}) - (28,2 \times \text{Cl})$$

*Balanço cátion-aniônico dietético calculado com aminoácidos sulfurados

A equação que utiliza as concentrações de enxofre para o cálculo do balanço cátion-aniônico apresenta algumas vantagens comparada a que utiliza aminoácidos sulfurados. Análises laboratoriais para determinação da concentração de enxofre têm menor custo e permitem quantificar outras fontes de enxofre presentes no alimento que podem interferir no pH urinário, como a condroitina, taurina, as vitaminas biotina e tiamina, entre outros compostos (CARCIOFI, 2007; YAMKA; FRIESEN; SCHAKENRAAD, 2006).

2.2 pH urinário e sua mensuração *in vivo*

Os rins desempenham importantes funções de eliminação de produtos do metabolismo como ureia e creatinina, além de controlar as concentrações da maioria dos constituintes dos líquidos corporais do organismo, tais como sódio, potássio, cloro, fosfatos e bicarbonato. Por este motivo, o pH urinário demonstra variações em função da composição e quantidade ingerida do alimento, bem

como o método de alimentação (KIENZLE; SCHUKNECHT; MEYER, 1991; ZENTEK; SCHULZ, 2004).

Diferente de cães, gatos quando são alimentados *ad libitum*, ingerem pequenas porções, de 15 a 20 vezes ao longo de 24 horas. Este hábito alimentar resulta em um onda alcalina pós-prandial de menor magnitude quando comparada à alimentação controlada. Devido à presença do alimento no estômago, o organismo secreta maior quantidade de ácido gástrico. Para compensar a perda de ácido clorídrico secretado, os rins excretam bases alcalinizando a urina. Esta alcalinização é máxima, aproximadamente, quatro horas após a ingestão do alimento. A alimentação *ad libitum* mantém a onda alcalina pós-prandial sem extremos, resultando em pH urinário próximo de 7,0 (BORGES; FERREIRA, 2004; BUFFINGTON, 2008).

Animais saudáveis produzem urina ácida, com pH entre 6,0 e 6,5, exceto após a alimentação (ALLEN; KRUGER, 2000). O pH da urina varia em consequência da manutenção homeostática do equilíbrio acidobásico (DIBARTOLA, 2006). Características de diferentes dietas irão determinar o pH urinário de cães e gatos. Portanto, a manipulação das dietas é realizada com a finalidade de se obter um equilíbrio e reduzir o risco de formação de urólitos de estruvita e oxalato de cálcio (JEREMIAS et al., 2013).

Ainda que métodos para estimativas do pH urinário tenham grande importância, as mensurações realizadas *in vivo* em cães e gatos são fundamentais para avaliar o efeito do alimento sobre os parâmetros urinários.

Diversos protocolos experimentais estabelecem metodologias para estudo do pH urinário. A ANFAL (2008) disponibiliza em seu Guia Nacional Pet o protocolo para experimentação *in vivo* e mensuração do pH urinário. Preconizam-se sete dias para a adaptação dos animais à dieta e três dias de coleta de dados, com mensurações feitas a cada 24 horas.

A conservação da urina até o momento da avaliação tem grande importância, pois evita o desenvolvimento e crescimento bacteriano que deterioram as amostras. A urina pode ser conservada através da refrigeração, pelo uso de recipientes imersos em gelo, ou por outros métodos que não alterem o pH, como o uso do conservante timol em quantidade de 0,1 g colocados diretamente no recipiente coletor de urina até o momento de determinação do pH urinário. A mesma autora verificou a eficácia do timol como conservante para ensaios de determinação do pH urinário de 24 horas. O experimento testou duas metodologias de conservação da urina de 30 gatos adultos, o uso de refrigeração e o uso do timol. Não foram observadas diferenças significativas entre as duas metodologias, mostrando que o timol foi igualmente adequado para determinação do pH urinário de gatos (PIRES et al., 2011).

2.3 Balanço mineral do alimento

Em estudos para formulação de um alimento, devem ser considerados o balanço mineral e seus possíveis efeitos no metabolismo animal. Diversas pesquisas que avaliaram os efeitos da inclusão de sais catiônicos ou aniônicos mostram sua influência no equilíbrio acidobásico do organismo animal. Entre eles, os acidificantes: cloreto de amônio, ácido fosfórico, bissulfato de sódio, cloreto de cálcio e os alcalinizantes carbonato de cálcio e citrato de potássio são os mais comumente avaliados. Em alguns trabalhos, alimentos com balanço cátion-aniônico negativos, ou seja, com concentração de ânions superior à concentração de cátions, resultou em acidose metabólica. Da mesma forma, alimentos com maiores concentrações de elementos que favoreçam a alcalinidade, podem resultar em alcalose metabólica (IZQUIERDO; CZARNECKI-MAULDEN, 1991; KIENZLE; SCHUKNECHT; MEYER, 1991;

KIENZLE; WILMS-EILERS, 1994; PIRES et al., 2011; SPEARS; GRIESHOP; FAHEY, 2003).

Jeremias et al. (2013) avaliando sais aniônicos e catiônicos para correção do BCAD de nove alimentos comerciais, verificaram diminuição nos valores de pH urinário no ensaio com acidificantes e aumento do mesmo no ensaio com alcalinizante, demonstrando a eficácia dos sais empregados.

Para que se evite a inclusão excessiva destes sais, Carciofi e Jeremias (2009) recomendam que essa quantidade deva ser calculada levando-se em consideração os mEq/Kg de MS que se deseja adicionar de acordo com o cálculo do excesso de base do sal:

$$\text{Adição do sal (g/Kg)} = \frac{1000 \times \text{os mEq/Kg que se deseja adicionar}}{\text{Excesso de base do sal (mEq/Kg)}}$$

A correção dietética com cátions e ânions na formulação de alimentos comerciais é uma ferramenta importante para a obtenção de valores de pH urinário na faixa de 6,2 a 6,4 que previne o desenvolvimento de urólitos de estruvita e reduz os riscos de formação de urólitos de oxalato de cálcio.

2.4 Equilíbrio ácido-base

O equilíbrio ácido-base se refere à regulação do pH dos líquidos corporais por meio da concentração de íons hidrogênio. O organismo trabalha constantemente para que os processos vitais ocorram de maneira normal, mantendo a homeostase interna. Para que isso ocorra, o pH dos líquidos intra e extracelular é rigorosamente regulado e mantido entre limites estritos (SWENSON, 1996). Segundo Guyton e Hall (2002), pequenas modificações nas

concentrações de íons hidrogênio dos fluidos corporais são responsáveis por causar modificações na velocidade das reações químicas das células.

Em condições normais e em função do metabolismo celular, o mecanismo de manutenção do pH sanguíneo dentro dos limites fisiológicos está no acréscimo de ácidos ou bases aos líquidos corporais (DEL CLARO et al., 2006).

Os componentes de caráter ácido e básico produzidos no organismo se alteram pela alimentação, e, portanto, os sistemas destinados à manutenção da homeostasia precisam ser capazes de se adaptar às possíveis alterações. Diante de tais alterações, o organismo animal faz uso de mecanismos compensatórios. Os que mais se destacam são os efeitos tampões do sangue, mecanismo realizado pelo sistema respiratório e o mecanismo de excreção e reabsorção feito pelos rins (CUNNINGHAM, 1999).

O mecanismo respiratório tem ação rápida, eliminando o dióxido de carbono com finalidade de reduzir a quantidade de ácido carbônico do meio. O mecanismo renal tem ação lenta e trabalha na eliminação ou economia de íons hidrogênio e bicarbonato. O mecanismo químico tem ação imediata e atua neutralizando ácidos ou bases que se acumulam no organismo.

Segundo Dibartola (2006), o tampão mais importante é o de bicarbonato/ácido carbônico que atua alterando a pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), eliminando-o em maior ou menor velocidade, e pelo controle metabólico da concentração de íons bicarbonato no sangue.

Os rins por sua vez, trabalham na excreção de íons hidrogênio ou na absorção de bicarbonato, resultando em diminuição ou aumento do pH da urina. O túbulo proximal é o principal responsável pela secreção de ácido e o ducto coletor é o responsável pela excreção de ácido pelo rim e determina o pH final da urina, mais alcalina ou mais ácida (DIBARTOLA, 2006).

Ao fornecer uma dieta catiônica, existe uma tendência do equilíbrio ácido-base se deslocar para o lado alcalino. Como consequência, os rins reagem produzindo urina alcalina (GURTLER et al., 1987). Já dietas aniônicas aumentam a concentração intestinal de íons cloreto e sulfato. Estes ânions devem ser equilibrados com cátions presentes no organismo animal e os que estão sendo absorvidos. Com objetivo de manter a neutralidade elétrica, a excreção de íons bicarbonato aumenta, passando da circulação para o lúmen intestinal. A redução do nível sérico de bicarbonato (HCO_3^-) acarretará em uma leve queda no pH sanguíneo (CAVALIERI; SANTOS, 2013). Deve-se ter cuidado com a acidificação por tempo prolongado ou a administração de ânions em altas doses, pois podem causar acidose metabólica, hipocalemia, disfunção renal, desmineralização óssea e formação de urólitos de oxalato de cálcio (BELONE, 2002).

O sangue é o meio utilizado para avaliar o estado ácido-base dos animais e a partir dele, extrapola-se para os tecidos (ALMOSNY, 2003). A hemogasometria é um exame que permite a determinação do estado ácido-base pela mensuração do pH sanguíneo, pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2), pressão parcial de oxigênio (pO_2), concentração de íons bicarbonato ($[\text{HCO}_3^-]$), dióxido de carbono total (tCO_2) e o excesso de base (EB).

A origem da amostra sanguínea para análise dos gases presentes pode ser arterial ou venosa. Preconiza-se sangue arterial para este tipo de avaliação, porém, em gatos, o processo de coleta é trabalhoso e o acesso ao sangue arterial é dificultado, além de causar maior estresse ao animal, o que pode interferir na interpretação dos resultados. Por essa razão, utiliza-se a análise de sangue venoso e a pressão parcial de oxigênio (pO_2) é desconsiderada (ALMOSNY, 2003).

Alterações no equilíbrio acidobásico podem indicar um estado patológico do animal, de acidose ou alcalose, determinado pela redução ou

aumento do pH sanguíneo. Avalia-se então, a causa desta alteração, podendo ser de origem respiratória ou metabólica. A redução ou aumento nos níveis de HCO_3^- ocasionará um quadro de acidose ou alcalose metabólica, enquanto que níveis reduzidos ou elevados da pCO_2 irá causar alcalose ou acidose respiratória (PIRES et al., 2011).

2.5 Estimativa do pH urinário pelo balanço cátion–aniônico dietético

Com objetivo de prevenir o desenvolvimento de urolitíase, é possível que seja identificado a provável faixa de pH urinário que determinado alimento proporciona por meio da mensuração de suas concentrações de macromelementos e seu balanço cátion-aniônico.

Pesquisas relacionadas à utilização do cálculo do BCAD demonstram alta correlação com o pH urinário em gatos e podem descrever os efeitos do alimento no organismo. Após a determinação dos macromelementos da dieta e do cálculo do seu excesso de base, é feita a correlação com o pH urinário mensurado *in vivo*, originando uma equação de regressão que estima o pH urinário de gatos. Diversos autores estimaram o pH urinário através da fórmula de determinação do BCAD pelas concentrações de enxofre e aminoácidos sulfurados. Na tabela 1, estão descritas equações propostas por diferentes autores para estimativa do pH urinário a partir da composição mineral da dieta (JEREMIAS et al., 2013; KIENZLE; SCHUKNECHT; MEYER, 1991; KIENZLE; WILMS-EILERS, 1994; MARKWELL; BUFFINGTON; SMITH, 1998; YAMKA; FRIESEN; SCHAKENRAAD, 2006).

As equações publicadas por Kienzle, Schuknecht e Meyer (1991) e Kienzle e Wilms-Eilers (1994) apresentaram boa correlação entre pH estimado e observado ($r = 87$). Recentemente, Jeremias et al. (2013) sugeriram equações em que se utilizou o cálculo do BCAD com emprego de enxofre e aminoácidos

sulfurados. A equação de regressão na qual foi utilizado o enxofre para o cálculo do BCAD, apresentou, da mesma forma, alta constante de correlação ($r = 0,96$) entre pH estimado pela equação e pH medido *in vivo*.

Tabela 1 Equações propostas para estimar pH urinário em função do excesso de base (EB) da dieta

Equações utilizadas	r	Autores
$\text{pH} = 6,72 + 0,0021 \times \text{EB}_{\text{aa1}}$	0,90	Kienzle, Schuknecht e Meyer (1991)
$\text{pH} = 7,1 + 0,0019 \times \text{EB}_{\text{S1}} + 9,7 \times 10^{-7} \text{EB}_{\text{S1}}^2$	0,99	Kienzle e Wilms-Eilers (1994)
$\text{pH} = 6,42 + \text{EB}_{\text{aa2}}$		Markwell, Buffington e Smith (1998)
$\text{pH} = 6,25 + 0,0023 \times \text{EB}_{\text{aa}}$	0,74	Wagner, Friesen e Schakenraad (2006)
$\text{pH} = 7,03 + \text{EB}_{\text{S2}}$	0,71	Yamka, Friesen e Schakenraad (2006)
$\text{pH} = 6,472 + 0,00361 \times \text{EB}_{\text{S1}} + 10^{-6} \text{EB}_{\text{S1}}^2$	0,95	Jeremias et al. (2013)
$\text{pH} = 6,033 + 0,003069 \times \text{EB}_{\text{aa3}} + 3 \times 10^{-6} \text{EB}_{\text{aa3}}^2$	0,86	Jeremias et al. (2013)

$\text{EB}_{\text{aa1}} (\text{mEq/Kg MS}) = (2\text{Ca}) + (2\text{Mg}) + \text{K} + \text{Na} - (2\text{P}) - (2\text{Met}) - \text{Cl}$
 $\text{EB}_{\text{S1}} (\text{mEq/Kg MS}) = (49,9\text{Ca}) + (82,3 \text{Mg}) + (43,5\text{Na}) + (25,6\text{K}) - (64,6\text{P}) - (62,4\text{S}) - (28,2\text{Cl})$
 $\text{EB}_{\text{aa2}} (\text{g}/100\text{g MS}) = (0,572\text{Ca}) + (0,727\text{Na}) + (0,674\text{K}) - (0,731\text{P}) - (0,546\text{Met}) - (0,183\text{Cl})$
 $\text{EB}_{\text{aa3}} (\text{mEq/Kg MS}) = (49,9\text{Ca}) + (82,3\text{Mg}) + (43,5\text{Na}) + (25,6\text{K}) - (64,6\text{P}) - (13,4\text{Met}) - (16,6\text{cis}) - (28,2\text{Cl})$
 $\text{EB}_{\text{S2}} (\text{mEq/Kg MS}) = \text{Na} + \text{K} + (0,89\text{Ca}) + (1,58\text{Mg}) - (0,93\text{Cl}) - (1,61\text{S}) - (1,04\text{P})$

A alta correlação entre BCAD e pH urinário verificada em diversas pesquisas confirma a possibilidade de manipulação de macrominerais para modular o pH urinário de gatos e pode resultar em uma redução de gastos e de testes em animais, além de proporcionar o desenvolvimento de produtos seguros para a saúde dos animais.

2.6 Urolitíase

O termo “doenças do trato urinário inferior dos felinos” (DTUIF) engloba uma coleção de condições que afetam a bexiga e uretra dos gatos. Animais acometidos por DTUIF's geralmente apresentam sinais típicos de disúria, polaquiúria, hematúria, obstrução uretral, periúria e em alguns casos, mudanças comportamentais (KRUGER; ALLEN, 2000).

A urina é um subproduto excretado pelo organismo de composição complexa, e, através dela, são eliminados minerais, água e substâncias nocivas ao organismo como os produtos do metabolismo proteico, ureia, amônia e creatinina. Tais características justificam a influência da alimentação no pH da urina e em sua concentração mineral (DIBARTOLA, 2006; HASHIMOTO et al., 1995).

A urolitíase é uma das causas mais frequente de DTUIF e se caracteriza pela formação de urólitos, ou cálculos, compostos por cristais orgânicos e inorgânicos no interior do trato urinário. Estes cristais são agregados sólidos que ali se formam, tendo ocorrência relativamente comum em gatos, podendo do mesmo modo acometer os cães (ALDRICH, 2008).

Os gatos domésticos apresentam características semelhantes a animais adaptados às condições adversas do deserto, local onde seus ancestrais desenvolveram estratégias de sobrevivência, principalmente a capacidade de concentrar a urina como meio de economizar água, produzindo pequeno volume urinário diário e reduzido número de micções. Por esta razão, são naturalmente predispostos à formação de cálculos urinários uma vez que estes fatores, associados a mudanças no pH, saturação e composição em minerais da urina, favorecem a formação de cristais. Estes, quando acumulados, podem formar urólitos (ALDRICH, 2008; CARCIOFI, 2007; HOUSTON et al., 2003; LAZZAROTO, 2001).

Os urólitos possuem grandes variações em sua composição mineral, sendo os de estruvita e oxalato de cálcio os de maior ocorrência em gatos. Os cálculos menos encontrados são os de amônio, xantina, cistina e fosfato de cálcio e sílica (ALDRICH, 2008).

Os urólitos de estruvita se formam em pH urinário alcalino, maior que 6,8, em urina saturada com os minerais: fósforo, magnésio e íons amônio, sendo de ocorrência mais comum em animais jovens pois estes tendem a produzir urina alcalina (HOUSTON et al., 2003). Já os urólitos de oxalato de cálcio se desenvolvem sob condições em que o pH urinário esteja mais ácido e ocorrem com maior frequência em gatos idosos, que tendem a produzir urina mais ácida (KRUGER; ALLEN, 2000).

Desta forma, grande atenção tem sido dada ao desenvolvimento de dietas baseadas no princípio de saturação da urina que favorecem a dissolução de urólitos de estruvita já formados ou impedem a agregação e precipitação de cristais. Infelizmente, apesar destas dietas proporcionarem redução na incidência deste tipo de urólito, observou-se um aumento na incidência de urólitos de oxalato de cálcio (CAMARGO, 2004; SHOCK; CHANDLER; DOUGLAS, 1991).

O desenvolvimento desta enfermidade está associado a fatores dietéticos e não dietéticos (KIENZLE; SCHUKNECHT; MEYER, 1991; ZENTEK; SCHULZ, 2004). Dentre os fatores não dietéticos, estão idade, sexo, obesidade, castração e redução da atividade física. Os fatores dietéticos, tais como os ingredientes utilizados na fabricação da dieta, digestibilidade, densidade energética e composição química, assim como o método de alimentação e quantidade de alimento ingerido, afetam o volume, pH e gravidade específica da urina (CARCIOFI, 2005; CASE; CAREY; HIRAKAWA, 1998; MARKWELL; BUFFINGTON; SMITH, 1998).

Desta forma, a grande maioria dos alimentos industrializados brasileiros de elevado teor de cinzas, além da utilização de cereais, que naturalmente possuem quantidades significantes de sais de potássio, não favorece a acidificação correta da urina, pois possui propriedades alcalinizadoras.

Ingredientes da dieta capazes de acidificar a urina incluem proteínas de origem animal e substâncias que aumentam a absorção de cloro, fosfato ou sulfato. No entanto, Funaba et al. (2001) avaliaram fontes proteicas de origem animal e vegetal, farinhas de peixe e de glúten de milho, respectivamente, em alimentos secos para gatos. Não foram encontradas diferenças significativas no pH urinário dos animais nas diferentes dietas testadas. A farinha de glúten de milho mostrou ser importante fonte de proteína de origem vegetal, com efeito acidificador da urina devido a sua maior concentração de aminoácidos contendo enxofre, característica típica de ingredientes de origem animal.

Kruguer e Allen (2000), recomendam que os alimentos industrializados para gatos, conduzam à formação de urina com pH entre 6,2 e 6,4 para prevenção de urólitos de estruvita, e pH entre 5,9 e 6,1 para dissolução de urólitos já formados. Para prevenção da ocorrência de urolitíase por oxalato de cálcio, as dietas devem manter o pH urinário entre 6,6 e 6,8, pois uma vez formados não há dissolução na bexiga.

Métodos de predição de pH urinário de gatos vem sendo estudados por meio da composição de macronutrientes e aminoácidos que participam do balanço de cátions e ânions do alimento. Esta é uma ferramenta importante que permite a formulação de alimentos que promovem pH urinário ideal refletindo na saúde do trato urinário dos animais (KIENZLE; SCHUKNECHT; MEYER, 1991; PIRES et al., 2013; YAMKA; FRIESEN; SCHAKENRAAD, 2006; ZENTEK; SCHULZ, 2004).

2.7 Ureia e creatinina

Os perfis bioquímicos do plasma sanguíneo são utilizados para avaliar a homeostasia do animal. Através de seus valores podem ser determinadas informações importantes, tais como o estado clínico do animal, balanço nutricional, situações deficitárias, prognósticos e a monitoração de tratamentos (GONZALES et al., 2001).

A análise das concentrações séricas de creatinina e ureia é o método rotineiro mais utilizado para determinação da função renal tanto na medicina humana quanto veterinária (COBRIN et al., 2013; ELLIOTT; BARBER, 1998).

A creatinina é um subproduto endógeno do metabolismo muscular gerada pela degradação da creatina das fibras musculares e que, posteriormente, vai para o plasma (COBRIN et al., 2013; LANIS et al., 2008). A creatinina passa livremente pela barreira de filtração glomerular, não sendo absorvida pelos túbulos renais, sofrendo secreção tubular mínima (COBRIN et al., 2013).

A mensuração da creatinina plasmática é muito utilizada por se tratar de um método rápido, de baixo custo, além de ampla disponibilidade para determinação do desempenho dos rins (COBRIN et al., 2013). Um aumento dos seus níveis séricos pode significar um prejuízo da função renal, seja por insuficiência ou perda de função (ELLIOTT; BARBER, 1998; PEAKE; WHITING, 2006). Entretanto, seu aumento ocorre apenas quando 75% dos néfrons estão lesados, o que pode não acontecer em uma doença aguda (COBRIN et al., 2013).

As proteínas adquiridas na alimentação são metabolizadas para a produção de energia com a formação posterior de ureia. Uma incapacidade de excreção dos rins resulta em um aumento nas concentrações séricas de ureia (CASE; CAREY; HIRAKAWA, 1998), sendo reabsorvida nos túbulos renais sob influência do fluxo de filtrado nos túbulos. Um aumento do fluxo diminui a

reabsorção de ureia resultando em uma maior excreção urinária (LANIS et al., 2008).

Para avaliação dos aumentos séricos da ureia e creatinina é importante levar em consideração fatores extrarrenais (COBRIN et al., 2013; LANIS et al., 2008). A concentração de ureia pode encontrar-se elevada em gatos normais em função de alimentação rica em proteínas que excede os níveis recomendados (GONZALES et al., 2001).

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, G. Formulate feline diets for urinary tract health. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 80, n. 53, p. 10-11, Dec. 2008.
- ALLEN, T. A.; KRUGER, J. M. Enfermedad felina de las vias urinarias. In: HAND, M. S. et al. (Ed.). **Nutrición clínica en pequeños animales**. 4. ed. Bogotá: Panamericana, 2000. p. 811-845.
- ALMOSNY, N. Equilíbrio ácido básico em medicina veterinária. In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIAO SUL DO BRASIL, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 5-16.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. **Mercado pet deve faturar R\$ 15,4 bilhões em 2013**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://abinpet.org.br/imprensa/mercado-pet-deve-faturar-r-154-bilhoes-em-2013/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. **Manual do programa integrado de qualidade pet**. São Paulo, 2008. 238 p.
- BELONE, E. N. S. Terapêutica do sistema renal em pequenos animais. In: ANDRADE, F. S. (Ed.). **Manual de terapêutica veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 285-295.
- BLOCK, E. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 12, p. 2939-2948, Dec. 1984.
- BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 21-24.
- BORGES, F. M. O.; FERREIRA, W. M. **Nutrição de cães e gatos: uma visão industrial**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 90 p.
- BUFFINGTON, C. A. T. Dry foods and risk of disease in cats. **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 49, p. 561- 563, June 2008.

CAMARGO, C. P. **Aspectos clínicos e epidemiológicos de urolitíases em cães e gatos assistidos pelo serviço de nefrologia e urologia da UNESP de Jaboticabal**. 2004. 55 p. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica Veterinária) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2004.

CARCIOFI, A. C. Métodos para estudo das respostas metabólicas de cães e gatos a diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 235-249, 2007. Suplemento especial.

CARCIOFI, A. C. Regulamentação e ética da informação em pet food. In: PETFOOD FORUM, 4., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: VNU Business Media, 2005. p. 13-18.

CARCIOFI, A. C.; JEREMIAS, J. T. Formulação de macroelementos e pH urinário de cães e gatos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, 1.; SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 7., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2009. p. 87-96.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Lisboa: HarcourtBrace, 1998. 424 p.

CAVALIERI, F. L. B.; SANTOS, G. T. **Balanço catiônico-aniônico em vacas leiteiras no pré-parto**. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/balanco.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

COBRIN, A. R. et al. Biomarkers in the assessment of acute and chronic kidney diseases in the dog and cat. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 54, p. 647-655, Oct. 2013.

CORREA, L. B. et al. Balanço cátion-aniônico da dieta na composição do leite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1589-1593, set./out. 2006.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 454 p.

DEL CLARO, G. R. et al. Balanço cátion-aniônico da dieta no metabolismo de cálcio em ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 222-228, jan./fev. 2006.

DEL CLARO, G. R. et al. Influência do balanço cátion-aniônico da dieta sobre o pH da urina em ovinos. **Ensaio e Ciência**, Valinhos, v. 3, n. 3, p. 27-32, 2005.

DIBARTOLA, S. P. **Fluid therapy in small animal practice**. Philadelphia: W. B. Saunders, 2006. 719 p.

ELLIOTT, J.; BARBER, P. J. Feline chronic renal failure: clinical findings in 80 cases diagnosed between 1992 and 1995. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 39, p. 78-85, Feb. 1998.

FUNABA, M. et al. Fish meal vs. corn gluten meal as a protein source dry cat food. **The Journal of Veterinary Medical Science**, Tokyo, v. 63, n. 12, p. 1355-1357, 2001.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. Perfil bioquímico sanguíneo de cães e gatos na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Arquivos da Faculdade de Veterinária**, Porto Alegre, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2001.

GÜRTLER, H. et al. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612 p.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 343 p.

HASHIMOTO, M. et al. Dietary protein levels affect water intake and urinary excretion of magnesium and phosphorus in laboratory cats. **Experimental Animals**, Tokyo, v. 44, n. 1, p. 29-35, Jan. 1995.

HOUSTON, D. M. et al. Feline urethral plugs and bladder uroliths: a review of 5484 submissions 1998-2003. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 44, n. 12, p. 974-977, Dec. 2003.

IZQUIERDO, J. V.; CZARNECKI-MAULDEN, G. L. Effect of various acidifying agents on urine pH and acid-base balance in adult cats. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 121, p. S89-S90, 1991. Supplement.

JEREMIAS, J. T. et al. Predictive formulas for food base excess and urine pH estimations of cats. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 182, p. 82-92, 2013.

KIENZLE, E.; SCHUKNECHT, A.; MEYER, H. Influence of food composition on the urine pH in cats. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 121, p. S87-S88, 1991. Supplement.

KIENZLE, E.; WILMS-EILERS, S. Struvite diet in cats: effect of ammonium chloride and carbonates on acid balance of cats. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 124, p. 2652-2659, Sept. 1994.

KRUGER, J. M.; ALLEN, T. A. Feline lower urinary tract disease. In: HAND, M. S. et al. (Ed.). **Small animal clinical nutrition**. Missouri: Mark Morris Institute, 2000. p. 689-724.

LANIS, D. B. et al. Avaliação laboratorial das doenças renais em pequenos animais. **Pubvet**, Londrina, v. 2, n. 28, 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=29>. Acesso em: 10 mar. 2014.

LAZZAROTO, J. J. Doença do trato urinário inferior dos felinos associados aos cristais de estruvita. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 7/8, n. 1, p. 58-64, 2001.

MARKWELL, P. J.; BUFFINGTON, C. T.; SMITH, B. H. E. The effect of diet on lower urinary tract diseases in cats. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 128, n. 12, p. 2753s-2757s, 1998.

PEAKE, M.; WHITING, M. Measurement of serum creatinine-current status and future goals. **Clinical Biochemist Reviews**, Perth, v. 27, n. 4, p. 173-184, 2006.

PIRES, C. P. et al. Inter-relação entre o balanço cátion-aniônico do alimento e o pH urinário de gatos. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 76-86, 2011.

PIRES, C. P. et al. Urinary acidifier in diet with high excess base for adult cats. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 359-368, jul./ago. 2013.

SETTI, M. C. **Parâmetros metabólicos e balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) para vacas da raça holandesa**. 2001. 209 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SHOCK, E. R.; CHANDLER, E. A.; DOUGLAS, G. M. Influence of diet on urine pH and the feline urological syndrome. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 32, n. 8, p. 413-419, Aug. 1991.

SPEARS, J.; GRIESHOP, C.; FAHEY, G. C. Evaluation of sodium bisulphate and phosphoric acid as urine acidifiers for cats. **Archives of Animal Nutrition**, London, v. 57, n. 5, p. 389-398, 2003.

SWENSON, M. J. Propriedades fisiológicas e constituintes químicos e celulares do sangue. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. (Ed.). **Duke fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 19-43.

TUCKER, W. B. et al. Role of sulfur and chloride in dietary cation-anion balance equation for lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 3, p. 1205-1213, 1991.

WAGNER, E.; FRIESEN, K. G.; SCHAKENRAAD, H. Influence of the feed base excess on urine parameters in cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 90, n. 1, p. 19-24, Feb. 2006.

YAMKA, R. M.; FRIESEN, K. G.; SCHAKENRAAD, H. The prediction of urine pH using dietary cations and anions in cats fed dry and wet foods. **Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, Washington, v. 4, n. 1, p. 58-66, 2006.

ZENTEK, J.; SCHULZ, A. Urinary composition of cats is affected by the sources of dietary protein. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 134, n. 8, p. 2162-2165, Aug. 2004.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

**ARTIGO 1 Equação de predição do pH urinário de gatos em função do
balanço cátion–aniônico dietético (BCAD)**

Artigo formatado segundo as normas para submissão do periódico *Animal Feed
Science and Technology*

**Equação de predição do pH urinário de gatos em função do balanço cátion–
aniônico dietético (BCAD)**

P. B. Barbosa^{*}, F. M. O. B. Saad, P. B. Rodrigues, P. V. Rosa

Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Caixa

postal: 3037, Lavras, MG, Brasil.

Resumo

Objetivou-se com este trabalho propor uma equação de predição do pH urinário de gatos em função da determinação do balanço cátion–aniônico dietético (BCAD), também denominado excesso de base (EB) da dieta, e avaliar seus efeitos sobre parâmetros urinários e equilíbrio ácido–base mensurados nos animais em jejum e alimentados. Foram avaliados 12 alimentos comerciais, utilizando-se para tal 12 gatos adultos sem raça definida, com idade média de 3,5 anos e peso de $3,82 \pm 0,78$ kg, distribuídos em delineamento em blocos casualizados com 12 tratamentos (alimentos), seis blocos (períodos) e uma repetição por bloco, totalizando seis repetições por tratamento. As dietas

^{*} Endereço para correspondência: P. B. Barbosa, e-mail: priscilabarroszoo@gmail.com
Abreviaturas: doenças do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF), balanço cátion–aniônico dietético (BCAD), excesso de base (EB), Centro de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia (CENAC).

proporcionaram efeitos diferentes ($P < 0,001$) nos valores de pH urinário que variaram entre 6,63 e 8,36. Não houve influência dos alimentos ($P > 0,05$) sobre o consumo de MS, densidade e volume urinário, concentrações plasmáticas de ureia e creatinina, bem como nos parâmetros do equilíbrio acidobásico, com exceção da concentração de sódio plasmático dos animais em jejum ($P < 0,05$). A análise de regressão do pH urinário mensurado em função do BCAD originou a equação $\text{pH} = 7,1623 + 0,0019 \text{ EB}$ com boa constante de correlação ($r = 0,80$; $P < 0,01$). O BCAD se correlacionou positivamente ($p < 0,05$) com as concentrações de HCO_3^- ($r = 0,52$) e EB do sangue ($r = 0,62$). Conclui-se que o pH da urina correlaciona-se com o balanço cátion–aniônico dietético e permite estimar os efeitos dos alimentos no equilíbrio ácido–base e parâmetros urinários para prevenir a formação de urólitos em gatos.

Palavras-chave: Urolitíase; Felinos; Equilíbrio acidobásico; Hemogasometria.

Abstract

This study aimed at proposing an equation of prediction of urine pH of cats, according to the determination of dietary cation-anionic balance (DCAB) - also referred as base excess (BE) of the diet - and evaluate its effects on urinary parameters and on the acid-base balance measured in fasted and fed animals.

Twelve commercial foods were evaluated by using twelve adult cats, mixed breed, with a mean age of 3.5 years and weight of 3.82 ± 0.78 kg, distributed in a randomized block design with twelve treatments, six blocks (periods) and one replicate per block, totaling six replicates per treatment. The diets provided different effects ($P < 0.001$) in urine pH values, that varied between 6.63 and 8.36. There was no influence of treatments ($P > 0.05$) on MS intake, urinary volume and density, urea and creatinine plasma concentrations, neither on acid-base balance parameters, with the exception of plasma sodium concentration of fasted animals ($P < 0.05$). The analysis of regression of urine pH measured according to the DCAB led to the equation $\text{pH} = 7.1623 + 0.0019 \text{ EB}$ with good constant of association ($r = 0.80$; $P < 0.01$). The DCAB had a positive correlation ($P < 0.05$) with the concentrations of HCO_3^- ($r = 0.52$) and EB of the blood ($r = 0.62$). It was concluded that the pH of the urine correlates with the dietary balance cation-anionic and helps to estimate the effects of food in the acid-base balance and urinary parameters to prevent the formation of uroliths in cats.

Keywords: Urolithiasis; Felines; Acid - base balance; Hemogasometry.

Introdução

Ao longo dos anos, os gatos, que se alimentavam de uma dieta natural consistindo principalmente em tecidos de origem animal, passaram a se alimentar de uma dieta industrializada, na qual se utilizam diversos ingredientes e possuem qualidade variada. Carnívoros restritos desenvolveram metabolismo especializado para seu tipo de alimentação na natureza. Já gatos domésticos acabaram por sofrer uma série de doenças do trato urinário, com as quais a dieta está intimamente associada (Cottam et al., 2002).

As urolitíases em gatos representam a causa mais comum de doenças do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF). Um grande número de estudos experimentais tem mostrado que a formação de urólitos pode ser induzida pela dieta. Vários tipos de cristais e cálculos urinários podem ocorrer em gatos, porém, os de estruvita estão presentes na maioria dos casos, sendo formados em urina alcalina. Já na presença de urina ácida, os urólitos de oxalato de cálcio são os mais comuns (Markwell et al., 1998; Wagner et al., 2006).

O balanço cátion–aniônico dietético (BCAD), também denominado excesso de base (EB) (Carciofi and Jeremias, 2009), é determinado pela diferença entre os componentes alcalogênicos, formadores de cátions (sódio, potássio, magnésio e cálcio) e acidificadores (cloro, enxofre e potássio). Diversas pesquisas demonstram que há uma alta correlação entre o BCAD e o

pH urinário em gatos, o que possibilita uma manipulação dietética com o intuito de diminuir a experimentação *in vivo* e os gastos a eles relacionados, além de garantir um alimento de maior confiabilidade no mercado (Gavaert et al., 1991; Markwell et al., 1998; Smith et al., 1998; Wagner et al., 2006).

A principal ação do BCAD está no equilíbrio ácido-base e na sua regulação, a qual sofre influência pelas diferentes concentrações de substâncias ácidas e alcalinas no sangue. A análise da hemogasometria consiste na determinação dos gases presentes no sangue, ou seja, fornece a mensuração de parâmetros sanguíneos relacionados ao equilíbrio ácido-base como pH, excesso de base, concentração de bicarbonato e, pO_2 e pCO_2 sanguíneos (Almosny, 2003; Claro et al., 2005; Correa et al., 2006). Dietas com excesso de base muito positivas ou muito negativas implicam não somente na alcalinização ou acidificação excessiva do pH urinário, mas também na regulação dos líquidos corporais do organismo (Dibartola, 2006).

A partir de dados de pH urinário mensurados *in vivo*, é possível obter uma equação de predição em função do balanço cátion-aniônico de determinado alimento (Kienzle et al., 1991; Yamka et al., 2006; Jeremias et al., 2013).

A manipulação dietética por meio da predição do pH da urina pode auxiliar na obtenção de valores na faixa de 6,2 a 6,4, os valores quais previnem o desenvolvimento de urólitos de estruvita e reduzem os riscos de formação de urólitos de oxalato de cálcio.

Assim, objetivou-se com este trabalho, determinar o balanço cátion–aniônico dietético (BCAD) de 12 alimentos completos para gatos adultos de diferentes classificações comerciais e avaliar seus efeitos no volume, densidade e pH da urina e no equilíbrio ácido-base de gatos com finalidade de propor uma equação de predição de pH urinário baseada na composição mineral dos alimentos testados.

Material e Métodos

Local e instalações

O experimento foi conduzido no Centro de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia (CENAC) pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Os procedimentos experimentais necessários para a realização do presente trabalho foram aprovados pela Comissão de Ética de Uso de Animais da mesma instituição (protocolo número 058/12). A temperatura média mínima mensurada durante o período experimental foi de 18,1 °C e máxima de 26,9 °C.

Animais utilizados e tratamentos experimentais

Foram utilizados 12 gatos adultos, sem raça definida, com idade média de 3,5 anos, vermifugados, com peso médio de $3,82 \pm 0,78$ kg, machos e fêmeas, pertencentes à comunidade permanente do gatil experimental.

Para verificação da sanidade dos animais escolhidos, antes do início do experimento todos os animais foram submetidos a coletas de sangue para avaliações hematológicas. Da mesma forma, a urina foi coletada e encaminhada à urinálise com objetivo de avaliar suas características qualitativas e quantitativas. Todos os exames apresentaram-se dentro dos limites de normalidade.

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados, sendo cada bloco um período experimental, com objetivo de eliminar variações entre períodos. Os animais foram distribuídos em seis blocos com uma repetição cada, em 12 tratamentos, totalizando assim, seis repetições por tratamento.

Foram testados 12 alimentos secos extrusados para gatos adultos de diferentes segmentos comerciais, composição e teores nutricionais. Seus níveis de garantia, segundo os fabricantes, estão descritos na tabela 1. A composição básica dos alimentos utilizados se encontra na tabela 1A (ANEXO).

Tabela 1. Níveis de garantia dos alimentos experimentais segundo os fabricantes

Alimentos ²	Níveis de Garantia ¹ (Matéria Natural)						P (%)
	U (%)	PB (%)	EE (%)	MF (%)	MM (%)	Ca (%)	
1	10,0	30,0	12,0	2,5	7,0	1,2	0,7
2	10,0	32,0	13,0	3,0	8,5	1,6	0,7
3	12,0	31,0	10,0	3,5	9,0	2,1	0,9
4	10,0	33,0	18,0	3,0	7,0	1,1	0,9
5	10,0	30,0	10,0	4,0	9,5	2,4	0,8
6	12,0	30,0	10,0	4,0	10,0	2,4	0,8
7	12,0	30,0	10,0	4,0	10,0	2,4	0,8
8	10,0	31,0	10,0	4,0	10,0	2,0	0,8
9	10,0	31,0	12,0	3,5	8,0	1,5	0,6
10	12,0	30,0	9,0	4,0	8,5	1,2	0,7
11	10,0	26,0	9,0	3,4	12,0	2,4	1,0
12	12,0	30,0	10,0	4,0	10,0	2,4	0,8

¹ U = umidade (máx.); PB = proteína bruta (mín.), EE = extrato etéreo (mín.), MF = matéria fibrosa (máx.), MM = matéria mineral (máx.), Ca = cálcio (máx.), P = fósforo (mín.).

Aproximadamente 100 gramas de cada alimento foram moídas em moinho de martelo do tipo Thomas-Wiley, peneiradas utilizando-se peneira de 1 mm e enviadas ao Instituto Mineiro de Agricultura, na cidade de Contagem – MG, onde foram realizadas as determinações dos macrosselmentos cálcio, sódio, potássio, magnésio, fósforo e enxofre, e ao Laboratório de Química Analítica do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, campus Jaboticabal, para a determinação das concentrações de cloro. Para a análise de matéria seca foram pesadas 2 gramas de cada alimento e postas

em estufa de 105 °C por 4 horas de acordo com Silva and Queiroz (2002). A análise da composição em macroelementos e matéria seca dos tratamentos encontra-se na tabela 2.

Tabela 2. Porcentagem de matéria seca e composição mineral dos alimentos comerciais para gatos utilizados no experimento.

Alimentos	MS (%)	Na (g/Kg)	K (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	Cl (g/Kg)	P (g/Kg)	S (g/Kg)
1	92,52	8,75	5,73	12,54	1,08	4,69	14,81	3,03
2	93,13	6,87	6,01	16,43	1,40	2,36	18,15	3,11
3	92,13	5,86	6,08	29,31	1,95	4,44	19,75	3,04
4	91,67	8,29	8,51	13,42	1,42	2,53	18,76	4,25
5	91,98	5,54	8,48	25,11	1,96	4,66	17,61	2,17
6	91,52	5,90	9,62	13,44	1,53	6,56	12,89	2,95
7	90,86	5,39	10,02	13,87	1,76	5,40	14,31	2,20
8	92,64	8,42	7,45	30,01	2,59	6,76	21,59	2,05
9	92,71	4,75	6,80	12,08	1,19	1,74	12,40	2,70
10	92,62	8,85	7,45	10,26	0,97	8,69	10,80	2,81
11	91,71	4,90	8,50	32,58	1,96	4,38	20,38	2,56
12	92,51	4,32	9,08	13,94	1,51	1,25	14,70	2,70

A quantidade de alimento fornecida para cada animal foi determinada de acordo com suas necessidades energéticas diárias de manutenção, em kcal/dia, conforme o estabelecido pelo *National Research Council* (NRC, 2006) para gatos adultos em manutenção, utilizando a fórmula $100 \times PV^{0,67}$. Água e

alimento foram fornecidos uma vez ao dia e permanecia à disposição dos animais por 24 horas.

Procedimento experimental

O experimento teve duração de 60 dias, divididos em seis períodos (blocos) de dez dias, sendo sete para adaptação dos animais às dietas experimentais e gaiolas metabólicas e três para a coleta de urina para determinação de volume, densidade e pH urinário, conforme protocolo estabelecido pela ANFALPET (2008), que considera sete dias tempo suficiente para que o alimento fornecido aos animais interfira nos valores de pH urinário.

Os animais foram alojados individualmente, durante todo o período experimental, em gaiolas metabólicas suspensas, com dimensões de 60 x 50 x 70 cm (altura x largura x profundidade), constituídas de arame galvanizado com fundo de grade, além de possuírem uma bandeja afunilada provida de tela para a coleta de urina sem contaminação pelas fezes. Durante os dias de coleta de urina as gaiolas eram lavadas, enxaguadas com água destilada e secas em papel toalha.

Os animais receberam 400 mL de água deionizada por dia, durante todo o período experimental, disponibilizadas através de bebedouros do tipo automático acoplados a garrafas pet fixadas na parte posterior das gaiolas.

As sobras de alimento foram coletadas e mensuradas durante o período de coleta para determinação do consumo de matéria seca dos tratamentos.

No último dia de cada período, amostras de sangue foram coletadas para análise de hemogasometria, ureia, creatinina e íons plasmáticos (cloro, sódio e potássio).

Determinação do pH urinário in vivo

As determinações do pH, densidade e volume urinário foram realizadas durante três dias. Para a coleta de urina, garrafas pet com funis foram imersas em gelo, em caixas de isopor, e adaptadas às bandejas coletoras nas gaiolas metabólicas, permanecendo refrigerada por 24 horas. O pH urinário foi mensurado por meio de peagâmetro digital de bancada da marca QUIMIS, modelo Q400A e a densidade urinária determinada por refratômetro portátil, marca Instrutherm, modelo RTP – 20ATC. Ambas as determinações foram feitas após as amostras atingirem equilíbrio com a temperatura ambiente. Após três dias de coleta de urina de cada animal, foi calculada a média para posterior análise estatística dos dados.

Avaliação do equilíbrio acidobásico dos animais

Com o objetivo de avaliar os efeitos provocados pela composição mineral dos alimentos testados, os animais foram submetidos a coletas de sangue no último dia de cada período experimental para determinar o equilíbrio

acidobásico dos animais. Este foi estudado por hemogasometria de sangue venoso dos animais em jejum e seis horas após o fornecimento das dietas.

As amostras de sangue foram colhidas da veia jugular por médicos veterinários residentes do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Lavras com contenção manual do animal por duas pessoas habilitadas.

Foram retirados 3 mL de sangue de cada animal, sendo 2 mL destinados à mensuração das concentrações de cloro, sódio e potássio, ureia e creatinina e 1 mL para a análise da hemogasometria. Para as análises dos íons, ureia e creatinina plasmáticos as amostras foram acondicionadas sob refrigeração em isopores com gelo e enviadas ao Laboratório Santa Cecília, situado na cidade de Lavras, MG. Para a determinação da hemogasometria, as amostras foram armazenadas em tubos heparinizados e imediatamente destinadas ao Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA. Foram mensurados pH sanguíneo, pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), concentração de bicarbonato ($[\text{HCO}_3^-]$), dióxido de carbono total (TCO_2), e excesso de base. Estas análises foram feitas em gasômetro da marca Drake Eletrônica e Comércio Ltda, modelo AGS22.

Avaliação do balanço cátion-aniônico dietético e o pH urinário estimado

A partir da determinação das concentrações dos macroelementos das dietas em teste (g/kg de MS), o balanço cátion–aniônico dos alimentos foi calculado pela seguinte fórmula (1) de Kienzle et al. (1991):

$$\text{BCAD}^* \text{ (mEq/kg MS)} = (49,9 \times \text{Ca} + 82,3 \times \text{Mg} + 43,5 \times \text{Na} + 25,6 \times \text{K}) - (64,6 \times \text{P} - 62,4 \times \text{S} - 28,2 \times \text{Cl}) \quad (1)$$

*Balanço cátion–aniônico dietético

Os valores de pH urinário mensurado *in vivo* e o excesso de base dos alimentos foram submetidos à análise de regressão a fim de designar uma equação matemática e a relação entre eles.

Em seguida, o pH urinário foi estimado com as equações propostas por Kienzle and Wilms-Eilers (1994) (equações 2 e 3), Yamka et al. (2006) (equações 4 e 5) e Jeremias et al. (2013) (equações 6 e 7) os quais propuseram equações de pH urinário em função da concentração de enxofre.

$$\text{pH} = 7,1 + 0,0019 \times \text{EB}_1 + (9,7 \times 10^{-7}) \times \text{EB}_1 \quad (2)$$

$$\text{BCAD}_1 \text{ (mEq/Kg MS)} = (49,9\text{Ca} + 82,3\text{Mg} + 43,5\text{Na} + 25,6\text{K}) - (64,6\text{P} - 62,4\text{S} - 28,2\text{Cl}) \quad (3)$$

Kienzle and Wilms-Eilers (1994)

$$\text{pH} = 7,03 + \text{EB}_2 \quad (4)$$

$$\text{BCAD}_2 \text{ (mEq/Kg MS)} = \text{Na} + \text{K} + (0,89\text{Ca} + 1,58\text{Mg}) - (0,93\text{Cl} - 1,61\text{S} - 1,04\text{P}) \quad (5)$$

Yamka et al. (2006)

$$\text{pH} = 6,472 + 0,003 \times \text{EB}_1 + 10^{-6} \times \text{EB}_1^2 \quad (6)$$

$$\text{BCAD}_1 \text{ (mEq/Kg MS)} = (49,9\text{Ca} + 82,3\text{Mg} + 43,5\text{Na} + 25,6\text{K}) - (64,6\text{P} - 62,4\text{S} - 28,2\text{Cl}) \quad (7)$$

Jeremias et al. (2013)

Análises Estatísticas

Os resultados foram analisados através do *software* Sistemas para Análises Estatísticas (SAEG versão 7.0). Foram realizadas análises de regressão polinomial para descrever a relação entre a composição de macromelementos das dietas com o pH urinário e com os resultados obtidos nas análises sanguíneas com probabilidade de 5%.

Os demais dados obtidos durante o experimento foram submetidos à análise de variância e, quando diferenças significativas foram encontradas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados

Na tabela 3, estão descritos os dados de consumo de matéria seca e parâmetros urinários.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos no consumo de matéria seca, densidade e volume urinário dos animais. As dietas apresentaram diferenças significativas ($P<0,001$) com relação aos valores de pH urinário, que ficaram entre 6,63 e 8,36.

Tabela 3. Valores médios de consumo de matéria seca (CMS) (g/dia), pH, densidade (g/dL) e volume urinário (mL) de gatos recebendo as dietas experimentais

Tratamentos	CMS	pH	Densidade	Volume
1	57,40	6,87 ^C	1,056	43,92
2	56,84	6,94 ^C	1,062	41,22
3	56,15	8,27 ^A	1,052	32,18
4	53,41	6,87 ^C	1,057	42,47
5	56,66	8,36 ^A	1,054	27,40
6	52,76	8,12 ^A	1,058	29,43
7	58,09	7,72 ^B	1,063	30,12
8	61,42	8,19 ^A	1,054	36,37
9	65,65	6,97 ^C	1,061	43,12
10	63,46	6,63 ^C	1,059	47,27
11	50,47	7,87 ^B	1,056	31,23
12	63,32	7,33 ^C	1,060	34,11
Média	57,84	7,51	1,058	36,57
CV ¹ (%)	18,07	4,89	0,58	35,41
P	>0,05	< 0,0001	>0,05	>0,05

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p<0,05$)

¹Coefficiente de variação

Na tabela 4, são apresentados os dados do balanço cátion–aniônico das dietas experimentais e dos parâmetros sanguíneos dos animais em jejum e após a alimentação. Com relação aos parâmetros sanguíneos, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos nos animais em jejum ou alimentados.

Dados referentes às concentrações séricas de sódio, potássio e cloreto nos animais em jejum e alimentados são descritos na tabela 5. Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) nas concentrações dos eletrólitos K^+ e Cl^- nos animais em jejum e alimentados. A concentração de sódio nos animais após a alimentação não variou ($P>0,05$) entre os tratamentos, porém, no tratamento 7, houve diferença ($P<0,05$) nas concentrações plasmáticas de sódio nos animais em jejum.

Tabela 4. Balanço cátion-aniónico das dietas (BCAD) e resultados da hemogasometria dos gatos mediante consumo das dietas experimentais.

Variáveis ¹	Tratamentos												EP ⁴	CV ⁵ (%)	P ⁶	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
BCADs (mEq/Kg MS)	-41,07	-51,26	437,30	-191,87	463,65	92,17	109,91	550,70	57,48	44,84	613,85	82,37	-	-	-	
pH sg	J ² 7,29 A ³ 7,28	7,31 7,33	7,34 7,35	7,28 7,29	7,33 7,31	7,33 7,30	7,34 7,31	7,32 7,31	7,32 7,29	7,30 7,35	7,33 7,34	7,31 7,32	0,01	0,01	0,91	>0,05
pCO ₂ (mmHg)	J 40,58 A 39,36	39,70 38,83	36,55 35,95	42,42 39,81	40,67 40,20	39,62 40,38	39,25 40,11	39,05 40,41	38,93 40,23	42,25 35,63	38,75 39,07	40,57 38,63	0,68	0,70	9,49	>0,05
HCO ₃ (mmol/L)	J 19,46 A 19,11	20,12 20,57	19,86 19,67	19,99 19,50	21,28 21,01	20,93 20,63	21,03 20,98	20,36 20,45	20,94 20,0	21,0 19,4	20,66 21,13	20,74 20,13	0,19	0,25	14,45	>0,05
EB sg (mmol/L)	J -7,45 A -7,91	-6,02 -5,06	-5,37 -5,12	-7,52 -7,29	-4,66 -5,23	-4,93 -5,96	-4,50 -5,55	-5,57 -5,93	-5,05 -6,68	-6,02 -5,28	-5,03 -4,26	-5,62 -5,76	0,34	0,34	78,53	>0,05
tCO ₂ (mmol/L)	J 20,72 A 20,33	21,35 21,78	21,00 20,78	21,31 20,74	22,52 22,26	22,16 21,89	22,25 22,23	21,57 21,70	22,15 21,3	22,32 20,5	21,86 22,34	22,00 21,33	0,20	0,26	13,79	>0,05

¹BCAD_s: Balanço cátion – aniónico dietético calculado com enxofre; pH sg: pH sanguíneo; pCO₂: pressão parcial de dióxido de carbono; HCO₃: concentração de bicarbonato; EB sg: excesso de bases no sangue; tCO₂: dióxido de carbono total

²J = colheita de sangue dos animais em jejum

³A= colheita de sangue dos animais alimentados

⁴Erro padrão da média

⁵Coefficiente de variação

⁶Significância

Tabela 5. Valores médios mensurados de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ séricos de animais em jejum e alimentados.

Tratamentos	Na ⁺ J ¹ (mmol/L)	Na ⁺ A ² (mmol/L)	K ⁺ J (mmol/L)	K ⁺ A (mmol/L)	Cl ⁻ J (mmol/L)	Cl ⁻ A (mmol/L)
1	150,67 ^A	153,33	4,9	5,0	120,50	122,50
2	155,33 ^A	152,50	5,1	4,9	122,83	120,17
3	155,83 ^A	153,33	5,1	4,8	122,17	121,17
4	152,67 ^A	153,17	4,8	5,1	121,17	122,00
5	154,33 ^A	150,33	4,9	5,3	122,00	120,17
6	153,50 ^A	151,67	5,2	5,1	120,83	120,17
7	144,33 ^B	152,33	4,9	5,0	119,00	119,50
8	151,00 ^A	150,17	5,0	4,9	119,83	118,67
9	152,00 ^A	151,67	4,9	4,9	120,00	118,50
10	152,33 ^A	152,67	4,9	4,9	118,83	120,17
11	152,50 ^A	150,67	4,9	5,2	118,17	119,33
12	151,17 ^A	150,83	4,9	5,2	119,83	119,00
Média	152,14	151,89	4,96	5,01	120,43	120,11
CV ³ (%)	3,10	1,92	8,87	9,10	2,22	1,87
P ⁴	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P>0,05)

¹J = colheita de sangue dos animais em jejum

²A = colheita de sangue dos animais alimentados

³Coefficiente de variação

⁴Significância

As correlações entre o balanço cátion-aniônico dietético (BCAD) e os parâmetros excesso de base do sangue e concentração de bicarbonato pós-prandial foram significativas (P<0,05), com coeficientes de correlação de 0,52 e 0,62 respectivamente. Não houve correlações do BCAD com a pCO₂, com o pH sanguíneo e com tCO₂ (P>0,05) (tabela 6).

Tabela 6. Análise de correlação entre o balanço cátion–aniônico das dietas experimentais e parâmetros sanguíneos pós-prandiais analisadas por hemogasometria de sangue venoso.

	pH sg	pCO ₂	HCO ₃ ⁻	EB sg	tCO ₂
BCAD (mEq/KgMS)	0,4534	0,0208	0,5235	0,6168	0,5029
P ¹	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05

Correlação de Pearson

¹significância (P<0,05)

A fig. 1 representa a correlação entre pH urinário mensurado em função do balanço cátion–aniônico das dietas experimentais.

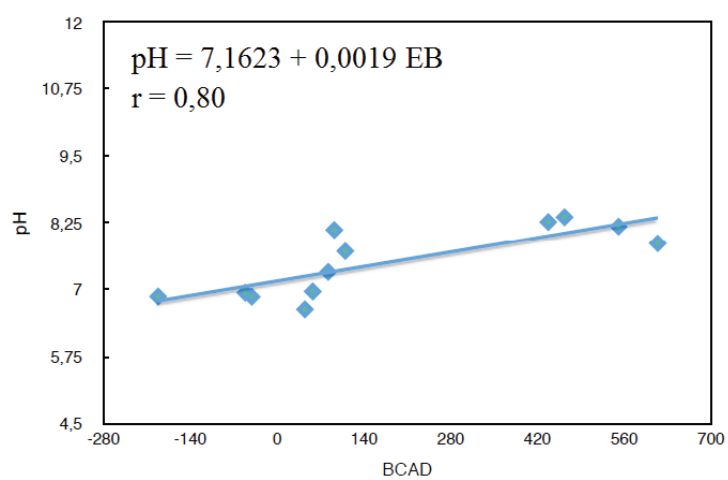


Fig 1. Correlação entre pH urinário mensurado e o balanço cátion-aniônico das dietas (BCAD) experimentais.

No presente estudo, foram utilizadas as equações de predição de pH urinário propostas por Kienzle and Wilms-Eilers (1994), Yamka et al. (2006) e Jeremias et al. (2013). As correlações foram significativas ($P < 0,05$) com coeficientes de correlação de 0,78, 0,81 e 0,77 respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de correlação entre pH urinário mensurado *in vivo* e equações propostas na literatura

	Kienzle e Wilms-Eilers (1994)	Yamka et al., (2006)	Jeremias et al., (2013)
pH mensurado	0,77830	0,81282	0,76872
P ¹	<0,01	<0,001	<0,01

Correlação de Pearson

¹Significância ($P < 0,05$)

Não foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos sobre as concentrações plasmáticas de ureia e creatinina (Tabela 8).

Tabela 8. Ureia plasmática (mg/dL) e creatinina plasmática (mg/dL) de gatos recebendo as dietas experimentais

Tratamentos	Ureia (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)
1	46,33	1,08
2	46,50	1,00
3	46,00	1,15
4	48,33	1,12
5	46,83	1,23
6	46,17	1,18
7	41,50	1,07
8	46,17	1,08
9	44,83	1,15
10	46,00	0,92
11	46,17	1,20
12	49,00	1,03
Média	46,15	1,10
CV ¹ (%)	17,40	16,00
P ²	>0,05	>0,05

¹ Coeficiente de variação

² Significância

Discussão

Os alimentos comerciais para gatos adultos utilizados no presente estudo apresentaram variações relacionadas à composição básica, níveis de garantia e composição de macroelementos analisados.

Com relação ao consumo de matéria seca, a ANFALPET (2008) recomenda consumo maior ou igual a 75% da quantidade de alimento oferecido ao animal para que os efeitos obtidos sejam condizentes ao alimento testado. No presente trabalho, todas as dietas apresentaram ingestão satisfatória. Em estudo

semelhante com alimentos secos e úmidos para gatos com diferentes BCAD, Wagner et al. (2006) não verificaram diferenças no consumo de matéria seca.

Allen e Kruger (2000) descrevem que uma estreita faixa de pH urinário (6,2 a 6,8) deve ser mantida para evitar a formação de urólitos. No presente estudo, apenas o alimento 10 produziu urina com valor adequado de pH (Tabela 3). Entretanto, os alimentos 1, 2, 4 e 9 geraram pH próximo do desejável, entre 6,87 e 6,97.

O alimento 10, apesar de não apresentar inclusão de nenhum tipo de aditivo para acidificação da urina em sua composição (Tabela 1A), proporcionou o menor valor de pH urinário entre os alimentos. Isto pode ser explicado pela composição de macrominerais, apresentando menores níveis de magnésio, cálcio e potássio, potenciais alcalinizadores da urina, e maior nível de sódio (8,85 g/Kg MS) entre os alimentos experimentais (Tabela 2). Jeremias et al. (2013) observaram em sua pesquisa, que o consumo de sódio foi em grande parte relacionada ao volume urinário de gatos. O alimento que resultou em maior volume de urina foi aquele em que se empregou maior concentração de sódio (6,7 g/Kg MS). Já o alimento com menor teor deste elemento (2,1 g/Kg MS) apresentou a menor produção de urina entre os tratamentos. Xu et al. (2008) descrevem em seu trabalho que alimentos contendo 11,0 g/Kg MS de sódio aumentou o volume urinário pelo aumento da ingestão hídrica.

Os alimentos 3, 5, 6, 7, 8, 11 e 12 produziram urina excessivamente alcalina, com pH entre 7,33 e 8,36, predispondo animais ao desenvolvimento de urólitos de estruvita pelo consumo destes alimentos. Este é um fato preocupante e deve receber a atenção dos fabricantes durante os procedimentos de fabricação e no uso das matérias primas sem que haja excessos em minerais.

Carciofi et al. (2006) avaliaram 45 marcas de alimentos para cães e observaram que 60% delas não apresentavam conformidade entre os teores de cálcio declarados e observados, além da inadequação na composição nutricional dos produtos. A maioria das dietas utilizadas neste estudo tiveram seus valores de cálcio acima do declarado em seus rótulos e todas acima do preconizado. A recomendação da AAFCO (2008) de inclusão deste mineral é de no mínimo 6 g/Kg MS e máximo de 24 g/Kg de MS em alimentos para gatos adultos. Os alimentos 3, 5, 8 e 11 possuem suas concentrações em cálcio acima do recomendado, entre 25,11 e 32,58 g/Kg MS. Este fato pode ser reflexo da utilização de ingredientes com processamento ineficiente, o qual influencia diretamente na qualidade nutricional do produto final.

A farinha de carne e ossos possui grande variação de qualidade decorrente de seu processamento, retirada de contaminantes, uso de antioxidantes e por sua composição de alto teor em cálcio e fósforo provenientes de ossos de animais de abatedouro. Este ingrediente está presente em todos os alimentos que excedem o limite de inclusão de cálcio. Porém, no alimento 10,

em que, do mesmo modo, se faz uso da farinha de carne e ossos, não houve excesso. Ainda que no presente estudo, a digestibilidade da proteína dos alimentos não tenha sido determinada, análise que avalia a qualidade das fontes proteicas ofertada na dieta, pode-se inferir que a quantidade do referido ingrediente foi mais criteriosamente incluído na formulação do alimento 10 que nos demais alimentos que o utilizaram.

O teor de magnésio dos alimentos utilizados no presente estudo variou de 0,097 a 0,259%. A AAFCO (2008) recomenda que o teor de magnésio nos alimentos para gatos não excedam 0,04%. Observa-se assim, que a concentração deste elemento nos alimentos em teste ultrapassou o limite recomendado para evitar formação de urólitos.

A determinação dos macroelementos das dietas e o valor calculado do BCAD mostram que há um desequilíbrio cátion-aniônico entre os alimentos do presente estudo, observando-se dietas muito negativas ou muito positivas, o que é esperado frente à diversificada composição e variação da formulação de alimentos. Kienzle et al. (1991) sugerem que o BCAD para prevenção de estruvita deva estar próximos de 0 mEq/Kg MS. Já Jeremias (2009) recomenda que para evitar a formação de urólitos em geral, as dietas para gatos devem compreender um excesso de bases entre -20 a 40 mEq/Kg MS. No presente estudo, somente os alimentos 1, 2, 9 e 10 estiveram próximos desta faixa, com

BCAD entre -57,48 e 44,84 mEq/Kg MS. Nos mesmos alimentos foram observados os mais baixos valores de pH urinário.

Comparando alimentos classificados comercialmente como econômicos, premium e superpremium, Jeremias et al. (2013) observaram que os BCAD são semelhantes em um mesmo segmento. Alimentos econômicos possuem maior teor de cinzas, justificando um BCAD positivo. Estes alimentos geraram urina alcalina com pH entre 7,29 e 7,74. O mesmo pode ser observado no presente estudo, no qual as dietas experimentais em que foram determinados excessos de base positivos, entre 82,37 e 613,85 mEq/kg MS, levaram à produção de urina alcalina, fato esperado frente à grande variação na formulação e ingredientes de alimentos de diferentes segmentos comerciais. De acordo com Kienzle et al. (1991), a redução dos valores de EB deve ser feita principalmente pela eliminação de componentes alcalinizantes considerando-se os requerimentos mínimos em macrominerais. Somente depois deve ser considerada a possibilidade de inclusão de acidificantes.

Os resultados de pH sanguíneo nos animais em jejum e alimentados apresentaram-se dentro do intervalo de normalidade (7,27 e 7,40) para felinos, segundo Dibartola (2006). Do mesmo modo, as variáveis $p\text{CO}_2$ e concentração de HCO_3^- se apresentaram dentro do esperado para a espécie, de 32,7 a 44,7 mmHg para $p\text{CO}_2$ e de 18 a 24 mmol/L para $[\text{HCO}_3^-]$. Com exceção dos alimentos 1 e 4, os valores de EB sanguíneo nos animais em jejum ou

alimentados também se apresentaram nos limites fisiológicos da normalidade (-1 a -7 mmol/L), embora os alimentos 1 e 4 tenham sido estatisticamente semelhante aos demais alimentos testados.

De acordo com os dados obtidos nas análises de hemogasometria, o EB sanguíneo e o BCAD apresentaram-se negativos nos alimentos 1 e 4, saindo dos limites de normalidade (-7 e -1 mmol/L) nos animais em jejum e alimentados. Apesar de a dieta aniônica predispor a uma redução do pH sanguíneo, este permaneceu em seu limite fisiológico.

As dietas de menor BCAD geraram um EB sanguíneo mais negativo, ou no caso do alimento 2, tendendo à negatividade. Segundo Dibartola (2006), este quadro predispõe o indivíduo a uma acidose metabólica causada por excesso de ânions presentes na dieta. Apesar de os valores de pH e concentração de HCO_3^- sanguíneos permanecerem na faixa de normalidade, estes foram muito próximos de seus limites marginais. Neste caso, pode-se inferir que os mecanismos de regulação do equilíbrio ácido-base foram acionados e o sistema tampão bicarbonato/ácido carbônico mobilizou base para que o pH não se afastasse da normalidade. Isto mostra que os animais permaneceram saudáveis durante o período experimental, com seus mecanismos adaptativos de correção, respiratório e renal, funcionando normalmente, sem deixar que a dieta influenciasse a ponto de causar um desequilíbrio acidobásico mais pronunciado.

Diferentemente do observado no presente estudo, Wagner et al. (2006), avaliando dietas com excesso de base negativo, verificaram que estas foram suficientes para produzir urina excessivamente ácida, com pH entre 5,76 a 6,0, predispondo os animais à formação de cálculos de oxalato de cálcio. Resultados semelhantes foram encontrados por Jeremias et al. (2013) que observaram leve acidose metabólica nos animais que consumiam dietas aniônicas (- 84,3 e -184,9 mEq/Kg MS). Os valores de EB e pH sanguíneos em animais alimentados mostraram-se abaixo do normal para a espécie, mantendo a $p\text{CO}_2$ normal. Neste caso, o efeito da dieta foi mais pronunciado, causando um distúrbio no equilíbrio acidobásico do organismo e reduzindo o pH urinário entre 6,19 e 5,83.

As concentrações dos eletrólitos K^+ e Cl^- , observadas em gatos em jejum e alimentados, apresentaram-se dentro do limite de normalidade de 3,5 a 5,5 mmol/L e 118 a 124 mmol/L, respectivamente. A concentração de sódio nos animais após a alimentação manteve-se dentro do intervalo de normalidade (149 a 162 mmol/L), porém, a concentração de sódio nos animais em jejum no alimento 7 afastou-se do valor normal para felinos, apresentando leve hiponatremia (Dibartola, 2006).

Os níveis de íons plasmáticos não foram influenciados pelos tratamentos, com exceção da concentração de Na^+ dos animais em jejum no tratamento 7. Visto que o consumo do referido alimento e volume urinário foram satisfatórios e, ainda que, a concentração deste mineral no alimento encontrava-

se dentro do requerimento mínimo estabelecido pela AAFCO (2008) de 2,0 g/Kg MS, não há explicação fisiológica para o ocorrido (Tabela 5).

No presente estudo, o BCAD se correlacionou positivamente com EB e concentração de HCO_3^- sanguíneos, com coeficientes de correlação de 0,45 e 0,52, respectivamente (Tabela 6). O mesmo foi verificado no estudo de Jeremias et al. (2013) onde as mesmas correlações foram estabelecidas. Entretanto, estas correlações foram mais altas que as verificadas no presente estudo, com coeficientes de correlação de 0,84 para EB sanguíneo e 0,70 para concentração de HCO_3^- . Além disso, os valores do BCAD se correlacionaram com o pH sanguíneo, o que não foi observado no presente estudo.

De forma semelhante ao presente trabalho, Kienzle e Wilms-Eilers (1994) não encontraram correlação entre pH sanguíneo e BCAD. Os pesquisadores justificam que, em seu estudo, o baixo valor do pH do sangue só ocorreu em grupos de dietas em que o EB foi negativo. No entanto, nem todas as dietas acidificantes testadas levaram a alterações no pH sanguíneo. Já no presente trabalho não foram verificadas diferenças significativas nos valores de pH sanguíneo entre os alimentos independente do balanço cátion–aniônico da dieta, fato que pode justificar a ausência de correlação entre estas variáveis.

De acordo com os dados do presente estudo, foi confirmada a relação existente entre o pH urinário de gatos com a composição de cátions e ânions das dietas, semelhantemente a vários trabalhos (Kienzle et al., 1991; Kienzle e

Wilms-Eilers, 1994; Wagner et al., 2006) em que essa relação também foi estabelecida. A Figura 1 mostra que a relação entre o pH urinário e o BCAD gerou alto coeficiente de correlação ($r=0,80$). A equação de predição do pH urinário de gatos foi estabelecida por $\text{pH} = 7,1853 + 0,0019 \text{ EB}$.

Houve uma resposta linear da variação do pH urinário em função do BCAD. As dietas aniônicas não foram suficientes para causar uma acidificação pronunciada na urina, não predispondo os animais ao desenvolvimento de urólitos de oxalato de cálcio. Já os BCAD positivos, encontrados na maioria das dietas testadas, foram suficientes para causar a precipitação de cristais e possivelmente formar cálculos de estruvita. Porém, pode ser observado que mesmo que o pH urinário tenha representação proporcional em resposta ao balanço cátion–aniônico dos alimentos, demonstrado na figura 1, existe uma tendência à redução dos valores de pH da urina frente a um respectivo aumento de elementos de caráter catiônico nos alimentos.

Resultado semelhante foi encontrado em pesquisa realizada por Izquierdo e Czarnecki (1991), na qual foram avaliadas dietas aniônicas geradas pela inclusão de acidificantes urinários em uma dieta seca para gatos. Foi observado que todas as dietas proporcionaram redução do pH urinário nos gatos. Porém, o menor nível de inclusão de ácido fosfórico (0,17%) foi suficiente para diminuir o pH da urina a 6,4 e o aumento da inclusão deste aditivo não resultou em nenhuma outra diminuição do pH da urina. Estes autores concluíram que a

capacidade do aditivo em diminuir o pH urinário não estava correlacionada com a redução do pH da dieta.

Do mesmo modo, Kienzle e Wilms-Eilers (1994) observaram que avaliando os efeitos da redução gradual do balanço cátion–aniônico de uma dieta basal até -1079 mEq/Kg de MS, os valores de pH da urina decresceram linearmente até o valor de -400 a -500 mEq/Kg MS, após o qual, nenhuma outra redução do pH da urina ocorreu.

Semelhante ao presente estudo, uma resposta linear do pH urinário em função do BCAD foi observado por Wagner et al. (2006). O valor do balanço cátion-aniônico dos alimentos testados gerou um intervalo curto (-287,35 a 133,38 mEq/Kg MS) e por essa razão justificam o coeficiente de correlação estabelecido ($r = 0,74$). Citam ainda, que seus resultados coincidem com Kienzle e Schuhknecht (1993) no qual foi verificado um intervalo maior nos valores de BCAD calculado, de -163,0 a 598,6 mEq/Kg MS, justificando a obtenção do alto coeficiente de correlação (0,90) encontrado.

Pode-se inferir que ao fornecer dietas com balanços cátion-aniônico muito negativo ou muito positivo, os animais respondem com a utilização de mecanismos de regulação do equilíbrio ácido–base para que o funcionamento do organismo não seja afetado, sem permitir redução ou aumento proporcional do pH urinário quando a carga catiônica ou aniônica é exacerbada. Pode ser observado que, por esta razão, o equilíbrio ácido–base não foi alterado entre os

tratamentos (Tabela 4). As dietas com balanço cátion-aniônico de -1079 mEq/Kg avaliada por Kienzle e Wilms-Eilers (1994) e a de 613,85 mEq/Kg MS do presente estudo, mostraram que os animais foram capazes de utilizar mecanismos adaptativos para regulação dos fluidos corporais, no entanto, não são capazes de promover essa regulação ao nível de acidificação urinária e reduzir a predisposição ao desenvolvimento de urólitos.

É importante destacar que a etiologia de urolitíases em felinos é de ordem multifatorial, podendo ser inerente ou não à dieta. Os resultados apresentados mostram que os alimentos e sua carga de cátions e ânions têm capacidade de modificar a saturação da urina, porém, outros fatores atuantes neste aspecto como metabolismo, comportamento e predisposição genética são diferentes entre as unidades experimentais e, portanto, possuem variabilidade não controlada. Alimentos industrializados para adultos abrangem a maior fase da vida dos felinos, mas não atendem especificamente a todas as possíveis modificações individuais e fisiológicas existentes entre o primeiro ano de idade e a transição para a senilidade.

Desta forma, os fatores citados podem justificar alguns valores de pH urinários diferentes para balanços cátion-aniônico dietéticos semelhantes no presente estudo. Por este motivo, é importante que a equação de predição do pH urinário utilizada pelo fabricante para adequar a composição de macronutrientes de seu produto tenha origem, não somente de condições experimentais e

metodologia apropriada para um resultado coerente, mas, também, considerar as diferenças ou alterações naturais entre indivíduos de maneira geral.

As equações disponíveis na literatura em que se utilizam as concentrações de enxofre para estimação do pH urinário apresentaram correlação com os valores de pH observados.

Jeremias et al. (2013) e Yamka et al. (2006) obtiveram valores diferentes na correlação com a equação proposta por Kienzle e Wilms-Eilers (1994). No primeiro trabalho, Jeremias et al. (2013) estabeleceram alta correlação ($r=0,87$), ajustando-se adequadamente com o pH mensurado *in vivo*. No entanto, Yamka et al. (2006) obtiveram baixo valor ($r=0,25$) e justifica o ocorrido pelos diferentes métodos de coleta de urina para análise do pH utilizados em cada experimento.

Além das equações de predição de pH urinário utilizadas na presente pesquisa, há uma grande variação entre as demais equações propostas na literatura. Esta variação pode ser decorrente da utilização de diferentes tipos de dietas, seca, úmida ou caseira, inclusão de aditivos alcalinizantes e acidificantes e talvez, o mais importante, a fórmula que se utiliza para o cálculo do balanço cátion–aniônico das dietas e seu intervalo avaliado.

Markwell et al. (1998), por exemplo, avaliaram o BCAD de 32 alimentos úmidos para gatos por meio de quatro fórmulas diferentes. Foram realizadas análises de regressão com os valores médios individuais de pH

urinário em função da ingestão média do BCAD calculado para cada gato. Embora os quatro métodos de cálculo do BCAD tenham resultados em regressões lineares significativas, os autores afirmam que nenhum deles foi suficiente para explicar mais que 28% da variação dos valores de pH urinário observados.

Mais tarde, porém, os mesmos autores sugeriram uma segunda equação em que, novamente, a análise de regressão foi feita com cada elemento em função de resultados individuais de pH urinário mensurados anteriormente. Ainda assim, a equação de predição gerada explicou somente 35,5% da variação dos valores de pH urinário.

Segundo Gonzales et al. (2001), os valores de referência das concentrações séricas de ureia variam de 20 a 30 mg/dL. Já os encontrados para creatinina estão entre 0,8 e 1,8 mg/dL.

Os valores de ureia verificados no presente estudo encontraram-se superiores (41-49 mg/dL) aos descritos por Gonzales et al. (2001). Embora levemente elevado, estes valores não sugeriram um quadro de disfunção renal nos animais, pois os mesmos não apresentaram alterações clínicas condizentes com quadro de uremia. Além disso, os valores de creatinina sérico apresentaram-se normais, demonstrando que os níveis de ureia podem sofrer variações em animais com dietas ricas em proteínas, típicas de felinos (Case et al., 1998).

A concentração sérica de creatinina está correlacionada com a função dos rins, de modo que qualquer elevação de seu índice pode sugerir uma injúria renal (Lanis et al., 2008; Cobrin et al., 2013). Os valores séricos de creatinina dos animais avaliados durante o estudo não se alteram significativamente. Desta forma, pode ser afirmado que a função renal destes foi preservada durante o experimento.

Conclusão

Conclui-se que o pH da urina correlaciona-se com o balanço cátion–aniônico dietético e pode ser estimado por meio da equação proposta por $\text{pH} = 7,1853 + 0,0019 \text{ EB}$. O estudo do BCAD permite avaliar o efeito dos alimentos sobre o equilíbrio ácido–base e parâmetros urinários proporcionando informações relevantes para prevenir a formação de urólitos em gatos.

Referências

Allen, T.A., Kruger, J.M., 2000. Enfermedad felina de las vias urinarias, in: Hand, M.S., Thatcher, C.D., Remillard, R.L., Roubesh, P. (Eds.), Nutrición clinica en pequeños animales. 4. ed. Panamericana, Bogotá, p.811-845.

Almonsy, N., 2003. Equilíbrio ácido básico em medicina veterinária. In... Anais do Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil 1, 5-16.

Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação – ANFALPET, 2008. Manual do programa integrado de qualidade pet. ANFALPET, São Paulo.

Association of American Feed Control Official – AAFCO, 2008. Official Publication AAFCO, Champaign.

Carciofi, A.C., Vasconcellos, R.S., Borges, N.C., Moro, J.V., Prada, F., Fraga, V.O., 2006. Composição nutricional e avaliação de rótulo de rações comercializadas em Jaboticabal, SP. Arq. Bras. Med. Vet. Zoot. 58, 421-426.

Carciofi, A.C., Jeremias, J.T., 2009. Formulação de macroelementos e pH urinário de cães e gatos. In: Anais do Congresso Internacional e Simpósio sobre Nutrição de Animais de Estimação 7, 87-96.

Case, L.P., Carey, D.P., Hirakawa, D.A., 1998. Nutrição canina e felina - manual para profissionais. Harcourt Brace, Madrid.

Claro, G.R.D., Zanetti, M.A., Netto, A.S., Correa, L.B., Paiva, F.A., 2005. Influência do balanço cátion-aniônico da dieta sobre o pH da urina em ovinos. *Ensaios e Ciência* 3, 27-32.

Cobrin, A.R., Blois, S.L., Kruth, S.A., Abrams-Ogg, A.C.G., Dewey, C., 2013. Biomarkers in the assessment of acute and chronic kidney diseases in the dog and cat. *J. Small Anim. Pract.* 54, 647–655.

Correa, L.B., Zanetti, M.A., Claro, G.R.D., Paiva, F.A., Elionor, L.D., 2006. Balanço cátion-aniônico da dieta na composição do leite. *Ciência Rural* 36, 1589-1593.

Cottam, Y.H., Caley, P., Wamberg, S., Hendriks, W.H., 2002. Feline reference values for urine composition. *J. Nutr.* 132, 1754S-1756S.

Dibartola, S.P., 2006. *Fluid therapy in small animal practice*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

Gevaert, D.M., Van't Klooster, A.T., De Wilde, R.O., Kappert, H.J., 1991. Effect of macromineral composition of diets on blood acid-base equilibrium and urinary acidity in dogs. *J. Nutr.* 121, 93-94.

González, F.H.D., Carvalho, V., Moller, V.A., Duarte, F.R., 2001. Perfil bioquímico sanguíneo de cães e gatos na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Arq. Fac. Vet. UFRGS, 29, 1-6.

Izquierdo, J.V., Czarnecki-Mauladen, G.L., 1991. Effect of various acidifying agents on urine pH and acid-base balance in adult cats. J. Nutr. 121, 89-90.

Jeremias, J.T., 2009. Relação entre o excesso de bases do alimento e o pH urinário de gatos. 70 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal.

Jeremias, J.T., Nogueira, S.P., Brunetto, M.A., Pereira, G.T., Loureiro, B.A., Ferreira, C.S., Gomes, M.O.S., Carciofi, A.C., 2013. Predictive formulas for food base excess and urine pH estimations of cats. Anim. Feed Sci. Technol. 182, 82-92.

Kienzle, E., Schuknecht, A., Meyer, H., 1991. Influence of food composition on the urine pH in cats. J. Nutr. 121, 87-88.

Kienzle, E., Schuhknecht, A., 1993. Struvite stone dietetics: 1. Effect of different feed rations on the urine pH value of cats. Deutsche tierärztliche Wochenschrift 100, 198–203.

Kienzle, E., Wilms-Eilers, S., 1994. Struvite diet in cats: effect of ammonium chloride and carbonates on acid balance of cats. J. Nutr. 124, 2652–2659.

Lanis, D.B., Fonseca, L.A., Roesler, T., Alves, A., Lopes, B., 2008 Avaliação laboratorial das doenças renais em pequenos animais. Pubvet 2, Art. 29, ISSN 1982-1263.

Markwell, P.J., Buffington, C.T., Smith, B.H.E., 1998. The effect of diet on lower urinary tract diseases in cats. J. Nutr. 128, 2753s-2757s.

NRC - Nutrient Requirements of Dogs and Cats, 2006. National Research Council. The National Academy Press, Washington.

Silva, D.J., Queiroz, A.C., 2002. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. UFV, Viçosa.

Smith, B.H.E., Stevenson, A.E., Junior, P.M., 1998. Urinary relative supersaturations of calcium oxalate and struvite in cats are influenced by diet. *J. Nutr.* 128, 2763-2764.

Wagner, E., Friesen, K.G., Schakenraad, H., 2006. Influence of the feed Base Excess on urine parameters in cats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 90, 19-24.

Xu, H., Laflamme, D.P.L., Long, G.L., 2008. Effects of dietary sodium chloride on health parameters in mature cats. *J. Feline Med. Surg.* 11, 435-441.

Yamka, R.M., Friesen, K.G., Schakenraad, H., 2006. The Prediction of urine pH using dietary cations and anions in cats fed dry and wet foods. *J. Appl. Res. Vet. Med.* 4, 58-66.

ANEXOS

Tabela 1A. Composição básica dos alimentos avaliados segundo os fabricantes

Tratamentos	Composição básica do produto
1	Misto de carne fresca (frango + gado + peixe), hidrolisado de frango, farinha de vísceras, arroz quebrado, glúten de milho 60, milho integral moído, gordura animal estabilizada, sementes de linhaça, farinha de trigo, cloreto de sódio, taurina, ácido fosfórico, extrato de <i>Yucca schidigera</i> , probiótico, hexametnofosfato de sódio, cloreto de potássio, cloreto de colina, zinco aminoácido quelatos, aditivo adsorvente de micotoxinas, antioxidante, corantes e premix vitamínico mineral.
2	Farinha de vísceras de frango, farinha de peixe de salmão, arroz quebrado, carne de frango, fígado de frango, milho, óleo de peixe e frango, glúten de milho, levedura seca de cervejaria, óleo de canola, óleo de linhaça, polpa de beterraba, farelo de trigo, óleo vegetal, ovo integral, <i>Psyllium</i> , ácido fosfórico, ácido propiônico, glucanos, hidrolisado de fígado de frango, prebióticos (mananoligossacarídeos e inulina), extrato de <i>Yucca schidigera</i> , essência de alecrim, tocoferol, ácido cítrico, taurina, lisina, metiona, vitaminas (A, D3, E, K, C, B1, B2, B6, B12, ácido pantotênico, ácido fólico, niacina, biotina, cloreto de colina), minerais (cloreto de sódio, carbonato de potássio, cloreto de potássio, óxido de zinco, sulfato ferroso, monóxido de manganês, iodato de cálcio, selenito de sódio) minerais quelatados (magnésio, selênio, zinco, cobre).
3	Farinha de carne e ossos bovina, farinha de peru, quirera de arroz, farelo de glúten de milho, milho farelo de soja, farelo de trigo, cloreto de sódio, óleo de salmão, óleo de frango, palatabilizante de vísceras de aves, flavorizante sabor carne, extrato de <i>Yucca schidigera</i> , probiótico, taurina, cromo e zinco quelatado em aminoácidos, cloreto de potássio, premix mineral e vitamínico.
4	Carne mecanicamente separada de frango, farinha de peixe, arroz quebrado, milho integral moído, farelo de glúten de milho-60, levedura seca de cervejaria, fígado de frango, semente de linhaça refinado, polpa de beterraba, inulina

	<p>aditivo antioxidante (tocoferol e essência de alecrim), fosfato bicálcico, cloreto de colina, DL-metionina, ácido fosfórico, cloreto de potássio, extrato de <i>Yucca schidigera</i>, hexametáfosfato de sódio 0,3%, premix vitamínico, premix micromineral transquelatado.</p>
5	<p>Farinha de vísceras de aves, farinha de carne e ossos, quireira de arroz, milho integral moído, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de glúten de milho, farelo de gérmen de milho, óleo de frango, palatabilizante de vísceras de aves, palatabilizante de peixe, flavorizante sabor carne, extrato de <i>Yucca schidigera</i>, cromo complexado com aminoácido, zinco complexado com aminoácido, mananoligossacarídeo, taurina, vitamina (A, D3, K, E, B1, B2, B6, B12), pantotenato de cálcio, niacina, ácido fólico, biotina, sulfato de cobre, iodato de cálcio, monóxido de manganês, selenito de sódio, óxido de zinco, corante natural (caramelo), corante (amarelo crepúsculo), cloreto de sódio, antioxidante, antifúngico.</p>
6	<p>Arroz quebrado, farelo de glúten de milho, milho integral moído, farelo de soja, farinha de vísceras de frango, gordura de frango, farinha de peixe salmão 5%, levedura seca de cervejaria, hidrolisado de frango e/ou subprodutos, espinafre desidratado 2%, cenoura desidratada %, semente de linhaça 1,2%, fosfato bicálcico, cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de colina, DL-metionina, ácido fosfórico 0,2%, aroma artificial de carne 0,1%, aroma de anchovas 0,1%, corante artificial amarelo crepúsculo, corante artificial verde 3, corante artificial vermelho 40, corante natural caramelo, dióxido de titânio, aditivo antioxidante BHA e BHT, premix vitamínico mineral.</p>
7	<p>Arroz quebrado, farinha de vísceras de frango, farelo de glúten de milho -60, milho integral moído, farelo de soja, carne mecanicamente separada de frango, farinha de peixe, gordura de frango, carne de ovelha em pó, hidrolisado de frango e/ou subprodutos, levedura seca de cervejaria, semente de linhaça, beterraba desidratada, espinafre desidratado, cenoura desidratada, fosfato bicálcico, DL-metionina, ácido fosfórico, cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de colina, óleo de girassol, óleo de oliva, extrato de <i>Yucca schidigera</i>, corante artificial vermelho 40, corante artificial verde 3, aditivo antioxidante (BHA, BHT), premix vitamínico mineral.</p>

8	<p>Farinha de vísceras de aves, farinha de carne e ossos – 40, quirera de arroz, milho integral moído, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de glúten de milho – 21, farelo de gérmen de milho, óleo de frango, palatabilizante de vísceras de aves, palatabilizante de peixe, flavorizante sabor carne, extrato de <i>Yucca schidigera</i>, cromo complexado em aminoácido, zinco complexado em aminoácido, mananoligossacarídeo, taurina, vitamina A, vitamina D3, vitamina K, vitamina E, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, pantotenato de cálcio, niacina, ácido fólico, biotina, sulfato de cobre, iodato de cálcio, monóxido de manganês, selenito de sódio, óxido de zinco, corantes (amarelo tartazina, amarelo crepúsculo, dióxido de titânio), cloreto de sódio, antioxidante, antifúngico.</p>
9	<p>Farinha de salmão, farinha de vísceras de frango, milho integral moído, quirera de arroz, farelo de glúten, gordura de frango, gordura suína, polpa de beterraba, levedura seca de cervejaria, hidrolisado de frango, óleo de peixe, L-lisina, DL-metionina, taurina, parede celular de levedura, premix vitamínico, premix mineral transquelatado, cloreto de sódio, cloreto de potássio, antioxidante BHA e BHT.</p>
10	<p>Farinha de carne e ossos, farinha de subprodutos de frango, glúten de milho, quierera de arroz, milho integral moído, gordura de frango, gordura bovina, farinha de trigo, taurina, metionina, palatabilizante, vitaminas (A, B1, B2, B6, B12, D3,E, K3, ácido fólico, niacina, biotina, cloreto de colina, ácido pantotênico), minerais (cloreto de sódio, cloreto de potássio, óxido de zinco), antioxidantes, corantes.</p>
11	<p>Farinha de vísceras de aves, farinha de carne e ossos – 45, farelo de arroz gordo, milho integral moído, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de glúten de milho – 21, farelo de gérmen de milho, óleo de frango, palatabilizante de vísceras de aves, flavorizante sabor carne, taurina, vitamina A, vitamina D3, vitamina K, vitamina E, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, pantotenato de cálcio, niacina, ácido fólico, biotina, sulfato de cobre, iodato de cálcio, monóxido de manganês, selenito de sódio, óxido de zinco, corantes (amarelo tartazina, azul brilhante, vermelho amaranto), cloreto de sódio, antioxidante, antifúngico.</p>

12	Arroz quebrado, farinha de vísceras de frango, farelo de glúten de milho, milho integral moído, farelo de soja, carne mecanicamente separada de frango, gordura de aves, hidrolisado de frango e/ou subprodutos, fígado de frango, goma xantana, semente de linhaça, levedura seca de cervejaria, fosfato bicálcico, DL-metionina, cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de colina, óleo de girassol, óleo de oliva, ácido fosfórico, extrato de <i>Yucca schidigera</i> , aditivo antioxidante (BHA, BHT) e premix mineral vitamínico.
----	--

Tabela 1A. Análise de variância e coeficiente de variação para pH urinário

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	27,32961	2,484510	18,436	0,00000
Bloco	5	1,065583	0,2131166	1,581	0,18064
Resíduo	55	7,412086	0,1347652		
CV (%)	4,88				
Média geral	7,51271	Nº de observações:			72

Tabela 2A. Análise de variância e coeficiente de variação para densidade urinária (g/dL)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	0,0008058190	0,00007325	1,959	0,05114
Bloco	5	0,001830190	0,00036603	9,787	0,00000
Resíduo	55	0,002057047	0,00003740		
CV (%)	0,58				
Média geral	1,05807	Nº de observações:			72

Tabela 3A. Análise de variância e coeficiente de variação para volume urinário (ml/dia)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	74726,21	6793,292	1,621	0,11862
Bloco	5	36561,54	7312,308	1,744	0,13988
Resíduo	55	230559,3	4191,988		
CV (%)	35,41				
Média geral	182,84306		Nº de observações:		72

Tabela 4A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de sódio (mEq/L) nos animais em jejum

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	577,9444	52,54040	2,363	0,01802
Bloco	5	401,7778	80,35556	3,614	0,00673
Resíduo	55	1222,889	22,23434		
CV (%)	3,09				
Média geral	152,13889		Nº de observações:		72

Tabela 5A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de sódio (mEq/L) nos animais alimentados

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	90,44444	8,222222	0,965	ns
Bloco	5	72,27778	14,45556	1,697	0,15063
Resíduo	55	468,3889	8,516162		
CV (%)	1,92				
Média geral	151,88889		Nº de observações:		72

Tabela 6A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de cloro (mEq/L) nos animais em jejum

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	135,4861	12,31692	1,731	0,09062
Bloco	5	60,73611	12,14722	1,707	0,14842
Resíduo	55	391,4306	7,116919		
CV (%)	2,21				
Média geral	120,43056		Nº de observações:		72

Tabela 7A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de cloro (mEq/L) nos animais alimentados

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	103,7778	9,434343	1,880	0,06247
Bloco	5	27,27778	5,455556	1,087	0,37792
Resíduo	55	276,0556	5,019192		
CV (%)	1,86				
Média geral	120,11111		Nº de observações:		72

Tabela 8A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de potássio (mEq/L) nos animais em jejum

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	0,7644444	0,06949495	0,360	ns
Bloco	5	2,469444	0,4938889	2,557	0,03763
Resíduo	55	10,62389	0,1931616		
CV (%)	8,86				
Média geral	4,95556		Nº de observações:		72

Tabela 9A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de potássio (mEq/L) nos animais alimentados

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	1,651667	0,1501515	0,722	ns
Bloco	5	2,171667	0,4343333	2,090	0,08048
Resíduo	55	11,43167	0,2078485		
CV (%)	9,10				
Média geral	5,00833		Nº de observações:		72

Tabela 10A. Análise de variância e coeficiente de variação para pH sanguíneo nos animais em jejum

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	0,02678638	0,002435125	0,543	ns
Bloco	5	0,1960066	0,03920133	8,746	0,00000
Resíduo	55	0,2465139	0,004482070		
CV (%)	0,91				
Média geral	7,31729		Nº de observações:		72

Tabela 11A. Análise de variância e coeficiente de variação para pH sanguíneo nos animais alimentados

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	0,03322399	0,003020363	0,486	ns
Bloco	5	0,2756351	0,05512701	8,878	0,00000
Resíduo	55	0,3415251	0,006209547		
CV (%)	1,07				
Média geral	7,31858		Nº de observações:		72

Tabela 12A. Análise de variância e coeficiente de variação para pressão parcial de dióxido de carbono nos animais em jejum (mmHg)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	164,6711	14,97010	1,049	ns
Bloco	5	100,2061	20,04122	1,404	0,23717
Resíduo	55	784,9539	14,27189		
CV (%)	9,48				
Média geral	39,81111		Nº de observações:		72

Tabela 13A. Análise de variância e coeficiente de variação para pressão parcial de dióxido de carbono nos animais alimentados (mmHg)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	177,5078	16,13707	0,661	ns
Bloco	5	516,5144	103,3029	4,234	0,00250
Resíduo	55	1341,796	24,39628		
CV (%)	12,64				
Média geral	39,05556		Nº de observações:		72

Tabela 14A. Análise de variância e coeficiente de variação para excesso de base sanguíneo nos animais em jejum (mmol/L)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	63,93351	5,812137	0,296	ns
Bloco	5	849,3223	169,8645	8,640	0,00000
Resíduo	55	1081,317	19,66031		
CV (%)	78,52				
Média geral	-5,64643		Nº de observações:		72

Tabela 15A. Análise de variância e coeficiente de variação para excesso de base sanguíneo nos animais alimentados (mmol/L)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	69,05638	6,277853	0,204	ns
Bloco	5	958,6170	191,7234	6,216	0,00011
Resíduo	55	1696,277	30,84139		
CV (%)	95,13				
Média geral	-5,83730	N° de observações:			72

Tabela 16A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de íons bicarbonato nos animais em jejum (mmol/L)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	21,05899	1,914454	0,217	ns
Bloco	5	310,4593	62,09186	7,050	0,00003
Resíduo	55	484,3824	8,806953		
CV (%)	14,45				
Média geral	20,53373	N° de observações:			72

Tabela 17A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração de íons bicarbonato nos animais alimentados (mmol/L)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	30,72969	2,793608	0,176	ns
Bloco	5	298,6170	59,72340	3,761	0,00531
Resíduo	55	873,3065	15,87830		
CV (%)	19,70				
Média geral	20,22510	N° de observações:			72

Tabela 18A. Análise de variância e coeficiente de variação para dióxido de carbono total nos animais em jejum (mmol/L)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	21,50616	1,955105	0,217	ns
Bloco	5	308,6790	61,73581	6,849	0,00004
Resíduo	55	495,7834	9,014243		
CV (%)	13,79				
Média geral	21,76787		Nº de observações:		72

Tabela 19A. Análise de variância e coeficiente de variação para dióxido de carbono total nos animais alimentados (mmol/L)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	33,10387	3,009443	0,183	ns
Bloco	5	290,5175	58,10349	3,542	0,00757
Resíduo	55	902,2909	16,40529		
CV (%)	18,89				
Média geral	21,43582		Nº de observações:		72

Tabela 20A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de matéria seca (g)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	1480,413	134,5830	1,232	0,28897
Bloco	5	41,91237	8,382475	0,077	ns
Resíduo	55	6009,319	109,2603		
CV (%)	18,07				
Média geral	57,84138		Nº de observações:		72

Tabela 21A. Análise de variância e coeficiente de variação para ureia (mg/dL)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	221,4861	20,13510	0,312	ns
Bloco	5	417,2361	83,44722	1,294	0,27984
Resíduo	55	3546,597	64,48359		
CV (%)	17,39				
Média geral	46,15278		Nº de observações:		72

Tabela 22A. Análise de variância e coeficiente de variação para creatinina (mg/gL)

Fator de variação	GL	SQ	QM	FC	Pr>Fc
Tratamento	11	0,5382918	0,04893562	1,576	0,13211
Bloco	5	0,3039584	0,06079168	1,958	0,09957
Resíduo	55	1,708009	0,03105471		
CV (%)	16,0				
Média geral	1,10140		Nº de observações:		72