



Thaiane Vieira da Silva

**PARÂMETROS URINÁRIOS E SANGUÍNEOS DE GATOS CONSUMINDO
ALIMENTOS ÚMIDOS COM E SEM BALANÇO CÁTION-ANIÔNICO**

Lavras – MG

2018

Thaiane Vieira da Silva

**PARÂMETROS URINÁRIOS E SANGUÍNEOS DE GATOS CONSUMINDO
ALIMENTOS ÚMIDOS COM E SEM BALANÇO CÁTION-ANIÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Nutrição e Produção de Não Ruminantes – da Universidade Federal de Lavras, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof^o Dr. Paulo Borges Rodrigues

Coorientadora Prof^a Dra. Flávia Maria O. B. Saad

Lavras – MG

2018

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Thaianie Vieira da.

Parâmetros urinários e sanguíneos de gatos consumindo alimentos úmidos com e sem balanço cátion-aniônico : Urinary and blood cat parameters consuming humid food with and without an cation-anionic balance / Thaianie Vieira da Silva. - 2018.

50 p.

Orientador(a): Paulo Borges Rodrigues.

Coorientador(a): Flávia Maria de Oliveira Borges Saad.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Felinos. 2. Excesso de bases. 3. Urolitíase. I. Rodrigues, Paulo Borges. II. Saad, Flávia Maria de Oliveira Borges. III. Título.

Thaiane Vieira da Silva

**PARÂMETROS URINÁRIOS E SANGUÍNEOS DE GATOS CONSUMINDO
ALIMENTOS ÚMIDOS COM E SEM BALANÇO CÁTION-ANIÔNICO**

**URINARY AND BLOOD CAT PARAMETERS CONSUMING HUMID FOOD
WITH AND WITHOUT AN ACTION ANALYTICAL BALANCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Nutrição e Produção de Não Ruminantes – da Universidade Federal de Lavras, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 23 de julho de 2018.

Profª Dra. Flávia Maria O. B. Saad UFLA

Profª Dra. Luciana de Paula Naves UNIFAL

Profº Dr. Paulo Borges Rodrigues

Orientador

Lavras – MG

2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por zelar-me diariamente, trazendo-me calma e tranquilidade em todos os momentos durante essa caminhada.

Aos meus pais, Sandra e Valter, por todo o incentivo, compreensão em todas as situações e esforços para tornar meu sonho possível. Seria difícil chegar até aqui sem seu apoio

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq), à Pós-Graduação em Zootecnia e ao Departamento de Zootecnia pela realização do curso.

À professora Flávia Saad pela orientação, amizade, ensinamentos e confiança durante todo o período do curso, sendo sempre uma grande incentivadora para que eu chegasse até aqui

Ao Professor Paulo Borges Rodrigues, pela orientação e atenção quando precisei.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos passados durante todo o período do curso de mestrado.

Aos meus colegas e amigos da pós-graduação e da vida, Maiara, Karen e Maria Alice, por toda a ajuda, paciência, amizade, e por estarem sempre disponíveis para estar ao meu lado em todos os momentos desta jornada, mesmo quando eu não estava com o melhor humor.

Aos meus colegas e amigos do Núcleo de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia (NENAC), pela ajuda e companheirismo sempre.

O meu MUITO OBRIGADA!

“A persistência é o menor caminho para o êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO GERAL

O consumo de água é vital para todos os seres terrestres. Com a dificuldade de consumo voluntário de água por gatos, o uso de alimentos úmidos como forma de compensar as perdas hídricas é importante. As urolitíases estão entre as doenças que mais afetam a saúde de gatos domésticos, presente em 23% dos casos das doenças do trato urinário inferior de felinos. Estudos demonstram correlação entre o excesso de bases de um alimento e o pH urinário gerado, sendo possível influenciá-lo sem que haja necessidade de inclusão de aditivos. Por outro lado, a maior quantidade de água ingerida é capaz de diminuir a saturação da urina e diminuir as chances de aparecimento de urólitos. Com isso, objetivou-se com esse trabalho demonstrar como o correto balanço cátion-aniônico dietético (BCAD) de dois alimentos úmidos pode favorecer um pH urinário ideal e como a mudança do alimento pode afetar os parâmetros sanguíneos de gatos adultos saudáveis. Portanto, dois alimentos (A inicial e B inicial) foram inicialmente avaliados sem o correto balanço de minerais, os quais, após reformulação para aumentar a quantidade de ânions, foram reavaliados (A corrigido e B corrigido), utilizando-se 12 gatos adultos sem raça definida, com idade média de 5,0 anos, com peso médio de $3,66 \pm 0,18\text{Kg}$, machos e fêmeas. O delineamento experimental foi em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com esquema de parcelas subdivididas, totalizando seis repetições por tratamento. Para consumo de alimento (MN), houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas entre os alimentos A e B. No consumo de alimento (MS) não houve diferença entre nenhum dos alimentos ($P > 0,05$). O consumo de EM dos alimentos foi maior para o alimento A inicial, comparado ao alimento A corrigido e também para os alimentos iniciais comparados aos corrigidos. Os valores médios de densidade da urina dos animais recebendo os alimentos experimentais não diferiram significativamente ($P > 0,05$). Quanto ao volume urinário, os gatos que receberam o alimento A sem correção apresentaram valores maiores que os que consumiam o alimento A corrigido. Para os valores de pH *in vivo*, os alimentos A e B corrigidos apresentaram menores valores de pH, sendo que os valores encontrados nos animais consumindo os alimentos A demonstraram-se menores que os dos animais que consumiram os alimentos B. Os valores de pH medidos *in vivo* apresentaram alta correlação com os preditos pelas equações sugeridas por Kienzle e Wilms-Eilers (1994) e por Jeremias *et al.* (2013), com exceção ao alimento B. Os animais que consumiram os alimentos sem correção apresentaram menores concentrações de ureia que os corrigidos e os que consumiram os alimentos B apresentaram valores maiores que os que consumiram os alimentos A. Para as concentrações séricas de creatinina, os animais que consumiram os alimentos A apresentaram maiores concentrações que os animais que consumiram os alimentos B. Assim, conclui-se que a correção do BCAD pela alteração do conteúdo de minerais da dieta é efetiva para modular o pH urinário.

Palavras-chave: Felinos, urolitíase, excesso de bases, enlatados.

GENERAL ABSTRACT

Consumption of water is vital for all terrestrial beings. With the difficulty of voluntary consumption of water by cats, the use of moist food as a way to compensate for water losses is important. Urolithiasis is among the diseases that most affect the health of domestic cats, being present in 23% of cases of feline lower urinary tract diseases. Studies show a high correlation between the excess of bases of a food and the urinary pH generated, being possible to influence it without the need of inclusion of additives. On the other hand, the greater amount of water ingested is able to decrease urine saturation and decrease the chances of uroliths appearing. The objective of this work was to demonstrate how the correct dietary cation-anionic balance (DCAB) of two moist foods can favor an ideal urinary pH and how the change in food can affect the blood parameters of healthy adult cats. Therefore, two foods (initial A and initial B) were initially evaluated without the correct balance of minerals, which, after a reformulation to increase the amount of anions, were reassessed (corrected A and corrected B) using 12 adult cats with a mean age of 5.0 years, with a mean weight of 3.66 ± 0.18 kg, males and females. The experimental design was a completely randomized design, with subdivided plots scheme, totaling six replications per treatment. For food consumption (NM), there was a significant difference ($P < 0.05$) between foods A and B. No difference was found between feed intake ($P > 0.05$). The DM intake of food was higher for the initial food A compared to the corrected food A and also for the initial foods compared to the corrected ones. The mean values of urine density of the animals receiving the experimental feed did not differ significantly ($P > 0.05$). As for urinary volume, the cats that received food A without correction had higher values than those who consumed the corrected food A. For in vivo pH values, corrected food A and B had lower pH values, and the values found in animals consuming food A were lower than those in animals that consumed food B. The measured pH values in vivo showed a high correlation with those predicted by the equations suggested by Kienzle and Wilms-Eilers (1994) and by Jeremias *et al.* (2013) with the exception of food B. Animals that consumed uncorrected foods had lower urea concentrations than those corrected and those who consumed foods B presented higher values than those consuming foods A. For serum creatinine, the animals that consumed foods A presented higher concentrations than the animals that consumed foods B. Thus, it is concluded that the correction of DCAB by altering the dietary mineral content is effective to modulate urinary pH.

Key words: Felines, urolithiasis, excess bases, canned.

Sumário

PRIMEIRA PARTE	10
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Água	11
2.2 Alimentos úmidos para gatos	12
2.3 pH urinário.....	14
2.4 Efeitos do pH urinário no aparecimento de doenças do trato urinário inferior	15
2.5 Balanço cátion-aniônico	18
2.6 Equilíbrio ácido básico	20
2.7 Ureia e creatinina.....	22
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
SEGUNDA PARTE – ARTIGO	29
ARTIGO 1 – Balanço cátion-aniônico dietético de dois alimentos úmidos para gatos adultos e seus efeitos sobre parâmetros urinários e sanguíneos.....	29

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é muito comum que cada família possua ao menos um *pet* como membro da família. Com isso, cada vez mais as empresas especializadas em alimentação *pet* aperfeiçoam a produção de alimentos para prover maior longevidade e qualidade de vida aos animais. Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação (ABINPET, 2013), a população de gatos apresentou maior crescimento que a de cães durante o período de 2010 a 2012, podendo ultrapassar o número de cães em breve. Esse fato pode ser atribuído à mudança de hábitos e necessidades dos tutores, onde a preferência por animais que demandem menor atenção e espaço ganham cada vez mais espaço (DIAS, 2018).

Assim, a preocupação com o bem-estar e a saúde dos gatos tem dado destaque aos efeitos do uso de alimentos industrializados. Rações comerciais podem conter inadequações em sua composição nutricional que podem favorecer ou não o desenvolvimento de distúrbios metabólicos no animal (CARCIOFFI *et al.*, 2006). No caso de felinos, as doenças do trato urinário inferior (DITUIF's), em especial a urolitíase, tem apresentado alta incidência (GOMES *et al.*, 2018; KALEESWARAN *et al.*, 2018; CASE *et al.*, 2011; OSBORNE *et al.*, 1996).

A escolha de ingredientes utilizados na fabricação dos alimentos para felinos representa importante papel na saúde do animal podendo afetar parâmetros urinários como volume, densidade e pH que, em desequilíbrio, influenciam no grau de saturação da urina, fazendo, desta, meio favorável à precipitação de urólitos.

Quando são expostos a variações no teor de água do alimento, animais saudáveis são naturalmente capazes de alcançar o balanço hídrico, aumentando ou diminuindo sua ingestão hídrica voluntária. No entanto, por sua origem desértica, gatos possuem grande capacidade de concentrar a urina e de tolerar desidratação, consumindo, assim, menores quantidades de água. Dessa forma, a ingestão de um alimento úmido favorece a hidratação dos animais e evita prejuízos às funções fisiológicas e o aparecimento de cálculos urinários, especialmente em gatos. Markwell *et al.* (1999) encontraram sintomas de cistite idiopática em 11% dos gatos que recebiam alimentos úmidos, enquanto em animais que recebiam alimentos secos a taxa aumentou para 38%, demonstrando a importância da hidratação por auxílio do alimento (NRC, 2006; CARCIOFFI *et al.*, 2005).

Apesar disso, mesmo em alimentos úmidos, é interessante que seja considerado o uso do conceito de balanço cátion-aniônico dietético (BCAD), buscando-se evitar o aparecimento de cálculos renais e aumentar a confiabilidade do produto. Como a urina é um meio eficiente para excretar vários subprodutos do metabolismo celular, durante o processo de assimilação e ingestão dos alimentos, diferentes respostas metabólicas podem ser desenvolvidas pelo organismo e afetar a composição da urina, como por exemplo o equilíbrio ácido básico. Em decorrência dessa resposta metabólica, diversos estudos associando o BCAD com o pH urinário nos gatos têm sido conduzidos (CARCIOFI, 2007; YAMKA; FRIESEN; SCHAKENRAAD, 2006; MARKWELL; BUFFINGTON; SMITH, 1998; KIENZLE; WILMS-EILERS, 1994).

Em muitos casos, o pH urinário pode refletir o estado de acidose ou alcalose do organismo que podem ser modificados através do correto balanço da quantidade de cátions e ânions adicionados à dieta, produzindo efeito variável sobre o pH e prevenindo a formação de urólitos (CASE, *et al.*, 2011; CHING *et al.*, 1989).

Assim, objetivou-se com esse trabalho demonstrar como o correto balanço nas quantidades de minerais utilizados na formulação de alimentos úmidos pode favorecer um pH urinário ideal e como a mudança do alimento pode afetar os parâmetros sanguíneos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Água

A água pode ser considerada um dos nutrientes mais importantes, vital para manutenção da função das células no organismo. Diversas funções estão associadas à quantidade de água no corpo. Age como solvente da maioria dos processos intracelulares e extracelulares, é o maior componente de tecidos e fluidos – facilitando o transporte de substâncias para todo o organismo como principal componente do sangue –, é necessária para a regular digestão de alimentos, bem como a excreção urinária e fecal (CASE *et al.*, 1998; NRC, 2006).

Por sua origem desértica, gatos desenvolveram adaptações para sobreviver a períodos de privação de água, sendo também mais resistente à desidratação que outras espécies. Com isso, o requerimento hídrico desses animais tende a ser menor que o de cães. Uma maneira de aumentar o volume de água ingerida e, conseqüentemente, o volume urinário, afim de evitar o aparecimento de doenças do trato urinário inferior de felinos (DTUIF), é o aumento do consumo de sódio na dieta, por seu efeito em hormônios

como a vasopressina e angiotensina, que aumentam a sede (HAWTHORNE; MARKWELL, 2004).

A habilidade de gatos ajustarem a ingestão de água de acordo com a umidade do alimento tem sido investigada ao longo dos anos. Estudos demonstram que gatos alimentados com rações secas consomem uma relação de água por caloria (incluindo água de bebida e presente no alimento) de aproximadamente 0,6mL/cal, enquanto animais alimentados com rações úmidas comerciais chegam a relação de aproximadamente 0,9mL/cal (SEEFELDT; CHAPMAN, 1978; FINCO *et al.*, 1986). É aceito que a necessidade de consumo de água para gatos pode ser dada através das mesmas equações usadas em cães em manutenção. No entanto, essas tendem a superestimar as reais necessidades, já que gatos possuem maior capacidade de economia de água (NRC, 2006).

Estudos demonstram que alimentos secos para gatos são um fator de risco para o aparecimento de DTUIF, sugerindo que gatos consumindo esse tipo de alimento, não consomem os níveis adequados de água para manter sua hidratação. Markwell *et al.* (1999) encontraram que gatos consumindo alimentos úmidos apresentam sintomas de cistite em 11% dos animais, enquanto em gatos alimentados com rações secas a taxa sobe para 38% (BUCKLEY *et al.*, 2011; CARCIOFI, 2005; CASE *et al.*, 1998; ANDERSON 1982).

2.2 Alimentos úmidos para gatos

O antropomorfismo de cães e gatos resultou na preferência dos proprietários por alimentos para seus animais que contenham ingredientes que eles encontram na sua própria dieta e que sejam processados para manter a integridade nutricional dos ingredientes e garantir a segurança alimentar. Como as tendências para dietas humanas incluem mais frutas, vegetais frescos e grãos integrais, esse paradigma resultou no surgimento do segmento de alimentação natural para animais de estimação (BUFF *et al.*, 2014).

Aparentemente, alimentos para animais estão disponíveis em todos os aspectos e formas imagináveis, o que torna a classificação em categorias, sem exceções, uma tarefa complexa (DZANIS, 2003). A *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO, 2003) define três principais categorias de alimentos para animais de estimação com base no conteúdo de umidade: menor que 20%, entre 20% e 65%, e por fim, maior que 65% de umidade. Embora não sejam dados nomes específicos às categorias nos regulamentos, estes são entendidos como correspondendo às categorias seco, semiúmido e úmido. Por

outro lado, o NRC (2006) classifica os alimentos para animais de companhia em duas categorias: seco ou enlatado, com algumas subdivisões da categoria de secos: seco-expandido, semiúmidos ou macio-expandido.

Os alimentos secos-expandidos tipicamente contêm umidade final de 10% a 12%, podendo ser peletizados, granulados, extrusados ou cozidos (ROKEY; HUBER, 1994). No entanto, no mercado, a grande maioria dos alimentos secos se encontram na forma extrusada, podendo apresentar digestibilidade para proteína, gordura e carboidratos de 89%, 95% e 88%, respectivamente (CASE *et al.*, 1998). Já os alimentos semiúmidos apresentam umidade entre 25% e 35%, são processados por extrusão de forma semelhante aos secos-expandidos e costumam também possuir os mesmos ingredientes básicos, porém contendo carne fresca ou congelada e maior taxa de ingredientes úmidos. Os alimentos macios-expandidos diferem dos semiúmidos por possuir aparência expandida após a extrusão, mas com umidade próxima, variando de 27% a 32% (NRC, 2006; ROKEY; HUBER, 1994).

Segundo o NRC (2006), os alimentos enlatados para gatos abrangem uma considerável parte do mercado, com aumentos anuais de consumo. A maioria dos ingredientes utilizados em alimentos enlatados também são utilizados em alimentos secos, porém não nos mesmos níveis. Por apresentar altos níveis de umidade (entre 74 e 78%), esse tipo de alimento, geralmente, contém níveis mais altos de carnes frescas ou congeladas, produtos de aves ou peixes, de modo geral, produtos de origem animal. Além disso, esse tipo de alimento pode conter níveis significativos de proteína texturizada, como glúten de milho e soja, que são estruturalmente semelhantes às proteínas de origem animal.

As versões úmidas são uma opção de alimentação bastante adequada à própria fisiologia dos animais, uma vez que as caças, antes da domesticação, também eram úmidas. Em relação às calorias, são as mesmas das secas, porém diluídas. E também são encontradas em versões Premium e Super Premium, ambas com qualidade nos ingredientes.

Contudo, embora os alimentos úmidos sejam formulados para nutrição completa e balanceada do animal, sem necessidade de adicionar outro alimento, comumente são usados como suplementos para aumentar a aceitabilidade de alimentos secos ou como forma de aumentar a quantidade de água ingerida por felinos (MONFERDINI; OLIVEIRA, 2009; NRC, 2006).

Gatos e cães obtêm água a partir de três fontes: pela ingestão dos alimentos (água contida nos alimentos), pela via metabólica (o organismo produz água a partir do metabolismo de nutrientes) e pela água ingerida diretamente sob a forma líquida. Quando ocorrem variações no teor de água do alimento, os animais saudáveis são naturalmente capazes de alcançar o balanço hídrico aumentando ou diminuindo sua ingestão hídrica voluntária.

A partir da consideração de que gatos naturalmente consomem menor quantidade de água de bebida de forma voluntária para manter um nível adequado de hidratação, faz-se necessária a utilização de métodos que possam levar a uma maior ingestão. Entre outras coisas, o aumento do volume de água ingerido através da utilização de alimentos úmidos pode evitar a formação de urólitos, comuns em gatos adultos. O maior consumo de água evita a saturação da urina pela diluição da mesma e, conseqüentemente, favorece o aumento do volume urinário. Além disso, esse aumento de volume auxilia na remoção de cristais que possam se formar no trato urinário por aumentar a frequência de micção e reduzir a concentração de substâncias litogênicas (MONFERDINI; OLIVEIRA, 2009).

2.3 pH urinário

Os rins desempenham importante função na eliminação de produtos do metabolismo, além de controlar a concentração da maioria dos constituintes dos líquidos corporais do organismo. Assim, o pH urinário pode sofrer variações de acordo com a composição e quantidade de alimento ingerida (KIENZLE; SCHUKNECHT; MEYER, 1991; ZENTECK, SCHULZ, 2004).

Por serem de origem desértica, gatos saudáveis costumam apresentar urina ácida e concentrada, com pH entre 6,0 e 6,5 (ALLEN; KRUGER, 2000). O pH varia em consequência da manutenção do equilíbrio ácido básico (DIBARTOLA, 2006). Gatos alimentados *ad libitum* tendem a ingerir pequenas porções, 15 a 20 vezes por dia, resultando em uma baixa resposta alcalina pós-prandial na urina. Devido à secreção de ácido clorídrico no estômago em resposta à presença de alimento, os rins excretam bases alcalinizando a urina, mantendo a onda alcalina pós-prandial sem extremos (BORGES; FERREIRA, 2004; BUFFINGTON, 2008; CAMPS, 2014).

Alguns ingredientes também são capazes de alcalinizar ou acidificar a urina, como proteínas, de origem vegetal e animal, e substâncias que aumentam a absorção de cloro, fosfato e sulfatos. Funaba *et al.* (2001) observaram aumento do material orgânico e sedimento na urina quando gatos adultos recebiam dietas com glúten de milho em

comparação à farinha de peixe, o que pode ter efeito na acidificação da urina por conter teores elevados de aminoácidos sulfurados.

Além das fontes proteicas, fontes de fibra como o farelo de arroz diminuem a absorção do cálcio, podendo diminuir a quantidade de cálcio excretada pela urina e, conseqüentemente, tornando a urina menos ácida. Aditivos naturais, como o ácido ascórbico, também podem ser efetivos na diminuição do pH urinário. Kienzle e Maiwald (1998) observaram em gatos adultos alimentados com dieta de carne picada, quando recebiam suplementação diária por via oral de 0, 200, 400 e 1000mg de ácido ascórbico, apresentaram redução progressiva do pH urinário.

Dessa forma, o cuidado para manter um pH urinário saudável para gatos passa pelo delicado processo de escolha de componentes da dieta, bem como das quantidades a serem utilizadas.

2.4 Efeitos do pH urinário no aparecimento de doenças do trato urinário inferior

Doença do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF) é um termo utilizado para caracterizar condições que afetam a bexiga ou a uretra dos felinos (BOAVISTA, 2015; LAGOA, 2015). A DTUIF é caracterizada por sinais clínicos recorrentes e pouco específicos, podendo se manifestar nas formas obstrutivas ou não obstrutivas e sinais clínicos que incluem hematúria, estrangúria, disúria, polaciúria, alterações comportamentais, cristalúria e obstrução uretral (PEREIRA, 2009; KRUGER; ALLEN, 2000).

A urina é um subproduto de composição complexa por onde são eliminados minerais, água e substâncias nocivas ao organismo, como os produtos do metabolismo proteico, ureia, amônia e creatinina. Estas características são capazes de justificar a forma como a alimentação pode influenciar o pH urinário e sua concentração em minerais (DIBARTOLA 2006; HASHIMOTO *et al.*, 1995).

Entre as DTUIF's, a urolitíase é uma das causas mais frequentes, associada a cerca de 23% dos casos, sendo caracterizada pela formação de urólitos, ou cálculos, compostos por cristais orgânicos e inorgânicos no interior do trato urinário. Estes cristais são formados em consequência da concentração elevada de substâncias formadoras de urólitos, aliado a permanência dessas no trato urinário e a um pH favorável, tendo ocorrência relativamente comum em gatos, especialmente machos castrados, mas podendo acometer do mesmo modo cães (KAUFMANN *et al.*, 2009; ALDRICH, 2008).

A urolitíase, em termos gerais, pode ser definida como a precipitação de metabólitos de excreção do organismo na urina de modo a formar urólitos em qualquer parte do trato urinário, sendo sua ocorrência e causa a interação de vários fatores (OSBORNE *et al.*, 2009). A urolitíase não pode ser considerada como uma doença isolada, com uma única causa específica, já que o aparecimento e formação de cálculos na bexiga é imprevisível, com causas multifatoriais, como estado fisiológico do organismo, presença de uma enfermidade ou mesmo comportamento alimentar dos animais (OSBORNE *et al.*, 2009; ZENTEK; SCHULZ, 2004; BARTGES *et al.*, 2000).

A capacidade dos gatos domésticos em concentrar a urina advinda de sua origem desértica e necessidade de economia de água como estratégia de sobrevivência para compensar a baixa ingestão de líquidos, resulta em pequeno volume urinário produzido diariamente e diminuição do número de micções. Desta forma, gatos estão mais predispostos a formação de cálculos urinários, uma vez que estes fatores associados à mudança de pH, saturação e composição em minerais da urina, favorecem a formação de cristais que, quando acumulados, levam à formação de urólitos (ALDRICH, 2008; HOUSTON *et al.*, 2003; LAZZAROTO, 2001).

Vários tipos de urólitos podem se formar no trato urinário inferior de felinos. O tipo de urólito formado depende de fatores como excreção renal de minerais, pH urinário, presença de promotores, infecções concomitantes com bactérias ou, possivelmente, inflamações subjacentes (HOSTULER; CHEW; DIBARTOLA, 2005). Entretanto, os mais comumente observados são os urólitos compostos de estruvita ou de oxalato de cálcio (PEREIRA, 2009; ALDRICH, 2008).

A origem dos urólitos de estruvita ainda não é totalmente conhecida, mas compreende-se que pode estar associada a fatores dietéticos e metabólicos. A maioria dos casos de urolitíase por estruvita em gatos está associada a uma urina estéril, ao contrário do observado em cães, sendo formados em urina concentrada, alcalina (superior a 6,8) e saturada com os minerais fósforo, magnésio e íons amônio. O aparecimento deste tipo de urólito é mais comum em animais jovens, por tenderem a produzir urina alcalina (FONTE, 2010; PINHEIRO, 2009; COSTA, 2009; HOUSTON *et al.*, 2003).

Já os urólitos de oxalato de cálcio se desenvolvem pelo desequilíbrio entre as concentrações de minerais calciogênicos (cálcio e oxalato) e inibidores da cristalização (fósforo, magnésio, sódio, potássio). Um fator de risco para a formação desse tipo de urólito é a acidez significativa da urina, onde o pH se encontra inferior a 6,29. Por isso,

ocorrem com maior frequência em gatos idosos, por tenderem a produzir urina mais ácida (ROSA, 2013; KRUGER; ALLEN, 2000; MARKWELL *et al.*, 1998).

Contudo, o desenvolvimento desta enfermidade está associado a fatores dietéticos e não dietéticos (ZENTEK; SCHULZ, 2004; KIENZLE; SCHUKNECHT; MEYER, 1991). Dentre os fatores não dietéticos encontramos idade, sexo, castração e redução da atividade física. Os fatores dietéticos, como os ingredientes utilizados na dieta, digestibilidade, densidade energética e composição química, afetam o volume, pH e gravidade específica da urina (CARCIOFI, 2005; CASE *et al.*, 2011; MARKWELL; BUFFINGTON; SMITH, 1998).

Para evitar a formação de urólitos é preciso fazer considerações na formulação das dietas. Visando diminuir as chances de aparecimento de urólitos de oxalato de cálcio, as recomendações nutricionais incluem o uso de dieta úmida, com teores levemente elevados de sódio, afim de estimular a diurese, e que contenham menores níveis de oxalato, cálcio, vitamina D e vitamina C (STEVENSON; RUTGERS, 2006). Vale ressaltar também que, nesses casos, é necessário que a diminuição da quantidade de cálcio administrada deve ser acompanhada da redução concomitante de oxalato, uma vez que o desequilíbrio do consumo deles pode aumentar a excreção do outro constituinte e favorecer o desenvolvimento dessa urolitíase (MONFERDINI; OLIVEIRA, 2009). Além disso, as dietas devem manter o pH urinário entre 6,6 e 6,8, pois uma vez formados não há dissolução na bexiga (KRUGUER; ALLEN, 2000).

Por outro lado, para prevenir cálculos de estruvita, o recurso mais eficiente baseia-se na alteração do pH urinário através da dieta. Como já citado, esses urólitos desenvolvem-se em pH alcalino, portanto, é recomendado a redução do mesmo para uma faixa entre 6,2 e 6,4, uma vez que a urina ácida é responsável por aumentar a solubilidade da estruvita (MONFERDINI; OLIVEIRA, 2009; KRUGUER E ALLEN, 2000). O grau de acidificação da urina é determinado, entre outras coisas, pelas proteínas presentes no alimento, onde as que apresentam maiores concentrações de aminoácidos sulfurados possuem maior poder acidificante, característica mais comumente encontrada nas de origem animal e de glúten de milho (FUNABA *et al.*, 2001). No entanto, a grande maioria dos alimentos secos industrializados no Brasil tem elevado teor de cinzas, além de cereais, que naturalmente possuem quantidades significativas de sais de potássio, o que não favorece a acidificação da urina, por possuírem propriedades alcalinizantes.

2.5 Balanço cátion-aniônico

Os eletrólitos da dieta podem ser classificados em ânions, elementos com carga negativa, e cátions, elementos com carga positiva. O balanço cátion-aniônico (BCAD) representa a diferença entre os cátions e os ânions presentes nas dietas, podendo ser calculado em miliequivalente (mEq) por quilograma de matéria seca (MS). Os principais formadores de cátions nos alimentos são o cálcio, sódio, potássio e magnésio, enquanto os mais importantes formadores de ânions são cloro, fósforo e enxofre (BLOCK, 1984).

A principal ação fisiológica do BCAD é atuar na regulação do equilíbrio ácido-base do organismo (CORREA *et al.*, 2006). Na última década, muito tem se discutido sobre a manipulação desse equilíbrio nos diferentes processos metabólicos dos animais. Para animais de companhia, essa manipulação pode ser feita visando à modulação do pH urinário, o que pode prevenir ou reduzir o desenvolvimento de urolitíases.

Kienzle, Schuknecht e Meyer (1991), demonstraram que os macroatmentos magnésio, cloro, potássio, sódio, fósforo, cálcio e enxofre, além dos aminoácidos sulfurados metiotina e cisteína são responsáveis pela variação do 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 presentes no alimento em g/Kg de MS, sendo 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, por acidificar diretamente os fluídos biológicos se incluído na dieta e dessa maneira alterar o equilíbrio ácido-base (TUCKER *et al.*, 1991).

Esses eletrólitos exercem um forte efeito iônico no equilíbrio ácido básico e na manutenção da pressão osmótica dos líquidos extracelular e intracelular, sendo o caso principalmente dos íons sódio (Na), cloro (Cl), potássio (K) e fósforo (P) (BLOCK, 1994). Enquanto o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) são importantes componentes alcalinizantes com grande capacidade de modificar os fluidos corporais. Apesar de ter sido considerado por muito tempo o principal causador de urólitos, por constituir os cálculos de estruvita, sabe-se hoje que manter o pH urinário mais ácido se sobrepõe à necessidade do controle de ingestão de magnésio (BORGES; FERREIRA, 2004; MARKWELL; BUFFINGTON;

SMITH, 1998). Já o enxofre (S) tem propriedades acidificantes nos líquidos onde está presente (CAVALIERI; SANTOS, 2001; SAAD, 2014).

Por outro lado, os aminoácidos sulfurados metionina e cisteína liberam enxofre quando oxidados, contribuindo na acidificação da urina (ALLEN; KRUGUER, 2000), podendo substituir o enxofre no cálculo do BCAD em uma equação alternativa com concentrações de metionina e cisteína em g/Kg de MS. No entanto, o menor custo para determinação do enxofre em relação a dos aminoácidos sulfurados, aliado ao fato de existirem outras fontes de enxofre no alimento que podem interferir no pH urinário, tornam a utilização do cálculo do BCAD com base na concentração de metionina e cisteína menos indicada (CARCIOFI, 2007; YAMKA; FRISEN;SCHAKENRAAD, 2006).

Pesquisas relacionadas à utilização do cálculo do BCAD demonstram alta correlação com o pH urinário em gatos e podem descrever o efeito do alimento no organismo do animal. Com o cálculo de excesso de bases efetuados pelas concentrações de enxofre e aminoácidos sulfurados, diversos autores efetuaram correlação com o pH urinário mensurado *in vivo*, gerando equações de regressão que estimam o pH urinário de gatos. Na tabela 1, estão descritas equações propostas por diferentes autores para estimativa do pH urinário a partir da composição mineral dos alimentos (JEREMIAS *et al.*, 2013; YAMKA *et al.*, 2006; MARKWELL *et al.*, 1998; KIENZLE; WILMS-EILERS, 1994; KIENZLE *et al.*, 1991).

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

Autores	Equações utilizadas	r
Kinze <i>et al.</i> (1991)	$6,72 + 0,0021 \times EB_{aa1}$	0,90
Kinze e Wilms-Eilers (1994)	$7,1 + 0,0019 \times EB_{S1} + 9,7 \times 10^{-7} EB_{S1}^2$	0,99
Markwell <i>et al.</i> (1998)	$6,42 + EB_{aa2}$	
Yamka <i>et al.</i> (2006)	$7,03 + EB_{S2}$	0,71
Jeremias <i>et al.</i> (2013)	$6,472 + 0,00361 \times EB_{S1} + 10^{-6} EB_{S1}^2$	0,95
Jeremias <i>et al.</i> (2013)	$6,033 + 0,003069 \times EB_{aa3} + 3 \times 10^{-6} EB_{aa3}^2$	0,86

$$EB_{aa1}(\text{mEq/Kg MS}) = (2\text{Ca}) + (2\text{Mg}) + \text{K} + \text{Na} - (2\text{P}) - (2\text{Met}) - \text{Cl}$$

$$EB_{S1}(\text{mEq/Kg MS}) = (49,9\text{Ca}) + (82,3\text{Mg}) + (43,5\text{Na}) + (25,6\text{K}) - (64,6\text{P}) - (62,4\text{S}) - (28,2\text{Cl})$$

$$EB_{aa2}(\text{mEq/Kg MS}) = (0,572\text{Ca}) + (0,727\text{Na}) + (0,674\text{K}) - (0,731\text{P}) - (0,546\text{Met}) - (0,183\text{Cl})$$

$$EB_{aa3}(\text{mEq/Kg MS}) = (49,9\text{Ca}) + (82,3\text{Mg}) + (43,5\text{Na}) + (25,6\text{K}) - (64,6\text{P}) - (13,4\text{Met}) - (16,6\text{Cis}) - (28,2\text{Cl})$$

$$EB_{S2}(\text{mEq/Kg MS}) = \text{Na} + \text{K} + (0,89\text{Ca}) + (1,58\text{Mg}) - (0,93\text{Cl}) - (1,61\text{S}) - (1,04\text{P})$$

As equações publicadas por Kinzle *et al.* (1991) e Kinzle e Wilms-Eilers (1994) apresentam boa correlação entre pH estimado e observado (0,90 e 0,99). Assim como, mais recentemente, a equação sugerida por Jeremias *et al.* (2013) na qual foi utilizado o enxofre para o cálculo do BCAD apresentou alta de correlação ($r = 0,95$) entre pH estimado e pH medido *in vivo*.

Quanto aos valores ideais de BCAD para se manter o pH próximo ao favorável, Kienzle *et al.* (1991) sugerem BCAD próximo de 0 mEq/Kg MS para evitar a formação de urólitos de estruvita. Enquanto Jeremias (2009) recomenda que as dietas para gatos tenham um excesso de bases entre -20 e 40 mEq/Kg MS, afim de evitar a formação de urólitos em geral.

Em estudos para formulação de um alimento, devem ser considerados o balanço mineral e seus possíveis efeitos no metabolismo animal. Em alguns estudos, alimentos com BCAD negativos, ou seja, com concentração de ânions superior à de cátions, resultou em acidose metabólica. Da mesma forma, alimentos com maiores concentrações de elementos que favoreçam a alcalinidade, podem resultar em alcalose metabólica.

2.6 Equilíbrio ácido básico

O equilíbrio ácido básico refere-se à regulação do pH dos líquidos corporais por meio da modificação da concentração de íons hidrogênio. No organismo, a regulação das concentrações de hidrogênio assegura um ambiente ótimo para as funções celulares, mantendo a homeostase interna, podendo produzir grandes alterações nas reações químicas celulares através de pequenas mudanças de concentração (MOTA; QUEIROZ 2010).

Em condições normais, o mecanismo de manutenção da homeostase do pH sanguíneo 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, assim, os sistemas destinados a manter a homeostase precisam ser capazes de se adequar às possíveis alterações. Diante destas alterações, o organismo animal faz uso de mecanismos compensatórios, sendo utilizados três mecanismos principais: tamponamento químico, ajuste respiratório da concentração sanguínea de CO_2 e excreção de íons H^+ e bicarbonatos através da urina (DIBARTOLA, 2012; GUYTON; HALL, 2002).

O mecanismo respiratório tem ação rápida através da eliminação de dióxido de carbono, a fim de reduzir a quantidade de ácido carbônico do meio. No centro respiratório, existe um controle na remoção de CO_2 do líquido extracelular (LEC), atuando na diminuição do ácido carbônico (H_2CO_3) do organismo. Esse mecanismo é o tampão mais importante, atuando pela alteração da pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2), eliminando-o em maior ou menor velocidade, e pelo controle metabólico da concentração de íons bicarbonato no sangue (DIBARTOLA, 2006).

Já o mecanismo renal tem ação lenta, com excreção de urina ácida ou alcalina. Isso ocorre através do reajuste da concentração de íons de hidrogênio do LEC para a normalidade durante a acidose ou alcalose metabólica. 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. Dessa forma, esse se mostra o mais eficiente dos sistemas reguladores ácido base, eliminando ou economizando íons de hidrogênio (DIBARTOLA 2012).

Já o tamponamento químico tem ação imediata e atua neutralizando ácidos ou bases que se acumulam no organismo através da combinação de ácidos ou bases que impedem a ocorrência de alterações excessivas nas concentrações de íons H^+ .

Ao fornecer uma dieta catiônica, existe uma tendência do equilíbrio ácido base se descolar para a alcalinidade, com consequente produção de urina alcalina pelos rins (GURTLER *et al.*, 1987). Por outro lado, dietas aniônicas aumentam a concentração intestinal de íons cloreto e sulfato. Com isso, para manter a neutralidade elétrica, há excreção de íons bicarbonato (HCO_3^-) no lúmen intestinal. A redução dos níveis séricos de HCO_3^- acarreta em uma leve diminuição do pH sanguíneo (CAVALIERI; SANTOS 2014). Assim, deve-se ter cautela com a acidificação por tempo prolongado ou com o uso excessivo de ânions, pois podem causar acidose metabólica, hipocalemia, disfunção renal, desmineralização óssea e formação de urólitos de oxalato de cálcio (BELONE, 2002).

A hemogasometria é o exame realizado para interpretar o estado metabólico ácido básico do organismo, a partir da mensuração do pH sanguíneo, da eficiência das trocas gasosas dos pulmões e coração, através da pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2) e pressão parcial de oxigênio (pO_2), concentração de HCO_3^- e CO_2 total e do excesso de base (EB). Diante desses dados, extrapola-se os resultados para os tecidos (ALMOSNY, 2003).

Na coleta de amostra sanguínea, preconiza-se a coleta de sangue arterial para este tipo de avaliação. No entanto, em gatos, o acesso ao sangue arterial é dificultado, podendo

causar estresse ao animal e prejudicar a amostra coletada. Desta forma, utiliza-se a análise de sangue venoso e desconsidera-se a pressão de oxigênio (ALMOSNY, 2003; DIBARTOLA, 2012).

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 metabólica ou respiratória. A alteração exacerbada dos níveis séricos de HCO_3^- ocasionará um quadro de acidose ou alcalose metabólica. Já a mudança dos níveis da pCO_2 são responsáveis por causar acidose ou alcalose respiratória (PIRES *et al.*, 2011).

2.7 Ureia e creatinina

Os perfis bioquímicos do plasma sanguíneo são utilizados para avaliar a homeostasia do animal, sendo possível determinar informações importantes através de seus valores, como o estado clínico, 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 normal tanto em seres humanos quanto em animais (COBRIN *et al.*, 2013; ELLIOTT; BARBER, 1998). A creatinina é um subproduto endógeno do metabolismo muscular gerada pela degradação da creatinina das fibras musculares. Por passar livremente pela barreira de filtração glomerular, a creatinina não é absorvida pelos túbulos renais, sofrendo mínima excreção tubular (COBRIN *et al.*, 2013; LANIS *et al.*, 2008).

A mensuração da creatinina plasmática é muito utilizada por se tratar de um método rápido, de baixo custo e ampla disponibilidade para determinação do desempenho dos rins. Como a concentração da creatinina plasmática é influenciada por poucas variáveis extra renais e não é reabsorvida pelos túbulos renais, a sua concentração serve como melhor índice da taxa de filtração glomerular. O aumento dos níveis séricos dessa substância pode significar prejuízo da função renal, seja por insuficiência ou por perda de função (PEAKE; WHITING, 2006; ELLIOT; BARBER, 1998). No entanto, o aumento da ureia e creatinina só é detectado quando se perde 75% da função renal, o que implica um prognóstico mais grave já que o fluxo urinário de ambos os rins está comprometido (DROBATZ, 2009; FORD; MAZZAFERRO, 2012; DROBATZ; SAXON, 2012).

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, sendo reabsorvida nos túbulos renais sob influência do fluxo de filtrado nos túbulos (CASE, *et al.*, 2011). Um aumento do fluxo diminui a reabsorção de ureia, resultando em maior excreção urinária (LANIS *et al.*, 2008).

Porém, a concentração sérica de creatinina é um indicador mais preciso da função renal quando comparada à ureia, pois ao contrário desta, não é consideravelmente influenciada por hemorragias gastrointestinais, além de não ser reabsorvida pelos túbulos. Contudo, a concentração sérica de creatinina pode variar em função da massa muscular.

A exemplo da ureia que pode encontrar-se elevada em função de uma alimentação rica em proteínas, a creatinina, não responde de forma variável ao tipo da dieta ingerida, indicando que este fator deve ser levado em consideração ao se interpretar valores séricos de ureia e creatinina (GONZALES *et al.*, 2001; WATSON; CHURCH, 1981).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDRICH, G. Formulate feline diets for urinary tract health. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 80, n.53, p. 10 – 11. 2008.
- ALMOSNY, N. Equilíbrio ácido básico em medicina veterinária. In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1.,2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, P. 5 – 16. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. **Mercado pet deve faturar 15,4 bilhões em 2013. São Paulo, 2013.** Disponível em: <<http://abinpet.org.br/imprensa/mercado-pet-deve-faturar-154-bilhoes-em-2013/>>. Acesso em: 30 jan. 2018.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. **Official Publication-Association of American Feed Control Officials.** 2003.
- BARTGES, J. W. et al. Prevalence of cystine and urate uroliths in bulldogs and urate uroliths in dalmatians. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 204, n. 12, p. 1914 – 1918. 2000.
- BELONE, E. N. S. Terapêutica do sistema renal em pequenos animais. In: ANDRADE, F. S. (Ed.) **Manual de terapêutica veterinária.** 2ª edição. São Paulo: Roca, p. 282 – 295. 2002.
- BIFFINGTON, C. A. Dry foods and risk of disease in cats. **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 49, p. 561 – 563. 2008.

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. 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, p. 21 – 24. 1994.

BOAVISTA, A.C. I P. **A Obesidade Como Potencial Fator de Risco em 31 Casos de Doença do Trato Urinário Inferior Felino** - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa, 2015.

BORGES, F. M. O.; FERREIRA, W. N. **Nutrição de cães e gatos: uma visão industrial**. Lavras: UFLA/FAEPE, 90 P. 2004.

BUCKLEY, Catherine MF et al. Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. **British Journal of Nutrition**, v. 106, n. S1, p. S128-S130, 2011.

BUFF, P. R. et al. Natural pet food: A review of natural diets and their impact on canine and feline physiology. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 9, p. 3781-3791, 2014.

BUSH, B. M. Interpretation of laboratory results for small animal clinicians. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1991.

CAMPS, J. **Magnésio, acidez orina y consumo de agua, em relacion con el complejo urinário del gato**. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/jcamps/jcampsactpro/jcampsactpro_116.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

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

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

CARCIOFI, A. C. et al. Composição nutricional e avaliação de rótulo de rações secas para cães comercializadas em Jaboticabal-SP. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 421-426, 2006.

CASE, L. P. et al. Dietary management of urolithiasis in cats and dogs. **Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals**, Nova Iorque, v. 3, p. 359 – 380. 2011

CAVALIERI, F. L.; SANTOS, G. T. **Balço cation-aniônico em vacas leiteiras no pré-parto**. Disponível em:

<http://formix.com.br/uploads/manual/25_cb3bab47a5f8a204a89daff079fa0d0b.pdf>.

Acesso em: 10 nov. 2017.

CAVALHEIRO, P. **População de gatos cresce o dobro no Brasil em relação a de cães.**

Hora 1 – Portal G1. 14 mai. 2015. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/hora1/noticia/2015/04/populacao-de-gatos-cresce-o-dobro-em-relacao-de-caes-no-brasil.html>>. Acesso em 20 out. 2017.

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. 2013.

CHING, S. V. et al. The effect of chronic dietary acidification using ammonium chloride on acid-base and mineral metabolism in the adult cat. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.119, n. 6, p. 902 – 915. 1989.

COSTA, F.V. A. Contribuição ao estudo da doença do trato urinário inferior felino (DTUIF): Revisão de literatura. Tese de Doutorado Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias – UFRGS. **Revista Científica de Medicina Veterinária - Pequenos Animais e Animais de Estimação**, v. 7, n. 23, p. 448-463. 2009.

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

DIAS, T. T. et al. O CRESCIMENTO DO NÚMERO DE ANIMAIS DE COMPANHIA NO BRASIL. **ANAIS da 14ª Mostra de iniciação científica -Congrega URCAMP-2017**, p. 153-154, 2018.

DIBARTOLA, S. P. **Fluid, electrolyte, and acid-base disorders in small animal practice**. Saint Louis: Elsevier Saunders, 1520 p. 2012.

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

DROBATZ, K. J., SAXON, W. D. Urologic emergencies. In: **Manual of small animal emergency and critical care medicine**. 2ª edição. Wiley-Blackwell, p 269 – 298. 2012.

DROBATZ, K. J. Urethral Obstruction. In: **Current Veterinary Therapy**. Saunders: Elsevier. St Louis, Missouri, p. 951 – 954. 2009.

DZANIS, D. A. Petfood types, quality assessment and feeding management. **Petfood Technology**, p. 68-73, 2003.

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. 1998.

FONTE, A. P. P. Doença do Trato Urinário Inferior (DTUIF) em Felinos Domésticos. **Trabalho de Conclusão de Curso de graduação** - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu. Botucatu 2010.

FORD, R. B., MAZZAFERRO, E. Urinary tract emergency. In: **Handbook of veterinary procedures and emergency treatment**. 9ª edição. Elsevier Saunders. St. Louis, Missouri., p. 290 – 294. 2012.

FUNABA, M. et al. Fich 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.

GOMES, V. et al. Risk factors associated with feline urolithiasis. **Veterinary Research Communications**, v.42, p. 87 – 94. 2018.

GONZALES, 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.

GURTNER, H. et al. *Fisiologia Veterinária*. 4ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 612 p. 1987.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia medica*. 10ª edição. Rio de Janeiro. 2002. Cap. 30, p. 328 – 343.

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.

HOSTUTLER, R. A.; CHEW, D. J.; DIBARTOLA, S. P. Recent concepts in feline lower urinary tract disease. **The Veterinary Clinics of North America. Small Practice**, Philadelphia, v. 35, n. 1, p. 147 – 170. 2005.

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. 2003.

KALEESWARAN, B. et al. Evaluation of anti-urolithiatic potential of ethyl acetate extract of *Pedalium murex* L. on struvite crystal (kidney stone). *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 2018.

KAUFMANN, C; NEVES, R. C; HABERMANN, J. C. A. Doença do trato urinário inferior dos felinos. **Anuário da Produção Científica dos Cursos de Pós-Graduação**, v. 4, n. 4, p. 193-214, 2011.

- KIENZLE, E.; MAIWALD, E. Effect of vitamin C on urine pH in cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 80, n. 1- 5, p. 134-139, 1998.
- KIENZLE, E.; SCHUKNECHT, A.; MEYER, H. Influence of food composition on the urine pH in cats. **The Journal of Nutrition**. Philadelphia, v. 121, n. 1, p. 87 – 88. 1991.
- KIENZLE, E.; WILMS-EILERS, S. Struvite diet in cats: effect of ammonium chloride and carbonates on acid base balance of cats. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 124, n. 12, p. 2652 – 2659. 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, p. 689 – 724. 2000.
- LAGOA, M. J. C. Clínica de animais de companhia. Universidade de Évora Escola de Ciências e Tecnologia Departamento de Medicina Veterinária. Mestrado integrado em Medicina Veterinária. Évora, 2015.
- LANIS, D. B. et al. Avaliação laboratorial das doenças renais em pequenos animais. **Pubvet**, Londrina, v.2, n. 28, 2008.
- LAZZAROTO, J. J. Doença do trato urinário inferior dos felinos associados aos cristais de estruvita. **Revista 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 and lower urinary tract diseases in cats. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 128, n. 12, p. 2753 – 2757. 1998.
- MONFERDINI, R. P.; DE OLIVEIRA, J. Manejo nutricional para cães e gatos com urolitíase – revisão bibliográfica. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 3, n. 1, p. 01-04, 2009.
- MOTA, I.; QUIROZ, R. S. Distúrbios do equilíbrio ácido básico e gasometria arterial uma revisão crítica. *Revista Digital*, Buenos Aires, v. 141, n. 14, p. 1 – 10. 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington: **National Academies**, 398 p. 2006.
- OSBORNE, C. A. et al. Feline urolithiasis: etiology and pathophysiology. **The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 26, n. 12, p. 2017-232. 1996.
- OSBORNE, C. A. et al. Analysis of 451,891 canine uroliths, feline uroliths, and feline uretral plugs from 1981 to 2007: perspective from the Minnesota Urolith Center. **The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 39, n. 1, p. 183 – 197. 2009.

- 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.
- PEREIRA, J. D. B. Doença do Trato Urinário Inferior dos Felinos (DTUIF): Aspectos Etiológicos, Diagnósticos e Terapêuticos. **Universidade Federal Rural do Semi-Árido** Belém, 2009.
- 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.
- ROKEY, G., HUBER, G. Pet Food Technology. In: Feed Manufacturing Technology IV. Arlington.: American Feed Industry Association, p. 479 – 493, 1994.
- ROSA, P. P. Urolitíase causada por oxalato de cálcio em felinos. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2013.
- SAAD, F. L. **Aula de minerais**: nutrição e alimentação de cães e gatos. Lavras: UFLA, 63 p. 2014.
- STEVENSON, A.; RUTGERS, C. Nutritional Management of canine urolithiasis, p.284-307. In: Pibot P., Biouge V. & Elliot D. **Encyclopedia of Canine Clinical Nutrition**, v.2, n. 2, p. 284 – 307. 2006.
- TUCKER, W. B. et al. Role of sulfur and chloride in dietary cation-anion balance equation for lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 69, n. 3, p. 1205 – 1213. 1991.
- WATSON,
- 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**, Davis, v. 4, n. 1, p. 58 – 66. 2006.
- ZENTEK, J.; SCHULZ, A. Urinary composition of cats is affected by source of dietary protein. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 134, n. 8, p. 2162 – 2165. 2004.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO**ARTIGO 1 – Balanço cátion-aniônico dietético de dois alimentos úmidos para gatos adultos e seus efeitos sobre parâmetros urinários e sanguíneos**

Artigo formatado de acordo com as normas para submissão no periódico *Italain Journal of Animal Science*

Balanço cátion-aniônico dietético de dois alimentos úmidos para gatos adultos e seus efeitos sobre parâmetros urinários e sanguíneos

T. V. Silva*¹, F. M. O. B. Saad, P. B. Rodrigues

Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Caixa postal: 3037,
Lavras, MG, Brasil

Resumo

Objetivando demonstrar como o correto balanço cátion-aniônico dietético de dois alimentos pode favorecer um pH urinário ideal e como isso pode afetar os parâmetros sanguíneos de gatos adultos saudáveis, foram avaliados dois alimentos (A e B) como comercializados e, após uma reformulação para diminuir o BCAD, foram reavaliados (A corrigido e B corrigido), utilizando-se 12 gatos adultos. O delineamento experimental foi em DIC, com esquema de parcelas subdivididas, totalizando seis repetições por tratamento. Para consumo de alimento (MN), houve diferença apenas entre os tipos de alimentos. O consumo de EM dos alimentos foi maior para os alimentos iniciais comparados aos corrigidos. Para volume urinário, os gatos alimentados com A inicial apresentaram valores maiores que os que consumiram A corrigido. Para o parâmetro pH, os alimentos A e B corrigidos geraram menores valores de pH, sendo os valores encontrados nos animais consumindo os alimentos A menores que os dos animais que consumiram os alimentos B. Os valores de pH medidos *in vivo* apresentaram alta correlação com os preditos pelas equações encontradas na literatura, com exceção ao alimento B. Os animais que consumiram os alimentos sem correção apresentaram menores concentrações de ureia e os que consumiram os alimentos B apresentaram valores maiores que os que consumiram os alimentos A. Para as concentrações séricas de creatinina, os animais consumindo os alimentos A apresentaram maiores concentrações que os animais consumindo os alimentos B. Conclui-se que a correção do BCAD pela alteração do conteúdo de minerais da dieta é efetiva para modular o pH urinário.

Palavras-chave: Felinos, urolitíase, excesso de bases, enlatados.

1 Endereço para correspondência: T. V. Silva, e-mail: thaianevs@gmail.com
Abreviaturas: doença do trato urinário inferior dos felinos (DITUIF), balanço cátion-aniônico dietético (BCAD), Centro de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia (CENAC).

Abstract

Aiming to demonstrate how the correct dietary anionic cation-anion balance of two foods can favor an ideal urinary pH and how this can affect the blood parameters of healthy adult cats, two foods (A and B) were evaluated as marketed and, after a reformulation to decrease the BCAD, were reassessed (corrected A and corrected B), using 12 adult cats. The experimental design was DIC, with split plot scheme, totaling six replicates per treatment. For food consumption (MN), there was only difference between the types of food. MS intake of food was higher for the initial foods compared to the corrected ones. For urinary volume, the cats fed the initial A presented higher values than those who consumed A corrected. For the pH parameter, the corrected foods A and B generated lower pH values, and the values found in the animals consuming the A foods were lower than those of the animals that consumed the B foods. The pH values measured *in vivo* showed a high correlation with the predicted by the equations found in the literature, with the exception of food B. Animals that consumed uncorrected foods had lower concentrations of urea and those who consumed foods B presented higher values than those consuming food A. For serum creatinine, the animals consuming foods A presented higher concentrations than the animals consuming the foods B. It is concluded that the correction of the BCAD by the alteration of the mineral content of the diet is effective to modulate the urinary pH.

Key words: Felines, urolithiasis, excess bases, canned

Introdução

A maioria dos animais domésticos consome somente alimentos secos, mas o número de *pets* que recebem alimentos úmidos ou alimentação mista (alimentos secos e úmidos) está crescendo. As versões úmidas são uma opção de alimentação adequada à própria fisiologia dos gatos, visto que as caças, antes da domesticação, possuíam alto teor de umidade.

Considerando que gatos naturalmente consomem menor quantidade de água de bebida de forma voluntária, para manter um nível adequado de hidratação, faz-se necessária a utilização de métodos que possam levar a uma maior ingestão. Entre outras coisas, o aumento do volume de água ingerido através da utilização de alimentos úmidos pode evitar a formação de urólitos, comuns em gatos adultos. Um maior consumo de água evita a saturação da urina pela diluição da mesma e, conseqüentemente, favorece o aumento do volume urinário. Além disso, esse aumento de volume auxilia na remoção de cristais que possam se formar no trato urinário por aumentar a frequência de micção e reduzir a concentração de substâncias litogênicas (Monferdini; Oliveira, 2009).

Doença do trato urinário inferior dos felinos (DITUIF) é um termo utilizado para caracterizar condições que afetam a bexiga ou uretra dos felinos (Boavista, 2015; Lagoa, 2015). Entre as DITUIF's, a urolitíase é uma das causas mais frequentes, estando associada a cerca de 23% dos casos, sendo caracterizado pela formação de urólitos, ou cálculos, compostos por cristais orgânicos e inorgânicos no interior do trato urinário. Estes cristais são formados em consequência da concentração elevada de substâncias formadoras de urólitos e a permanência dessas no trato urinário, aliado a um pH favorável, tendo ocorrência relativamente comum em gatos, especialmente machos castrados, mas podendo acometer do mesmo modo cães (KAUFMANN *et al.*, 2009; ALDRICH, 2008).

Vários tipos de urólitos podem se formar no trato urinário inferior de felinos. O tipo de urólito formado depende de fatores como excreção renal de minerais, pH urinário, presença de promotores da cristalização (fosfato de cálcio, ácido úrico, agregados de mucoproteínas, entre outros), infecções concomitantes com bactérias ou, possivelmente, inflamações subjacentes (Hostuler; Chew; Dibartola, 2005). Entretanto, os mais comumente observados são os urólitos compostos de estruvita, formados em urina alcalina (superior a 6,8), ou de oxalato de cálcio, esses formados em urina ácida (inferior a 6,29) (Pereira, 2009; Aldrich, 2008).

O balanço cátion-aniônico dietético (BCAD) representa a diferença entre os cátions e os ânions presentes nas dietas, podendo ser calculado em miliequivalente (mEq) por quilograma de matéria seca (MS) (Block, 1984). A principal ação fisiológica do BCAD é atuar na regulação do equilíbrio ácido-base do organismo (Correa *et al.*, 2006). Para animais de companhia, essa manipulação pode ser feita visando à modulação do pH urinário, o que pode prevenir ou reduzir o desenvolvimento de urolitíases. Em estudos para formulação de um alimento, devem ser considerados o balanço mineral e seus possíveis efeitos no metabolismo animal. Em alguns estudos, alimentos com BCAD negativos, ou seja, com concentração de ânions superior à de cátions, resultou em acidose metabólica. Da mesma forma, alimentos com maiores concentrações de elementos que favoreçam a alcalinidade, podem resultar em alcalose metabólica

Por serem de origem desértica, gatos saudáveis apresentam urina ácida e concentrada, com pH entre 6,0 e 6,5 (Allen; Kruger, 2000). Por isso, o BCAD ideal para evitar a formação de urólitos deve favorecer uma urina em pH próximo ao observado naturalmente.

Dessa forma, o cuidado para manter um pH urinário saudável para gatos passa pelo delicado processo de escolha de componentes da dieta, bem como das quantidades a serem utilizadas. Assim, objetivou-se com esse trabalho demonstrar como o correto balanço cátion-aniônico dietético (BCAD) de dois alimentos úmidos pode favorecer um pH urinário ideal e como a mudança do alimento pode afetar os parâmetros sanguíneos.

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 animais foram alojados individualmente em gaiolas com bandejas para coleta separada de fezes e urina, de modo a não contaminar as amostras de urina. Os procedimentos experimentais para a realização do presente trabalho foram aprovados pela Comissão de Ética de Uso de Animais da mesma instituição (protocolo número 062/17).

Animais utilizados e tratamentos experimentais

Foram utilizados 12 gatos adultos, sem raça definida, com idade média de 5,0 anos, vacinados e vermifugados, com peso médio de $3,66 \pm 0,18\text{Kg}$, machos e fêmeas, pertencentes à população permanente do gatil experimental.

Para verificação da sanidade dos animais escolhidos, previamente ao início do experimento, todos os animais foram submetidos a coleta de sangue para avaliações bioquímicas e hematológicas. Todos os exames apresentaram-se dentro dos limites de referência.

Aos animais foram fornecidos, aleatoriamente, 2 alimentos úmidos naturais (A inicial e B inicial) como comercializados, por um período de 15 dias. Os níveis de garantia e enriquecimento apresentados pelo fabricante estão expressos na tabela 1. Após este período, foram fornecidas por um período de 15 dias, aos mesmos animais, aleatoriamente, os 2 alimentos úmidos naturais comerciais (A corrigido e B corrigido) modificados em conteúdo de minerais, onde se buscou favorecer um BCAD negativo, com intuito de diminuir o pH urinário. A composição dos alimentos está apresentada na Tabela 2.

O delineamento experimental foi em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com esquema de parcelas subdivididas, onde A inicial e B inicial apresentaram-se como parcelas e A corrigido e B corrigido como subparcelas.

Aproximadamente 600 gramas de cada alimento avaliado (antes e após a correção do BCAD) foram enviados ao Laboratório de Química Analítica do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, campus Jaboticabal, para determinação das concentrações dos minerais cálcio, fósforo, potássio, magnésio, sódio, cloro e enxofre. A análise da composição em macroatmentos apresenta-se na tabela 2.

A quantidade de alimento fornecida a cada animal foi estabelecida de acordo com suas necessidades energéticas diárias de manutenção, em kcal/dia, de acordo com o NRC (2006), utilizando-se a fórmula $100 \times \text{PV}^{0,67}$, para gatos. A quantidade total de alimento para cada animal foi fornecida em 2 refeições diárias, às 8 horas e às 17 horas e a água foi fornecida numa quantidade de 300mL uma vez ao dia e deixada à disposição dos animais por 24 horas para ser possível mensurar seu consumo diário.

Procedimento experimental

O período experimental teve duração de 30 dias, divididos em 2 períodos de 15 dias cada, sendo doze para adaptação dos animais às dietas experimentais e três para

coleta total de urina, conforme protocolo estabelecido pela ANFALPET (2008), que considera sete dias como tempo suficiente para que o alimento fornecido aos animais interfira nos valores de pH urinário.

Durante os dias 12, 13 e 14 de cada período foi realizada a coleta de urina para determinação de volume, densidade e pH urinário, utilizando-se para tal bandejas coletoras adaptadas às gaiolas.

No 15º dia de cada período experimental, às 8 horas, uma amostra de sangue (5 mL) de cada gato foi coletada, via punção venosa cefálica. As amostras de sangue foram enviadas a um laboratório de análises clínica comercial, situado em Lavras – MG, para avaliação de ureia, creatinina e colesterol total e frações.

Determinação do pH urinário

As determinações do pH, densidade e volume urinário foram realizadas durante três dias. Para a coleta de urina, foram utilizadas 2 bandejas, uma com furos para conter as fezes, sobre uma segunda bandeja inteira onde a urina ficava armazenada por 24 horas. Para preservar contra ação microbiana, foi adicionado 0,1g de timol às bandejas durante os períodos de coleta de amostra. O pH urinário foi mensurado às 8h por meio do peagâmetro digital de bancada da marca QUIMIS, modelo Q400A. A densidade urinária foi determinada por refratômetro portátil, marca Instrutherm, modelo RTP – 20ATC (São Paulo, São Paulo, Brasil). Após três dias de coleta de urina de cada animal, foi calculada a média para posterior análise estatística dos dados.

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

A partir da determinação das concentrações dos macronutrientes das dietas em teste (g/Kg de MS), o balanço cátion-aniônico dos alimentos foi calculado pela fórmula (equação 1) de Kinzle et al. (1991):

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

*balanço cátion-aniônico dietético calculado com enxofre

O pH urinário foi estimado com as equações propostas por Kinzle e Wilms-Eilers (1994) (equação 2) e Jeremias *et al.* (2013) (equação 3) para BCAD com enxofre. Os valores de pH urinário mensurado *in vivo* e o BCAD foram submetidos à análise de

regressão para designar a melhor correlação com os pH estimados pelas equações na literatura.

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

$$\text{pH} = 6,472 + 0,003 \times \text{BCADs} + 10^{-6} \times \text{BCADs}^2 \quad (3)$$

Análises Estatísticas

Os resultados foram analisados através do pacote estatístico *R Core Team* (2016). Para verificar o efeito dos tratamentos (alimentos com ou sem modificação) nas variáveis de interesse, foi aplicado o teste de médias de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, e ainda extraído o coeficiente de variação do experimento para cada variável. Para a variável pH foi feito o teste de correlação de Pearson, comparando os resultados obtidos com dados da literatura.

Resultados

A tabela 3 apresenta os valores de consumos diários de alimentos na matéria natural (MN) e na matéria seca (MS) e consumo diário de energia metabolizável (EM) na matéria seca.

Para consumo de alimento (MN), houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas entre as médias dos alimentos A e B. No consumo de alimento (MS) não houve diferença entre nenhum dos alimentos ($P > 0,05$). O consumo de EM dos alimentos foi maior para o alimento A inicial, comparado ao alimento A corrigido e também para os alimentos iniciais comparados aos corrigidos.

O consumo médio diário de água do alimento, água de bebida e água total estão apresentados na tabela 4. O consumo de água do alimento mostrou-se maior nas médias gerais dos alimentos B, comparado aos alimentos A. Já o consumo de água de bebida e consumo total de água foram maiores nos alimentos não modificados.

Na tabela 5 observa-se que os valores médios de densidade da urina dos animais recebendo os alimentos experimentais não diferiram significativamente ($P > 0,05$). Quanto ao volume urinário, os gatos que receberam o alimento A sem correção apresentaram valores maiores que os que consumiam o alimento A corrigido. Para os valores de pH *in vivo*, os alimentos A e B corrigidos apresentaram menores valores de pH, sendo que os

valores encontrados nos animais consumindo os alimentos A demonstraram-se menores que os dos animais que consumiram os alimentos B.

A correlação entre os valores de pH mensurados *in vivo* e o pH urinário predito por equações está apresentado na tabela 6. Com exceção ao alimento B corrigido, os valores de pH medidos *in vivo* apresentaram alta correlação com os preditos pelas equações sugeridas por Kienzle e Wilms-Eilers (1994) e por Jeremias *et al.* (2013).

As concentrações séricas de ureia e creatinina dos gatos após o consumo dos tratamentos experimentais (Tabela 7) mostraram que os animais que consumiram os alimentos sem correção apresentaram menores concentrações de ureia que os corrigidos e os que consumiram os alimentos B apresentaram valores maiores que os que consumiram os alimentos A. Para as concentrações séricas de creatinina, os animais que consumiram os alimentos A apresentaram maiores concentrações que os animais que consumiram os alimentos B.

Discussão

Apesar de em pequena quantidade e muito abaixo do limite máximo seguro estabelecido pelo NRC (2006) de 15g/Kg, as maiores quantidades de sódio observadas nos alimentos iniciais, A e B (1,84 e 1,92g/Kg MS, respectivamente), podem estar relacionadas ao maior consumo de água de bebida encontrado durante o fornecimento de ambos os alimentos. Carciofi *et al.* (2005) encontraram relação entre o maior consumo de água do alimento com o menor consumo de água de bebida quando compararam alimentos secos e enlatados, o que não pode ser observado no presente experimento. É possível que, por se tratarem de alimentos úmidos, a variação pouca do consumo de água no alimento não tenha sido suficiente para influenciar o consumo voluntário de água. No entanto, a considerável elevação de consumo de água em todos os alimentos estudados, demonstram a importância do consumo de alimento úmido como forma de melhorar a ingestão hídrica. Corroborando assim com o encontrado por Buckley *et al.* (2011), onde o alimento que possuía 73,3% de umidade resultou em maior consumo total de água.

Da mesma maneira que a maior quantidade de sódio é capaz de aumentar a ingestão voluntária de água, pôde-se observar neste estudo uma correlação da presença desse mineral com o maior volume de urina excretada pelos animais consumindo os alimentos iniciais (50,98mL) e corrigidos (39,72mL). Xu *et al.* (2008), também relacionaram a quantidade de sódio do alimento com o aumento do volume urinário dos

animais. Jeremias *et al.* (2013) também encontraram em seu trabalho, grande relação entre o consumo de sódio e o volume urinário de gatos, corroborando com o observado no presente trabalho.

A alta quantidade de água consumida e excretada em todos os tratamentos causado pelo consumo de alimento úmido, manteve baixos valores de densidade da urina, diluindo possíveis formadores de cálculos (BUCLEY, 2011).

Os dois alimentos corrigidos pelas concentrações de minerais foram capazes de acidificar a urina, diminuindo significativamente o pH urinário. No entanto, em nenhum dos casos, a mudança foi suficiente para levar o pH urinário à estreita faixa de valores (6,2 a 6,8) ideais para evitar a formação de urólitos descritos por Kruger e Allen (2000). Apenas o alimento A1 corrigido aproximou-se do pH urinário desejável, com pH de 6,88.

A determinação dos macrominerais das dietas e o valor calculado do BCAD mostram que nenhum dos alimentos do presente estudo apresentaram equilíbrio cátion-aniónico ideal, observando-se dietas muito negativas ou muito positivas. Kienzle *et al.* (1991) sugerem BCAD próximo de 0 mEq/Kg MS para evitar a formação de urólitos de estruvita, enquanto Jeremias (2009) recomenda que as dietas para gatos tenham um excesso de bases entre -20 e 40 mEq/Kg MS, no intuito de evitar a formação de urólitos em geral.

O alimento A corrigido proporcionou o menor valor de pH dentre os alimentos, o que pode ser explicado devido sua composição em macrominerais apresentar menores níveis de magnésio, cálcio e potássio, que são potenciais agentes alcalinizantes da urina (Makrweel *et al.*, 1998). Porém, o BCAD muito negativo apresentado por esse mesmo alimento contrapõe o encontrado por Wagner *et al.* (2006), onde o BCAD negativo apresentou urinas excessivamente ácidas, com pH entre 5,76 a 6,0, predispondo a formação de oxalato de cálcio.

Com exceção ao alimento B corrigido, houve alta correlação entre os valores de pH observado e os valores preditos pelas equações, demonstrando a importância desses métodos de predição do pH urinário para correta formulação.

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.

No presente estudo, os valores de ureia encontram-se superiores (37,0 a 43,83 mg/dL) aos descritos pelos referidos autores. Porém, apesar de acima dos valores de referência, estes valores não sugeriram um quadro de disfunção renal nos animais, pois

os mesmos não apresentaram alterações clínicas condizente com quadro de uremia. Além disso, os valores de creatinina sérica apresentaram-se dentro do intervalo recomendado, demonstrando que os níveis de ureia podem sofrer variações com dietas ricas em proteínas, típicas de felinos (Case *et al.*, 1998). Tal fato se reflete também nas diferenças encontradas entre as médias dos dois alimentos iniciais e dos dois alimentos corrigidos, onde os animais expostos aos alimentos que apresentam maiores níveis de proteína (corrigidos) apresentaram maiores valores de concentrações de ureia no sangue. Da mesma forma pôde ser observado nas médias dos alimentos A e B, quando os alimentos B, que possuem maiores quantidades de proteína, elevaram as concentrações séricas de ureia.

A concentração sérica de creatinina está correlacionada com a função dos rins, de modo que qualquer elevação do índice pode sugerir injúria renal (Lanis *et al.*, 2008; Cobrin *et al.*, 2013). Os valores séricos de creatinina dos animais avaliados durante o presente estudo apresentaram-se superiores para os animais consumindo os alimentos A, mantendo-se, porém, dentro dos valores normais estabelecidos. Desta forma, pode ser afirmado que a função renal destes foi preservada durante o experimento.

Conclusão

Conclui-se que a mudança do balanço cátion-aniônico dietético pela alteração do conteúdo de minerais da dieta é efetiva para modular o pH urinário.

Referências

Aldrich, G., 2008. Formulate feline diets for urinary tract health. *Feedstuffs*, Minnetonka, v. 80, n.53, p. 10 – 11.

Allen, T. A., Kruger, J. M., 2000. Enfermedade feline de las vias urinarias, in: Hand, M. S., Thatcher, C. D., Rmilar, R. L., Roubesh, p. (Eds.), *Nutrición clinica en pequeños animals*. 4 ed. Panamericana, Bogotá, p.811 – 845.

Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação – ANFALPET, 2008. Manual do programa integrado de qualidade pet. ANFALPET, São Paulo.

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

Biffington, C. A., 2008. Dry foods and risk of disease in cats. *The Canadian Veterinary Journal*, Ottawa, 49, 561 – 563.

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. 1984.

Boavista, A.C. I. P., 2015. A Obesidade Como Potencial Fator de Risco em 31 Casos de Doença do Trato Urinário Inferior Felino - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Faculdade de Medicina Veterinária. Lisboa.

Borges, F. M. O., Ferreira, W. N., 2004. *Nutrição de cães e gatos: uma visão industrial*. Lavras: UFLA/FAEPE, 90 p.

Buckley, C. M., Hawthorne, A., Colyer, A., & Stevenson, A. E. 2011. Effect of dietary water intake on urinary output, specific gravity and relative supersaturation for calcium oxalate and struvite in the cat. *British Journal of Nutrition*, 106(S1), S128-S130.

Buff, P. R., Carter, R. A., Bauer, J. E., & Kersey, J. H., 2014. Natural pet food: A review of natural diets and their impact on canine and feline physiology. *Jour. of Anim. Scien.*, 92, 3781-3791.

Camps, J. Magnesio, acidez orina y consumo de agua, em relacion con el complejo urinário del gato. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/jcamps/jcampsactpro/jcampsactpro_116.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.

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

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.

Coles, E.H. 1986. *Veterinary Clinical Pathology*. 4th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co. 516p

Correa, L. B., Zanetti, M. A., Ribeiro Del Claro, G., Alves de Paiva, F., Elmor, L. D., 2006. Balanço cátion-aniônico da dieta na composição do leite. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36, 1589 – 1593

Costa, A. A., 2008. Perfil hematológico e bioquímico sérico de gatos domésticos (*Felis catus* – Linnaeus, 1758), da raça persa e mestiços. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária – UFU, Uberlândia.

Fisher, M. M., 2011. Efeitos de diferentes fontes de fibra na digestibilidade de nutrientes, nas respostas metabólicas pós-prandiais e na saúde intestinal de gatos. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de agronomia – UFRGS, Porto Alegre.

Funaba, M., Tanaka, T., Kaneko, M., Iriki, T., Hatano, Y., Abe, M., 2001. Fich meal vs. corn gluten meal as a protein source dry cat food. *The Journal of Veter. Med. Scien.*, Tokyo, 63, 1355 – 1357.

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.

Hostutler, R. A.; Chew, D. J.; Dibartola, S. P., 2005. Recent concepts in feline lower urinary tract disease. *The Vet. Clinics of North America. Small Prac.*, Philadelphia, 35, 147 – 170.

Jeremias, T. J., 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.

Kaufmann, C; Neves, R. C; Habermann, J. C. A., 2011. Doença do trato urinário inferior dos felinos. *Anuário da Produção Científica dos Cursos de Pós-Graduação*, 4, 193-214.

Kienzle, E., Maiwald, E., 1998. Effects of vitamin C on urine pH in cats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutri.* 80, 134-139.

Kienzle, E., Schuknecht, A., Meyer, H., 1991. Influence of food composition on the urine pH in cats. *The Journal of Nutrition. Philadelphia*, 121, 87 – 88.

Lagoa, M. J. C., 2015. Clínica de animais de companhia. Universidade de Évora Escola de Ciências e Tecnologia Departamento de Medicina Veterinária. Mestrado integrado em Medicina Veterinária. Évora.

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

Matsuo, N., Tokimitsu, I., 2001. Metabolic characteristics of diacylglycerol. *Inform*, 12, 1098-1102.

Meyer, D.J., Coles, E.H., Rich, L.J. 1995. *Medicina de Laboratório Veterinária. Interpretação e Diagnóstico.* São Paulo: Editorial Roca. 308p.

Monferdini, R. P.; De Oliveira, J., 2009. Manejo nutricional para cães e gatos com urolitíase – revisão bibliográfica. *Acta Veterinaria Brasilica*, 3, 01-04.

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

Pereira, J. D. B., 2009. Doença do Trato Urinário Inferior dos Felinos (DTUIF): Aspectos Etiológicos, Diagnósticos e Terapêuticos. Universidade Federal Rural do Semi-Árido Belém.

Trevisan, L., Kessler, A. M., 2009. Lipídeos na nutrição de cães e gatos: metabolismo, fontes e uso em dietas práticas e terapêuticas. R. Bras. Zootec. 38, 15-25.

Umeda, T., Bauer, J. E., Otsuji, K., 2006. Weight loss effect of dietary diacylglycerol in obese dogs. J. Anim. Physiol. Anim. Nutri. 90, 208-215

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 – 411.

Tabelas e Figuras

Tabela 1. Níveis de garantia e enriquecimento mínimo por quilo de produto na matéria natural apresentados pelo fabricante

Nutrientes	A	B
Umidade (g)	750	750
Proteína Bruta (g)	110	110
Extrato Etéreo (g)	55	55
Matéria Fibrosa (g)	15	12
Matéria Mineral (g)	25	25
Ca mín. (g)	1,5	1,5
Ca máx. (g)	4,0	4,0
Fósforo Total mín. (g)	1,5	1,5
Energia metabolizável (Kcal)	1123	1123
Enriquecimento	Vitamina A 6300,00 UI; vitamina D3 530,00 UI; vitamina E 42,50 UI; vitamina K3 0,08mg; vitamina B1 4,20mg; vitamina B2 4,75mg; vitamina B6 3,20mg; vitamina B12 26,50mcg; ácido fólico 0,80g; biotina 0,10mg; ácido pantotênico 3,45mg; colina 1,30g; niacina 42,50mg; taurina 0,85g; zinco quelato 42,50mg; manganês quelato 14,20mg; selênio 0,06mg.	Vitamina A 6300,00 UI; vitamina D3 530,00 UI; vitamina E 42,50 UI; vitamina K3 0,08mg; vitamina B1 4,20mg; vitamina B2 4,75mg; vitamina B6 3,20mg; vitamina B12 26,50mcg; ácido fólico 0,80g; biotina 0,10mg; ácido pantotênico 3,45mg; colina 1,30g; niacina 42,50mg; taurina 0,85g; zinco quelatado 42,50mg; manganês quelatado 14,20mg; selênio quelatado 0,06mg

Tabela 2. Composição química (determinada), na matéria seca, dos tratamentos experimentais e balanço cátion-aniônico das dietas (BCAD)

Nutrientes	A inicial	A corrigido	B inicial	B corrigido
Umidade (%)	76,33	74,47	78,63	76,64
Proteína Bruta (%)	39,14	43,84	48,06	50,77
Extrato Etéreo (%)	32,40	28,99	22,52	16,82
Matéria Fibrosa (%)	1,18	1,32	1,19	1,73
Matéria Mineral (%)	4,54	3,83	5,08	5,90

Ca (g/Kg)	9,28	4,47	14,34	10,81
P (g/Kg)	5,15	5,68	5,45	5,82
K (g/Kg)	10,01	8,45	11,15	10,02
Mg (g/Kg)	0,90	0,70	0,89	0,89
Na (g/Kg)	1,74	1,79	1,66	1,55
Cl (g/Kg)	2,33	1,25	2,87	2,59
S (g/Kg)	4,76	5,08	6,30	6,01
BCAD (mEq/Kg MS)	172,27	-144,32	319,73	112,57
Energia Bruta (kcal/kg)	5,624	5,519	4,992	4,965
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	4,584	4,445	3,966	3,898

Tabela 3. Consumos médios diários de alimentos na matéria natural (MN) (g/dia) e na matéria seca (MS) (g/dia), consumo diário de energia metabolizável (EM) (Kcal/dia).

	Consumo de alimento (MN)			Consumo de alimento (MS)			Consumo EM		
	A	B	Média	A	B	Média	A	B	Média
Inicial	123,9	139,9	126,6	33,61	29,91	30,3	152,8 ^A	116,6	128,6 ^A
Corrigido	115,9	122,7	112,2	29,58	28,65	27,3	119,6 ^B	109,4	107,2 ^B
Média	107,5 ^B	131,3 ^A		28,35	29,28		122,77	113,03	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (P>0,05)

Tabela 4. Consumo diário de água do alimento, de bebida e total em mL/dia.

	Água do alimento			Água de bebida			Água total		
	A	B	Média	A	B	Média	A	B	Média
Inicial	95,8	110,03	96,3	73,4 ^A	71,1 ^A	72,14 ^A	163,6 ^A	181,1 ^A	171,58 ^A
Corrigido	84,96	95,03	90,45	37,4 ^B	34,84 ^B	34,55 ^B	122,36 ^B	129,8 ^B	126,10 ^B
Média	90,37 ^B	102,53 ^A		56,86	52,96		135,44	155,49	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (P>0,05)

Tabela 5. Valores médios de volume urinário (mL), densidade (g/dL) e pH urinário dos animais recebendo os tratamentos experimentais.

Volume	Densidade	pH
--------	-----------	----

	A	B	Média	A	B	Média	A	B	Média
Inicial	59,31 ^A	43,83	50,98 ^A	1,015	1,017	1,016	7,77 ^A	8,36 ^A	8,06 ^A
Corrigido	40,44 ^B	39,0	39,72 ^B	1,017	1,019	1,018	6,88 ^B	7,19 ^B	7,03 ^B
Média	49,88	40,81		1,016	1,018		7,33 ^B	7,77 ^A	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($P > 0,05$)

Tabela 6. Correlação entre pH observados *in vivo* e pH urinário predito pelas equações de Kienzle e Wilms-Eilers (1994) e por Jeremias (2009).

	pH Kienzle e Wilms-Eilers		pH Jeremias	
	A	B	A	B
Inicial	0,9980*	0,9999*	0,9989*	0,9999*
Corrigido	0,9998*	0,4332	0,9999*	0,2829

Médias seguidas por *, na mesma coluna, possuem alta correlação com pH observado pelo teste de Pearson ($P < 0,05$)

Tabela 7. Concentrações séricas de ureia, creatinina, em mg/dL dos gatos após o consumo dos tratamentos experimentais.

	Ureia			Creatinina		
	A	B	Média	A	B	Média
Inicial	37,0	40,67	38,83 ^B	1,33	1,15	1,24
Corrigido	40,67	43,83	42,25 ^A	1,5	1,1	1,30
Média	38,83 ^B	42,25 ^A		1,42 ^A	1,12 ^B	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ($P > 0,05$)

ANEXOS

Tabela 1A. Composição básica dos alimentos úmido para gatos apresentadas pelo fabricante.

Alimento G1	Alimento G2
Carne bovina	Peito de frango
Coração bovino	Moela de frango
Língua bovina	Coração bovino
Batata doce	Inhame
Cenoura	Cenoura
Ervilha	Abobrinha
Abobrinha	Brócolis
Óleo de girassol	Ervilhas
Carbonato de cálcio	Óleo de girassol
Lecitina de soja	Carbonato de cálcio
Alga nori	Premix vitamínico
	Premix mineral
	Lecitina de soja
	Alga nori

Tabela 2A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de alimento (MN).

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	3395,90	3395,90	8,9615	0,0134*
Erro (a)	10	20692,80	2069,30		
Modificada	1	1255,20	1255,20	3,3125	0,0987
Ração*Modificada	1	48,10	48,10	0,1270	0,7289
Erro (b)	10	3789,40	378,90		
Total	23				
CV (%)	16,31				

Tabela 3A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de alimento (MS).

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	5,10	5,15	0,2400	0,6350
Erro (a)	10	1295,10	129,51		
Modificada	1	54,90	54,94	2,5590	0,1407

Ração*Modificada	1	18,60	18,63	0,8680	0,3735
Erro (b)	10	214,70	21,47		
Total	23				
CV (%)	16,08				

Tabela 4A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de energia metabolizável.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	569,86	569,86	1,8602	0,2036
Erro (a)	10	22624,30	2262,43		
Modificada	1	2733,60	2733,64	8,8754	0,0138
Ração*Modificada	1	1200,20	1200,22	3,8968	0,0466
Erro (b)	10	3080,00	308,00		
Total	23				
CV (%)	14,88				

Tabela 5A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de água do alimento.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	3445.80	3445.80	15.6970	0.0026
Erro (a)	10	11576.60	1157.70		
Modificada	1	794.60	794.60	3.6198	0.0862
Ração*Modificada	1	73.20	73.20	0.3336	0.5763
Erro (b)	10	2195.20	219.50		
Total	23				
CV (%)	16,36				

Tabela 6A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de água de bebida.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	91,00	91,00	0,1040	0,7541
Erro (a)	10	8659,00	866,00		
Modificada	1	9947,00	9947,00	11,295	0,0072
Ração*Modificada	1	117,00	117,00	0,133	0,0423
Erro (b)	10	8807,00	881,00		
Total	23				
CV (%)	54,04				

Tabela 7A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de água total.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
-------------------	--------------------	-------------------	----------------	---------	--------

Ração	1	2412.80	2412.80	2.8946	0.1197
Erro (a)	10	11612.90	1161.30		
Modificada	1	16365.50	16365.50	19.63	0.0012
Ração*Modificada	1	5.00	5.00	0.0061	0.9394
Erro (b)	10	8335.70	833.6		
Total	23				
CV (%)	19,85				

Tabela 8A. Análise de variância e coeficiente de variação para volume urinário.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	3619,30	3619,30	2,0733	0,1804
Erro (a)	10	24574,60	2457,50		
Modificada	1	18726,70	18726,70	10,7274	0,0083
Ração*Modificada	1	4950,40	4950,40	2,8358	0,1230
Erro (b)	10	17456,90	1745,70		
Total	23				
CV (%)	66,48				

Tabela 9A. Análise de variância e coeficiente de variação para densidade da urina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	15,04	15,04	0,7160	0,4173
Erro (a)	10	191,08	19,10		
Modificada	1	40,04	40,04	1,9060	0,1975
Ração*Modificada	1	0,38	0,38	0,0179	0,8964
Erro (b)	10	210,08	21,00		
Total	23				
CV (%)	0,45				

Tabela 10A. Análise de variância e coeficiente de variação para pH urinário.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	1,19	1,19	18.7484	0,0014
Erro (a)	10	1,09	0,11		
Modificada	1	6,39	6,39	100,5542	0,0001
Ração*Modificada	1	0,12	0,12	1,8268	0,2062
Erro (b)	10	0,64	0,06		
Total	23				
CV (%)	3,34				

Tabela 11A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração sérica de ureia.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
-------------------	--------------------	-------------------	----------------	---------	--------

Ração	1	70,04	70,04	11,1030	0,0076
Erro (a)	10	516,42	51,64		
Modificada	1	70,04	70,05	11,1030	0,0076
Ração*Modificada	1	0,37	0,38	0,0594	0,8123
Erro (b)	10	63,08	6,30		
Total	23				
CV (%)	6,19				

Tabela 11A. Análise de variância e coeficiente de variação para concentração sérica de creatinina.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Soma de quadrados	Quadrado médio	F calc.	Pr(>t)
Ração	1	0,5104	0,5104	19,3218	0,0013
Erro (a)	10	0,7642	0,0764		
Modificada	1	0,0204	0,0204	0,7729	0,3999
Ração*Modificada	1	0,0704	0,0704	2,6656	0,1335
Erro (b)	10	0,2641	0,0264		
Total	23				
CV (%)	12,78				