

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Zootecnia
Colegiados dos Cursos de Pós-Graduação

**EXCREÇÃO HÍDRICA, pH URINÁRIO E DIGESTIBILIDADE
DE DIETA COM INCLUSÃO CRESCENTE DE ÁGUA
EM GATOS ADULTOS**

Bárbara Carriel Benitez

MINAS GERAIS
BELO HORIZONTE
2010

BÁRBARA CARRIEL BENITEZ

**EXCREÇÃO HÍDRICA, pH URINÁRIO E DIGESTIBILIDADE DE DIETA COM
INCLUSÃO CRESCENTE DE ÁGUA EM GATOS ADULTOS**

Dissertação apresentada à UFMG, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.
Área de Nutrição Animal
Orientador: Prof. Dr. Walter Motta Ferreira

BELO HORIZONTE
UFMG - ESCOLA DE VETERINÁRIA
2010

B467e Benitez, Bárbara Carriel, 1984-

Excreção hídrica, ph urinário e digestibilidade de dieta com inclusão crescente de água em gatos adultos / Bárbara Carriel Benitez. – 2010.

56 p. : il.

Orientador: Walter Motta Ferreira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Gato – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta em veterinária – Teses.
3. Digestibilidade – Teses. I. Ferreira, Walter Motta. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

1. CDD – 636.808 5

Dissertação defendida e aprovada em 15 de Março de 2010, pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Walter Motta Ferreira
(Orientador)

Prof. Dalton de Oliveira Fontes

Dr. Leonardo Boscoli Lara

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, pelos estímulos que me impulsionaram a buscar vida nova a cada dia. Meus agradecimentos por terem aceitado se privar de minha companhia pelos estudos, concedendo a mim a oportunidade de me realizar ainda mais.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos educadores da minha vida, mãe e pai pela paciência em tolerar a minha ausência e por construírem a minha educação pessoal.

À minha irmã, pelo apoio incondicional.

Aos mestres da Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Lavras e Universidade de Uberaba que incentivaram meu crescimento profissional.

Ao meu orientador Walter Motta Ferreira pelo incentivo, simpatia e presteza no auxílio às atividades.

À minha coorientadora Flávia Maria de Oliveira Borges Saad pelos estímulos que me impulsionaram a crescer a cada dia e por suprir eventuais falhas.

Aos amigos da equipe de nutrição de cães e gatos pela espontaneidade na troca de informações e materiais, numa rara demonstração de amizade e solidariedade.

Aos vinte e cinco gatos que possibilitaram este meu crescimento.

À Fundação de Ensino e Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG- pelo incentivo e concessão da bolsa de estudos.

E, finalmente, a DEUS pela oportunidade e pelo privilégio que me foi dado em compartilhar tamanha experiência e, ao freqüentar este curso, perceber e atentar para a relevância de temas que não faziam parte, em profundidade, da minha vida.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Equilíbrio Hídrico.....	17
2.2 Necessidades de água para gatos em manutenção	18
2.3 Fontes de água.....	19
2.3.1 Água de bebida.....	19
2.3.2 Água dos alimentos.....	20
2.3.3 Água metabólica.....	21
3. Perdas de água	21
3.1 Respiração	21
3.2 Excreção via urinária	21
3.3 Excreção via fecal	22
4. Etiopatogenia da doença do trato urinário inferior dos felinos: fatores dietéticos relacionados	22
5. Coadjuvantes da função renal: análises laboratoriais	28
5.1 Análise da urina	28
5.2 pH urinário.....	29
5.3 Concentrações séricas de uréia e creatinina	32
6. Proteína e Balanço Nitrogenado	32
7. Toxicidade em cães e gatos	34
8. MATERIAIS E MÉTODOS	34
8.1 Local e instalações.....	34
8.2 Conduta diagnóstica	35
8.3 Grupos experimentais	36
8.4 Procedimento experimental	38
9. Análises estatísticas	41
9.1 Modelo Estatístico.....	41
10. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
11. CONCLUSÃO	49
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
13. ANEXOS	53
Anexo 1. Resumo da análise de variância para os valores de consumo na matéria natural segundo os tratamentos	53

Anexo 2. Resumo da análise de variância para os valores de consumo na matéria seca segundo os tratamentos.	53
Anexo 3. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água do alimento segundo os tratamentos.	53
Anexo 4. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água do alimento segundo os tratamentos.	54
Anexo 5. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água de bebida segundo os tratamentos.	54
Anexo 6. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água total segundo os tratamentos.	54
Anexo 7. Resumo da análise de variância para os valores de excreção na matéria natural segundo os tratamentos.	54
Anexo 8. Resumo da análise de variância para os valores de excreção na matéria seca segundo os tratamentos.	54
Anexo 9. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de água nas fezes segundo os tratamentos.	54
Anexo 10. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de água nas fezes segundo os tratamentos.	54
Anexo 11. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de urina segundo os tratamentos.	54
Anexo 12. Resumo da análise de variância para os valores de digestibilidade da matéria seca segundo os tratamentos.	55
Anexo 13. Resumo da análise de variância para os valores de ingestão de energia bruta segundo os tratamentos.	55
Anexo 14. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de energia bruta segundo os tratamentos.	55
Anexo 15. Resumo da análise de variância para os valores de energia absorvida segundo os tratamentos.	55
Anexo 16. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de energia bruta na urina segundo os tratamentos.	55
Anexo 17. Resumo da análise de variância para os valores de retenção de energia bruta segundo os tratamentos.	55
Anexo 18. Resumo da análise de variância para os valores de energia metabolizável segundo os tratamentos.	55
Anexo 19. Resumo da análise de variância para os valores de matéria seca na urina segundo os tratamentos.	55
Anexo 20. Resumo da análise de variância para os valores de pH inicial segundo os tratamentos.	56
Anexo 21. Resumo da análise de variância para os valores de pH final segundo os tratamentos.	56

Anexo 22. Resumo da análise de variância para os valores densidade inicial segundo os tratamentos.	56
Anexo 23. Resumo da análise de variância para os valores densidade final segundo os tratamentos.	56
Anexo 24. Resumo da análise de variância para os valores de digestibilidade da proteína bruta segundo os tratamentos.	56
Anexo 25. Resumo da análise de variância para os valores do balanço nitrogenado segundo os tratamentos.	56
Anexo 26. Resumo da análise de variância para os valores balanço hídrico segundo os tratamentos.	56
Anexo 27. Resumo da análise de variância para os valores excreção total de água segundo os tratamentos.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Valores metabólicos para nutrientes básicos	21
Tabela 2.	Valores máximos de concentração de urina em vários mamíferos.....	22
Tabela 3	Intervalos de pH urinário de gatos recomendados pela Anfalpet.....	30
Tabela 4	Temperaturas (T°C) e umidades relativas (UR%) mínimas e máximas durante a colheita dos dados.....	35
Tabela 5	Níveis de garantia e composição básica, apresentados no rótulo da ração comercial úmida utilizada como alimento controle.....	37
Tabela 6	Níveis de garantia e composição básica, apresentados no rótulo da ração comercial seca utilizada como alimento controle.....	37
Tabela 7	Tratamentos do ensaio experimental.....	38
Tabela 8	Valores médios do consumo na matéria seca (CONSMS), do consumo de água do alimento (CONSAA), consumo de água de bebida (CONSAB), consumo de água total (CONSATO) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	42
Tabela 9	Valores médios de excreção urinária (EXCUR), excreção fecal na matéria seca (EXCMS) e água nas fezes (AGUAF) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	43
Tabela 10	Valores médios da excreção total de água (EXCTO) e balanço hídrico parcial (BH) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	44
Tabela 11	Valores médios do coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDAMS %), proteína bruta (CDAPB %) e Balanço Nitrogenado (BN g/dia) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	45

Tabela 12	Valores médios ingestão de energia bruta (INGEB/animal/dia) excreção de energia bruta (EXCREB), energia bruta absorvida (ENEAB/animal/dia) e retenção de energia bruta (RETEB/animal/dia) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	46
Tabela 13	Valores médios de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) (Kcal/Kg) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	47
Tabela 14	Valores médios densidade inicial – DINICIAL e final – DFINAL para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	48
Tabela 15	Mediana pH inicial e final para gatos adultos nos diferentes tratamentos.....	48
Tabela 16	Medianas do pH inicial e final nos diferentes tratamentos.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS

% – Porcentagem
AAFCO - *Association Of American Feed Control Officials*
ADH - Hormônio Antidiurético
AGUAF – Água nas fezes
ANFALPET – Associação Nacional de Fabricantes de Alimentos Pet
AOAC - *Association of Official Analytical Chemists*
BCAD - Balanço Cátion-Aniônico Dietético
BH – Balanço Hídrico
CDA - Coeficiente de Digestibilidade Aparente
CDA - Coeficientes de Digestibilidade Aparente
CDAMS - Digestibilidade Aparente da MS
CDAMS coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca
CDAPB proteína bruta
CENAC - Centro Experimental de Animais de Companhia
cm – centímetros
cm³ – centímetros cúbicos
CONSAA - Consumo de água do alimento
CONSAB - Consumo de água de bebida
CONSATO – Consumo de água total
CONSMN – Consumo na matéria natural
CONSMS - Consumo na matéria seca
d - Dia
DINICIAL - Densidade inicial
DMDIA - Densidade final
DTUI - Doença do Trato Urinário Inferior
EB - Energia Bruta
EB - Excesso de Base
EE – Extrato Etéreo
EM – Energia Metabolizável
EMAMS - Energia Metabolizável Aparente na MS
ENEAB - Energia Bruta absorvida
EXCMS – Excreção Fecal Média de Matéria Seca
EXCREB - Excreção de Energia Bruta
EXCTO – Excreção total de água
EXCUR - Excreção Urinária
g – Grama(s)
h – Horas(s)
INGEB - Ingestão de Energia Bruta
Kcal – Quilocaloria(s)
kg – Quilograma(s)
LEC - líquido extracelular
L-Met - L- metionina
m² - Metro quadrado

máx. - Máximo
mg – Miligrama(s)
MG – Minas Gerais
mín. - Mínimo
mL – Mililitro(s)
mm - milímetro
mm³ – Milímetro(s) cúbico(s)
MN – Matéria Natural
mOsm – Miliosmóis
MS - matéria seca
N – Nitrogênio
NaCl – Cloreto de sódio
NEM – Necessidade energética de manutenção
NF – Nitrogênio Fecal
NH₄Cl - Cloreto de amônio
NU – Nitrogênio Urinário
° C – Graus centígrados
PB - Proteína Bruta
PCRS - Potencial Carga Renal de Solute
pH - Potencial hidrogeniônico
r - Correlação
RETEB - Retenção de Energia Bruta
SAS - *Statistical Analysis System*
UFLA - Universidade Federal de Lavras
UR - Umidade Relativa

RESUMO

O estudo objetivou avaliar a excreção hídrica, pH urinário e digestibilidade de dietas com inclusão crescente de água em 25 felinos machos e fêmeas com idade média 3 anos, divididos em 5 grupos com 5 diferentes tratamentos, delineados inteiramente ao acaso. Os tratamentos foram: ração úmida, ração seca e a mesma ração seca com inclusão crescente de água 1:1, 1:2 e 1:3. Os animais foram submetidos à avaliação clínica e laboratorial previamente ao experimento para certificar saúde do trato urinário. Avaliou-se: peso, peso metabólico, necessidade energética, consumo de alimento, de água total, excreção fecal, água nas fezes, excreção total de água, balanço hídrico e excreção de energia bruta na urina ($p>0,05$). Excreção urinária, excreção fecal na matéria seca, ingestão, absorção e retenção de energia bruta, energia digestível e metabolizável, digestibilidade da matéria seca e proteína bruta, pH inicial e final, consumo de matéria seca, água do alimento e de bebida apresentaram diferença estatística ($p<0,05$). O balanço nitrogenado apresentou diferença ao nível $p>0,06$. Concluiu-se que o gato tem efetiva adaptação hídrica frente às mudanças de umidade da dieta. Houve influência direta da umidade da dieta para com o volume urinário ($p<0,05$), mas não para com o declínio do pH urinário ($p>0,05$).

Palavras chaves: felinos, ração, balanço hídrico.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the water excretion, urinary pH and digestibility of diets with increasing inclusion of water in 25 male and female cats with a mean age 3 years, divided into 5 groups with 5 different treatments, completely randomized design. The treatments were: moist diet, dry food and the same dry food with increasing inclusion of water 1:1, 1:2 and 1:3. The animals underwent clinical and laboratory evaluation prior to trial to ensure urinary tract health. We evaluated: weight, metabolic weight, energy needs, food consumption, total water, fecal, faecal water, total water excretion, water balance and gross energy excretion in urine ($p > 0.05$). Urinary excretion, fecal excretion in the dry matter intake, absorption and retention of gross energy, digestible and metabolizable energy, digestibility of dry matter and crude protein, initial and final pH, dry matter intake, water, food and beverage statistical difference ($p < 0.05$). Nitrogen balance was different at $p > 0.06$. It was concluded that the cat has water front effective adaptation to changes of moisture in the diet. There was a direct influence of moisture to the diet with the urinary volume ($p < 0.05$) but not for the decline in urine pH ($p > 0.05$).

Keywords: felines, food, water balance.

2. INTRODUÇÃO

Um manejo nutricional correto é de extrema importância no tratamento e prevenção da Doença do Trato Urinário Inferior de Felinos (DTUIF). Em casos que resultam em urolitíase com formação de urólitos, estes podem ser de composição mineral variável. Em muitos casos, os cálculos se compõem, sobretudo, de estruvita, pequenas matérias sólidas que contêm magnésio, amônio e fosfato; sendo o segundo mais comum os urólitos de oxalato de cálcio. Enquanto o pH alcalino leva a formação de urólitos de estruvita, os urólitos de oxalato de cálcio são formados em pH ácido. Uma acidificação correta através do uso de acidificantes na dieta pode corrigir esse efeito de alcalinização do pH urinário dos animais e como consequência diminuir o risco de ocorrência de DTUIF (CASE et al., 1998; CARCIOFI et al., 2007).

Muitos fatores de risco estão envolvidos no aparecimento da enfermidade, incluindo castração em ambos os sexos, devido às mudanças metabólicas que ocorrem após esse procedimento, já que o aumento do risco é igual para machos e fêmeas, obesidade, baixo consumo de água e dieta com base em alimentos secos, sendo, portanto, considerada de etiologia multifatorial (WOUTERS et al., 1998). WOUTERS (1998) cita a mudança anatômica na uretra peniana dos machos como outro fator de risco, porém, o mesmo não foi encontrado por WILLEBERG (1981).

Em geral, a reação ácido-alcalina (pH) para gatos quando normal é ácida, considerando que consomem dietas com alto conteúdo protéico ou que se alimentam de rações derivadas principalmente de proteína animal. Portanto, o teor de proteína da dieta está correlacionado com a

formação desses urólitos, pois, a urina é o meio de excreção mais importante para produtos do metabolismo da proteína. Além disso, a entrada dietética da proteína tem correlação positiva com o volume urinário, sendo a uréia, creatinina e a amônia os metabólitos principais excretados (ZENTEK & SCHULS, 2004).

A dieta e as práticas alimentares representam fatores de risco importantes para a DTUIF. Esses fatores incluem propriedades acidificantes dos alimentos, nível de magnésio na dieta, balanço de líquidos, afetado pela digestibilidade e densidade calórica da dieta, e intervalo entre alimentações (CASE et al., 1998).

Outro fator relacionado a um maior ou menor risco da enfermidade é o tipo de dieta: alimento seco, semi-úmido ou úmido. Como supracitado, a composição desse alimento também é de suma importância, pois, pelo processo de oxidação de carboidratos, gorduras e proteínas temos a produção de água no organismo, sendo esta denominada de água metabólica, que contribui grandemente para o equilíbrio hídrico do animal (ZENTEK & SCHULS, 2004).

As funções da água no corpo são muitas. Uma delas é servir como solvente para vários processos químicos intracelulares e extracelulares, além disso, é o maior componente da maioria dos tecidos e fluidos do corpo. Como o principal componente do sangue, a água facilita o transporte de oxigênio e nutrientes para todas as partes do corpo, para digestão normal do alimento, termorregulação, e excreção dos dejetos na urina e fezes (CASE et al., 1998).

Embora a água seja um nutriente essencial é talvez o menos discutido com respeito a exigências dietéticas. A água é frequentemente disponível para cães e gatos separadamente das rações diárias

remanescentes. Como resultado, sua contribuição para a dieta total é largamente ignorada e frequentemente não é considerada como um componente crítico de formulação dietética. Apesar desses fatos, sua função é vital para o funcionamento de todas as células vivas (Nutrient..., 2006).

Sendo assim, a água exerce importante ação no aparecimento da DTUIF, pois um maior consumo de água pelo animal provocará uma diluição urinária resultando em um maior volume e uma menor densidade, diminuindo um fator de risco ao surgimento da enfermidade (ZENTEK & SCHULS, 2004).

Devido sua origem desértica, os gatos possuem alta capacidade de adaptação em longos períodos de falta de água, resultando em uma maior habilidade em concentrar urina em relação a outras espécies, tais como o cão e o homem. Além disso, os gatos toleram melhor a desidratação do que outras espécies (Nutrient..., 1986).

Porém, essa alta capacidade de concentrar urina pode acometer o trato urinário desses animais. Fatores como pH urinário e a ingestão adequada de água podem prevenir a alta concentração de urina, evitando uma situação de transtorno fisiológico ao animal (WILLS & SIMPSON, 1994; CASE et al., 1998).

A ingestão de água não só pode ser alterada devido à quantidade presente na dieta, mas sim pela sua composição em relação à maior quantidade de proteínas e/ou minerais. O aumento desses nutrientes pode aumentar a carga solúvel e subsequente grau de consumo de água e produção de urina (WILLS & SIMPSON, 1994; FUNABA et al., 1996).

Além da água fornecida através das dietas, uma fonte constante de água de bebida é extremamente importante e pode

variar consideravelmente dependendo das condições ambientais, da saúde e do tipo da dieta. Sob algumas circunstâncias, o gato, pode parecer beber pouca água voluntariamente (Nutrient..., 2006).

A água é perdida do corpo principalmente pela urina e fezes, mas também existem as perdas insensíveis: evaporação respiratória, membranas mucosas dos olhos, boca e através da pele. Os gatos perdem quantidades grandes de água durante doenças, especialmente com o acometimento do sistema digestivo que geram quadros de diarreia e vômito, portanto a água perdida deve ser substituída constantemente (RICE, 1997).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a excreção hídrica, pH urinário e digestibilidade de dietas com inclusão crescente de água em gatos adultos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Equilíbrio Hídrico

As duas funções principais dos rins são: excreção dos produtos residuais do metabolismo e a regulação do volume e da composição do meio interno do organismo, o líquido extracelular (CASE et al., 1998).

Diariamente, em qualquer animal, o conteúdo de água corporal é relativamente constante, havendo equilíbrio hídrico uma vez que a ingestão de água é igual à excreção. A excreção de água sem a sua ingestão causaria hiperosmolaridade do líquido extracelular (LEC) enquanto que a ingestão de água sem a sua excreção causaria uma hiposmolaridade. A fim de prevenir qualquer uma delas, a osmolalidade plasmática é mantida dentro de limites estreitos, por ajustes apropriados da ingestão e excreção de água. Esses ajustes

são governados por centros no hipotálamo que influenciam tanto a secreção de hormônio antidiurético, o ADH (excreção de água) quanto a sede (ingestão de água). Havendo sobrecarga de água, ou seja, quando a ingestão é maior que a excreção, o LEC é diluído, causando hiposmolaridade. As respostas dos osmorreceptores no hipotálamo é inibir a secreção de ADH e, subseqüentemente, aumentar a excreção de água, retornando a osmolalidade ao normal. Quando a perda de água supera a ingestão de água, o LEC se concentra, levando à hiperosmolaridade. A hiperosmolaridade do LEC não apenas estimula maior secreção de ADH como a excreção de água é reprimida, estimulando também a sede (DUKES, 1996).

Tipicamente, os organismos são constituídos de 70 a 90% de água. Na verdade o metabolismo normal pode ocorrer quando o organismo possui no mínimo 65% de água celular (Nutrient..., 2006).

A maioria dos íons e moléculas que compõem a matéria viva tem relações químicas e físicas com a água e o número de compostos químicos que podem ser dissolvidos em solução aquosa é excepcionalmente grande. A água não supre apenas a matriz na qual ocorrem todos os processos vitais, mas também participa significativamente de tais processos (Nutrient..., 2006).

A água se move de maneira passiva no animal por difusão osmótica e é envolvida em diversos processos, incluindo a fosforilação, ligações de peptídeos, e a atividade de enzimas oxidativas (MURPHY, 1992). Portanto, o movimento da água é um processo passivo transmembranar, controlado pelos gradientes osmóticos resultantes dos solutos iônicos e não iônicos. A taxa de transporte da água ou da permeabilidade da

membrana epitelial é determinada pela composição da membrana; por exemplo, a membrana pode consistir em camadas finas de lipídeos, resultando em permeabilidade elevada ou pode conter colesterol elevado, o que leva à permeabilidade baixa (NISHIMURA & FAN, 2003).

Como foi dito anteriormente, a água é obtida por ingestão ou como um produto final do metabolismo celular, cuja maior parte das vias de perda ou ganho de água não é controlada em razão do conteúdo de água corporal. Apenas a ingestão de água e a excreção pela urina são controladas a fim de regular o volume de água corporal (DUKES, 1996).

3.2 Necessidades de água para gatos em manutenção

Devido ao fato de gatos parecem ser capazes de tolerar desidratações e concentrar urina com maior capacidade que muitas espécies (Nutrient..., 2006), o requerimento de água pode ser menor para gatos que para cães. Estudos mensurando água ingerida por gatos, a razão de água-caloria (contando água livre e combinada, mas não metabólica) foi de aproximadamente 0,6. Incluindo uma estimativa para a água metabólica, aumentou a razão para aproximadamente 0,7. Porém, a razão água-caloria para gatos alimentados com dietas comerciais enlatadas foi mais alta, aproximadamente 0,9 (1,0 quando a estimativa para água metabólica é incluída). Desde que gatos não demonstrem efeitos adversos em razões menores, isso pode refletir uma relativa diurese (SEEFELDT e CHAPMAN, 1978; FINCO et al., 1986).

Os mesmos cálculos usados para a água necessária para manutenção em cães também podem ser aplicados para gatos, com entendimento de que eles podem ter

uma maior tendência para superestimar necessidades verdadeiras e individuais, os gatos saudáveis podem consumir muito menos que o calculado (Nutrient..., 2006).

É raro que gatos sejam mantidos em ambientes com condições extremas, como alguns cães o são, e muito mais raro esperar deles que façam prolongados e vigorosos exercícios. Portanto, os efeitos desses fatores requerem menor consideração para gatos que para cães. Uma estimativa do requerimento de ingestão de água em resposta ao calor, derivado de estudos de perdas por evaporação em gatos expostos a várias temperaturas ambientes, é de aproximadamente 8 a 12 mL/Kg/PV^{0,67} a uma temperatura de 35° C (ADAMS et al., 1970; DORIS & BAKER, 1981 citado por Nutrient..., 2006). Desta forma, gatos mantidos livres continuamente em climas muito quentes, podem ter suas necessidades aumentadas. A razão calórica 1:1 de água: EM, adapta-se bem na maioria das circunstâncias, com necessidades adicionais em casos de altas temperaturas ambientais. Previsões de duas vezes mais a quantidade estimada para o estágio de vida, condições ambientais, é uma quantidade sensata, de forma que todas as necessidades são cobertas e o animal pode livremente regular a ingestão (Nutrient..., 2006).

2.3 Fontes de água

2.3.1 Água de bebida

Os cães diferem dos gatos no comportamento e com relação à ingestão de água. O primeiro bebe água mais freqüentemente durante o dia e só quando privados severamente de água bebem a noite, visto que os gatos como é de se esperar de seu comportamento noturno, bebem mais água durante a noite. A perda de água celular é tão importante quanto o aumento da concentração osmótica dos

fluidos corporais, e ambos os cães e gatos com deficiência de cloreto de sódio continuarão a beber água quando os fluidos corporais são hipotônicos e a água extracelular é reduzida.

Gatos saudáveis bebem em média 20 a 40 ml/Kg/dia, podendo este parâmetro ser muito variável relacionado a vários fatores incluindo a preferência pelo tipo da dieta, seca ou úmida (HOUSTON, 2006). BARTGES (2000) cita como ingestão normal de água a de aproximadamente 60 a 80 mL/Kg/dia, mostrando a grande variação deste dado entre autores.

O cão, entretanto, parece apresentar uma resposta mais eficaz e completa no consumo de água, reabastecendo exatamente um déficit de água de até 8% de peso corporal em alguns minutos. Os gatos não o fazem desta maneira, mesmo que para suprir perdas de 4% do peso corporal (ANDERSON, 1982). Entretanto MARKWELL e colaboradores em 1998 observaram após exporem cães e gatos a uma temperatura de 48°C que cães repuseram perdas de águas moderadas, mas não severas, tão rápidos como os gatos. Entretanto, ambas as espécies ingeriram mais água proporcionalmente que os humanos, quando a desidratação excedeu 5%.

Em contraste a isso, THRALL & MILLER (1976) não encontraram diferenças no balanço hídrico de gatos alimentados com diferentes tipos de alimento.

Quando o consumo de alimento é limitado, a maioria das espécies reduz de forma acentuada o consumo de água durante o primeiro dia de jejum, mas há uma recuperação de 40 a 50% do normal durante dias subseqüentes (KLEITMAM, 1972 citado por ANDERSON, 1982).

O volume de água ingerida varia consideravelmente dependendo do tipo da

dieta, das condições do animal e ambientais. Se o animal está sadio, a água ingerida pode ser para mantê-lo refrescado (CASE et al., 1998; OSBORNE et al., 2000). Além disso, alimentação periódica *versus* contínua em gatos resultou numa diminuição no consumo tanto de água quanto de comida (FINCO et al., 1986).

Tem sido demonstrado que gatos alimentados com dietas contendo quantidades diferentes de umidade bebem quantidades muito diferentes de água. Numerosos trabalhos mostram esse resultado, justificam essa diferença devido a mudanças na potencial carga renal de soluto (PCRS), nitrogênio e minerais gerados pelas dietas fornecidas que obrigatoriamente precisam ser excretados através da urina. O PCRS tem sido estimado pela uréia mais o conteúdo de sódio, cloro, potássio e fósforo. (MARKWELL et al., 1998). O cálculo do PCRS revela que a maioria das dietas induz mudanças na ingestão de água (BURGER et al., 1980).

O aumento da concentração de água na dieta, a adição de agentes flavorizantes como o tabletes de caldos, suco de atum ou mariscos (BARTGES, 2000) e uso de fontes de água, aumenta o volume de água ingerida nessa espécie (CASE et al., 1998; OSBORNE et al., 2000). Porém, esses fluidos devem ser complementares a ingestão de água e não como substitutos. A influência desses do conteúdo mineral desses complementos deve ser considerada. Por exemplo, os caldos de frango contem grande quantidade de sódio. (BARTGES, 2000).

2.3.2 Água dos alimentos

A quantidade de água do alimento varia grandemente. Ambos os cães e gatos podem viver por períodos longos com alimentos à base de carne ou peixe, os quais

possuem de 67 a 73% de água, sem ingestão de água de bebida, mas os gatos alimentados com carne parcialmente desidratada (59 a 63% de água) requerem ingestão de água de bebida (ANDERSON, 1982).

A água é metabolicamente disponível dos alimentos líquidos e sólidos. O alimento para gato enlatado, por exemplo, contém de 72 a 80% de água. As quantidades menores de água são fornecidas também na dieta semi-úmida que contém 25 a 35%, e menor quantidade de água é encontrada nos alimentos de felinos secos, onde a umidade varia de 10 a 12% (RICE, 1997).

Estudos com gatos domésticos mostram variações no balanço hídrico sendo dependentes do tipo da dieta. Gatos quando ingerem carne contendo aproximadamente 80% de umidade não ingerem quantidades significativas de água (JACKSON & TOVEY, 1977). Quando em condições saudáveis, em média ingerem < 10 mL/Kg/dia alimentados com ração úmida e menos que 60 mL/Kg/dia alimentados com dietas secas (HOUSTON, 2006).

Com o advento das rações secas, uma maior preocupação e interesse têm sido expressos, pois alimentos secos possuem menor densidade energética, induzindo a um maior volume fecal, menos volume urinário e aumento de substâncias calculogênicas na urina (CASE et al., 2002, OSBORNE et al., 2004).

Estudos epidemiológicos implicam que alimentos secos para gatos é um fator de risco para o aparecimento de doenças do trato urinário em felinos (WALKER et al., 1977).

2.3.3 Água metabólica

Dependendo da dieta, a água proveniente da oxidação é aproximadamente 10% do total da entrada de água para cães e gatos. Embora mais água por grama seja proveniente da gordura

do que pela proteína e carboidrato, o maior valor significativo da oxidação de água por caloria; o carboidrato é quantitativamente a melhor fonte (Tabela 1).

Tabela 1. Valores metabólicos para nutrientes básicos

Nutriente	Água formada/g	Água formada/Kcal/g
Carboidrato	0.566	0.133
Gordura	1.071	0.113
Proteína	0.396	0.092

Fonte: Anderson (1982)

Portanto, o fornecimento de uma dieta de carboidratos associado à água é melhor do que o fornecimento apenas da água para o animal em lugares onde a água seja escassa, pois, o carboidrato poupa a oxidação de proteína e gordura, assim, reduzindo a concentração de solutos e volume urinário (ANDERSON, 1982).

As lambidas, como outra forma de dissipar calor dos felinos, é bastante desenvolvida, presumivelmente para superar a ineficiência do mecanismo de evaporação respiratória do calor (ROBINSON & LEE, 1941 citado por ANDERSON, 1982).

A difusão da água perdida através da pele e da evaporação pelo trato respiratório, em conjunto é conhecida como perda de água insensível (DUKES, 1996).

4. Perdas de água

4.1 Respiração

A evaporação respiratória é uma maneira importante de perder o calor em todos os mamíferos acima de 1 kg de peso corporal. Há algumas variações importantes na eficácia deste mecanismo no cão e gato. Em resposta ao estresse do calor a uma temperatura de 40° C ou mais o cão demonstra um aumento da taxa de respiração dobrando de 12 a 20 vezes o normal, enquanto o gato mostra um aumento de somente 4 ou 5. Em resposta ao sistema, o cão é mais eficaz ofegante, perdendo a maioria (57%) de seu calor por esta rota, visto que o gato é menos eficaz de um número de mamíferos estudados (ANDERSON, 1982).

4.2 Excreção via urinária

Segundo DUKES (1996) existe uma contínua e obrigatória perda de água via rins, mesmo em graus extremos de desidratação e a habilidade dos rins em concentrar urina, porém, um animal privado de água tem sua taxa de excreção de urina diminuída e o inverso é verdadeiro, porém existem limites.

Gatos tendem a produzir urinas concentradas, especialmente quando são alimentados com ração seca. Baseados em princípios fundamentais, aumentando o volume de excreção urinária é possível diluir a concentração de solutos e conseqüentemente diminuir o risco do

desenvolvimento de urolitíase. O volume urinário é determinado significativamente pela ingestão de água, e deste modo diluindo a urina e aumentando a frequência de micção (MARKWELL & HAWTHORNE, 2004). A fibra tem influência sobre o volume urinário, pelo fato de captar água no intestino, diminuindo a sua excreção na urina. Além desse fator, o volume urinário também pode ser alterado pela diminuição da densidade calórica da dieta. Por exemplo, quando um gato se alimenta de uma dieta com acréscimo de água, a densidade energética é mantida, mas resulta em um aumento no consumo de água. Isso provavelmente resultará em aumento do volume de urina com o objetivo de excretar o excesso de água consumida durante ingestão de energia de manutenção (BUFFINGTON, 1994).

O volume produzido durante um período de tempo é outra fonte de informação sobre a função renal. Segundo NAVARRO & PACHALY (1994) em geral, os gatos produzem de 8 a 9 mL/Kg/dia. Porém, a quantidade de urina excretada varia com a temperatura externa, consumo de água e atividade, dentre outros fatores. DUKES (1996) mostra dados referentes de ALTMAN E DITTMER (1961) citando como volume específico para gatos de 10 a 20 mL/Kg/dia.

A concentração máxima de urina varia entre os animais, sendo que o gato tem alta capacidade de concentrá-la, sendo capaz de uma concentração 25% superior ao cão. (CHEW, 1965) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores máximos de concentração de urina em vários mamíferos.

Espécie	Concentração total (mosmol/L)
Cão	2425
Gato	3200
Ovelha	3190
Coelho	1390

Fonte: Chew (1965)

4.3 Excreção via fecal

Além da excreção urinária, a água é perdida pelo corpo através das fezes, gases respiratórios e pela superfície corporal. Estas rotas de perda de água não são em geral reguladas em razão do conteúdo de água corporal. A quantidade de água fecal varia de espécie para espécie. Em todos os animais a perda de água durante os distúrbios gastrointestinais pode ser substancial e rápida (DUKES, 1996).

5. Etiopatogenia da doença do trato urinário inferior dos felinos: fatores dietéticos relacionados

O primeiro relato clínico da DTUIF em gatos data de 1925; desde então, o termo Síndrome Urológica Felina (SUF) ou mais recentemente o termo Doença do Trato Urinário Inferior do Felino (DTUIF) tem sido utilizado para descrever um conjunto de condições que podem acometer o trato urinário dos gatos, mas sem qualquer especificação etiológica (HOSTUTLER et al., 2005).

Esta afecção ocorre comumente na medicina dos felinos, associadas a fatores

ambientais, sociais, e/ou constituintes alimentares. A obesidade e a reduzida ingestão de água podem elevar os riscos, ou agravar o seu desenvolvimento (SOUZA & DANIEL, 2008).

A urolitíase, considerada um problema comum dos felinos é a doença que causa maior preocupação aos donos (GRASER et al., 1981). CASE et al. (1998) estimam que aproximadamente 9% dos pacientes felinos possuem sinais de DTUIF, porém, com maior frequência nos adultos jovens (entre 2 e 6 anos), acima do peso. Gatos sedentários que utilizam liteiras como local de eliminação, sem acesso à rua parecem ser mais dispostos.

As urolitíases, além de infecções do trato urinário, neoplasias, inflamações ou defeitos congênitos são causas da DTUIF (ALLEN & KRUGER, 2000). Apesar de várias causas, inclusive as idiopáticas, a DTUIF avaliada em 143 gatos, 64 animais tinham urolitíase ou *plugs* uretrais, correspondendo a 45% do total (OSBORNE et al., 2004).

Os *plugs* uretrais, incluídos como causa da DTUIF, são diferentes dos urólitos devido à diferença nos mecanismos etiopatogênicos, estes são compostos de grandes quantidades de matriz orgânica misturadas com baixa quantidade de cristais minerais, e podem ocasionalmente ser compostas quase completamente por matriz, células sanguíneas, células inflamatórias e tecido morto (ALLEN & KRUGER, 2000 citado por CARCIOFI, 2007).

Urólitos de várias composições minerais têm sido identificados em gatos, porém os mais comuns são o de estruvita, com 64, 5% de urólitos contendo de 75 a 100% do mineral. O oxalato de cálcio é o segundo mineral mais comum, representando aproximadamente 20% (MARKWELL et al., 1998).

Atualmente muitos cães e gatos são alimentados com uma variedade larga de alimentos preparados. Estes diferem em diversos aspectos sendo o índice de água o parâmetro mais importante (ANDERSON, 1982). Deste modo, como citado anteriormente, quando um gato passar por uma mudança na dieta, pode também sofrer mudança principalmente na água que recebe de seu alimento.

A dieta pode contribuir na etiologia, manejo ou prevenção de recorrência de algumas causas de DTUIF, onde particularmente a precipitação de minerais exerce papel importante, devido à influência dos ingredientes da dieta no volume, pH e concentração de solutos na urina. O primeiro objetivo da manipulação dietética para alterar o pH e a concentração de solutos é alcançar uma urina menos saturada, aumentar o volume urinário e conseqüentemente aumentar a frequência de micção e por isso reduzir o tempo de retenção urinária (MARKWELL et al., 1998)

Existe também uma relação entre o tipo de dieta e o esvaziamento gástrico. Segundo GOGGIN et al., 1998 citado por Nutrient..., 2006, o tempo de esvaziamento gástrico de gatos alimentados com uma dieta seca (5,7% de umidade) foi maior que aqueles alimentados com dieta enlatada (75% de umidade) e o tempo de esvaziamento gástrico de gatos alimentados com dietas secas decresceu com o aumento do suplemento de água. Outro estudo com gatos indicou um aumento médio do volume de urina (de 63 a 112 mL/Kg/dia) quando o conteúdo de água do alimento foi aumentado de 10 a 65%. Portanto, é possível que o consumo de alimento enlatado leve a uma relativa diurese (GASKELL, 1985).

As primeiras investigações acerca das urolitíases de estruvita centram-se no

papel do magnésio dietético como agente causal, mas dados recentes indicam que fatores de risco mais importantes são o pH urinário e equilíbrio hídrico. De fato, independentemente da ingestão de magnésio, a manipulação do pH urinário modifica substancialmente a formação de estruvita (CASE et al., 1997).

Por duas décadas, creditou-se às dietas secas industrializadas a responsabilidade de induzir a formação de cálculos urinários, e que estes favoreciam o aparecimento da DTUIF. Portanto, dietas ricas em cálcio, magnésio e fosfatos teriam marcante efeito na formação das urolitíases e ao contrário, dietas com baixos teores desses minerais, não seriam calculogênicas (LEWIS et al., 1978). Assim, as dietas com baixos teores de magnésio, cálcio e fosfatos passaram a ser preconizadas no controle e prevenção da DTUIF.

Segundo CARCIOFI et al. (2007) em estudo com conteúdo de água de diferentes alimentos comerciais e balanço hídrico em gatos adultos, foi verificado que os animais que tiveram um maior consumo de água através do alimento foram os que receberam o alimento úmido enlatado que continha 80% de água na sua composição, em detrimento aos menores valores de ingestão de água nos animais que receberam um alimento seco com água adicional ao alimento. Encontraram ainda que para cada grama de matéria seca ingerida resultou em um maior consumo de 4,7 mL de água total consumida para os animais alimentados com alimento úmido, enquanto os animais alimentados com alimento seco somente tiveram um consumo de 2.4 mL de água, com alimento seco econômico mais 50% de água adicional foi de 2.6 mL e de 2.5 mL para os animais alimentados com alimento seco "Super Premium". Os animais que receberam o alimento úmido enlatado

também apresentaram uma maior excreção urinária de água em relação aos demais tratamentos, proporcionando assim um maior volume urinário com conseqüente diminuição da densidade urinária, importantes aspectos para a manutenção da saúde do trato urinário inferior de gatos, diminuindo os riscos de incidência de DTUIF.

JACKSON & TOVEY (1977) analisando o balanço hídrico influenciado por alimento enlatado, alimento seco expandido e alimento seco não expandido, foi verificado que o volume de água ingerido pelos animais foi maior no alimento seco sem expansão, assim como a ingestão de matéria seca neste tratamento. Além disso, o estudo revela a grande variação do percentual de médias da excreção do total de água ingerida, apresentadas pelos valores: 16% de água fecal, 86,7% na urina e 17,3% de perdas insensíveis (obtidas por diferença) na ração enlatada; 38% de água fecal, 54% na urina e 8% de perdas insensíveis na seca com expansão e 14% de água fecal, 67 % na urina e 19% de perdas insensíveis na ração seca sem expansão.

Desta forma é possível afirmar que o balanço de água em gatos domésticos é afetado pela natureza da dieta ingerida e pelo processo ao qual a ração é submetida.

Devido à densidade calórica aumentada de alimentos com mais gordura, o total de matéria seca ingerida pode ser menor, portanto, o total de carga solvente e a subseqüente necessidade para água podem ser reduzidos (THRALL e MILLER, 1976).

Em caso como este, a matéria seca fecal e a água fecal também podem se apresentar menores, sendo, a quantidade de urina maior para gatos alimentados com dietas com alta gordura. Outro fator importante é a quantidade e tipo de carboidrato dietético, os quais também

podem acarretar perdas fecais (Nutrient..., 2006).

BARTGES & KIRK (2006) comprovaram experimentalmente, que o fosfato de magnésio e urólitos de estruvita formaram-se em gatos saudáveis consumindo dietas contendo 0,15% a 1,0% de magnésio, com base na matéria seca. ESCOLAR & BELLANATO (2003) também alegam que a hipermagnesúria; a baixa densidade calórica, responsável por elevada ingestão de alimento e minerais; alto pH urinário e baixa umidade na dieta estimulam o desenvolvimento de urólitos de estruvita. Os autores apontam ainda que 75% dos gatos com cálculos de estruvita consomem alimentos secos.

Alguns outros fatores intrínsecos também são importantes na variação do pH urinário, assim como o nível de magnésio da dieta, o nível de proteína, pois devido à natureza carnívora, o gato em alta ingestão de aminoácidos sulfurados de fontes protéicas de origem animal e a oxidação destes aminoácidos conduz a excreção de sulfato juntamente com a urina provocando um abaixamento do pH urinário.

Em estudo realizado por ZENTEK & SCHULZ (2004) foi verificado que as a entrada dietética de proteína interfere na composição da urina e dos urólitos formados em gatos. O oxalato é importante devido a seu potencial de formação de cristais com cálcio. A excreção urinária do oxalato é resultante do oxalato dietético e do metabolismo do ácido ascórbico, glicina, triptofano, fenilalanina e hidroxiprolina. A excreção urinária mais elevada do oxalato ocorreu com ambas as dietas que continham o tecido colagenoso como a fonte da proteína, pois a hidroxiprolina e a glicina são aminoácidos típicos no tecido conjuntivo e poderiam ter aumentado a produção endógena do oxalato. O número de cristais de estruvita no geral foi reduzido

com as dietas baixas em proteína, provavelmente devido à excreção urinária mais baixa de nitrogênio.

Este mesmo trabalho concluiu que entrada dietética da proteína e a fonte de proteína determinaram a excreção urinária de metabólitos de nitrogênio, oxalato e o nível e o caráter do cristalúria.

FINCO (1986) alegou que para evitar a precipitação de cristais e formação de cálculos urinários de estruvita (fosfato amônio magnésiano), a manutenção de um pH ácido seja mais importante que o controle da ingestão de magnésio ou fosfatos, uma vez que o cristal de estruvita tem sua solubilidade diminuída em pH 6,4.

Em estudo, avaliando diferentes fontes de proteína de ração seca para gatos, FUNABA et al., (2005) observaram que o grupo alimentado com glúten de milho procedeu em um pH menor, quando comparado à carne bovina e à carne de frango, devido à maior concentração de aminoácidos sulfurados, além de ser mais digestivo. Esses resultados sugerem que o uso do glúten de milho na fabricação de ração seca para gatos é preferível dentro deste contexto.

Com o intuito de acidificar a urina (pH menor que 6,4), quando empregado dietas que não baixam suficientemente o pH, pode-se também utilizar acidificante (OSBORNE et al., 1995 citado por LAZAROTO, 2001). Tanto a metionina quanto o cloreto de amônio tem sido usados para acidificar a urina, porém ambos podem ser tóxicos. O consumo excessivo de metionina leva a uma diminuição do consumo alimentar e perda de peso em gatos (FAU et al., 1984) e causou anemia hemolítica, metahemoglobinemia e formação de corpúsculo de Heinz (MAEDE et al., 1987). Ingestão de cloreto de amônio resultou em anorexia, vômito e diarreia (LLOYD & SULLIVAN, 1984).

Nesta perspectiva, acidificante como a DL metionina pode ser misturado às dietas, visando reduzir a alcalinização pós-prandial da urina. Uma adequada acidificação é conseguida mediante a utilização de cerca de 1000 mg, do referido acidificante, por gato ao dia. No entanto, é importante um monitoramento do pH urinário, especialmente no início da administração deste produto, tendo-se o cuidado de evitar doses tóxicas de metionina, visto que já foi descrito causar anemia com corpúsculos de Heinz em gatos (OSBORNE et al., 1995 citado por LAZAROTO, 2001).

A suplementação de alimentos secos com acidificantes urinários, como D, L- metionina (L-Met) cloreto de amônio (NH₄Cl), cloreto de cálcio, bissulfato de sódio e ácido fosfórico, tem sido recomendados para a prevenção de urólitos de estruvita. Alimentos úmidos formulados com esses agentes têm evidenciado significativa diminuição de recidivas; provavelmente pelas mudanças na concentração ou tipo de soluto na urina, e/ou volume urinário (BARTGES & KIRK, 2006). Entretanto MARKWELL et al., demonstraram que as concentrações de frações orgânicas insolúveis (magnésio e fósforo) não foram afetadas quando se utilizou a L-Met a 3% em ração úmida, apesar de ocorrida uma diminuição transitória da ingestão alimentar e no pH urinário, além da diminuição do número de cristais de estruvita e sedimentação urinária. No mesmo estudo, com o uso de 1,5% NH₄Cl como acidificante urinário, houve decréscimo significativo do pH, minimizando o aparecimento de cristais de estruvita, mas também não afetou a concentração de frações orgânicas insolúveis. De fato, os resultados alegam que a suplementação com L-Met ou NH₄Cl diminuem o pH urinário e a concentração

de solutos solúveis na urina, mas falha na redução da concentração de frações orgânicas candidatas a formação da matriz óssea de urólitos de estruvita. Um estudo experimental examinou os efeitos de alimento enlatado, alimento seco e alimento complementado com um acidificante urinário (cloreto de amônio 1,6%) sobre o pH urinário e a formação de estruvita em gatos machos. Demonstrou-se que o pH urinário era mais alto nos animais que receberam o alimento seco, enquanto que com a adição do cloreto de amônio diminuiu para até 5,97. O consumo de alimento úmido enlatado conduziu a um pH de 5,82. Apenas 9% dos gatos que receberam um alimento seco com adição do acidificante apresentaram urólitos de estruvita em comparação aos animais que receberam apenas alimento seco com uma incidência de 78% dos animais (CASE et al., 1998).

Mesmo que acidificantes sejam utilizados nas rações de gato para prevenir a formação de cristais de estruvita, seu uso em quantidades demasiadas pode acarretar uma acidose metabólica, causando depressão das reservas de potássio, disfunção renal, transtornos da homeostase óssea e um maior risco no desenvolvimento de cristais de oxalato de cálcio. Além disso, acidificantes urinários não devem ser utilizados juntamente às dietas acidificadas, evitando-se a formação de corpúsculo de *Heinz*, metemoglobinemia e anemia (OSBORNE et al., 2004)

GUNN-MOORE (2003) acredita que o fator mais importante no desenvolvimento da DTUIF seja o baixo fluxo urinário, e não as alterações do pH ou conteúdo de cálcio e magnésio na urina. Porém, OSBORNE et al., (2000) menciona as dietas que promovem hipercalcúria e hiperoxalúria representando um fator de risco para a formação de urólitos de oxalato

de cálcio e ainda recomenda diminuir esses compostos na dieta como estratégia terapêutica. O mesmo autor faz referência à dieta para pacientes que apresentam cálculo de oxalato de cálcio com reduzidos níveis de cálcio, oxalato, sódio e proteína, pois o sódio aumenta a excreção de cálcio e a proteína também, além de diminuir a excreção de citrato (inibidor da formação de urólitos de oxalato, assim como o magnésio e o pirofosfato, por formarem sais insolúveis com cálcio e ácido oxálico, reduzindo a disponibilidade dos mesmos à precipitação). Além disso, a dieta deve ser constituída de níveis adequados e equilibrados de fósforo e magnésio.

Contudo, é de comum acordo entre esses autores, o benefício adicional promovido pelo aumento da ingestão hídrica e consequentemente aumento do volume urinário.

Na abordagem para o tratamento GUNN-MOORE (2003) enfatiza a necessidade de identificação de fatores estressores, especialmente aqueles associados à micção. Na presença de cristalúria, importância maior deve ser dada na mudança da alimentação, pois essa influencia no volume, pH e conteúdo mineral urinário. Porém, o objetivo principal da manipulação da dieta consiste no incremento da ingestão de água, visando diluir compostos minerais passíveis de precipitação na urina e, dessa forma mudar gradualmente a dieta para alimento úmido.

Assim, o maior consumo de água por meio do acréscimo de água em rações peletizadas é notoriamente apropriado, mas a identificação do mineral é fundamental, uma vez que o mineral precipitado tem relevância na fisiopatologia; principalmente em casos estratégicos, que visam acidificar ou alcalinizar a urina.

ANDERSON (1982) observou em estudo que gatos alimentados com rações

com o mesmo nível de sal, porém diferentes tipos de ração tiveram 91% do consumo de água total proveniente do alimento no grupo alimentado com ração úmida. Em contraste, gatos que foram alimentados com ração seca, tiveram 96% do total de água ingerida através da água de bebida, porém este total não foi suficiente para compensar a pouca presença de água da dieta. Nos grupos que foram alimentados com níveis crescentes de sal, foi verificado aumento no consumo de água na mesma proporção.

Estudo feito por MARKWELL & HAWTHORN (2004) também apontam as dietas com níveis crescentes de sal, como um meio positivo para ingerir mais água e aumentar o volume urinário, devido a influência dos hormônios vasopressina e angiotensina, as quais induzem a sede.

Baixo nível de sódio na alimentação de felinos aumenta o risco de urolitíases por oxalato de cálcio, em função do acréscimo na calciúria e redução da ingestão hídrica. Quando alimentados com baixo teor de sódio, gatos com ocorrência natural de urólitos de oxalato excretam urina com menos cálcio. A redução de fósforo na dieta pode estar associada à ativação da vitamina D, que favorece a absorção intestinal de cálcio, gerando hipercalcúria.

Mais informações sobre os efeitos do consumo alto de sal no alimento podem ser localizadas no trabalho de BURGER et al., (1980).

De fato, a dieta de manutenção deve conduzir o pH urinário para no máximo 6,6, produzir urina ligeiramente ácida, conter digestibilidade alta e densidade calórica altas, além do nível relativamente baixo em magnésio (CASE et al., 1997). Em contrapartida, a ANFALPET (2009) preconiza o intervalo ideal para o pH urinário de 6,2 a 6,8.

As espécies que se alimentam basicamente de vegetais tem a tendência de produzir urina alcalina, por conter mais sais de potássio, enquanto que a urina ácida é normal em animais que consomem dietas em cereais com alto conteúdo protéico ou rações derivadas principalmente de proteína animal (JAIN, 1986).

Portanto, os fatores de risco para gatos são multifatoriais, e a prevenção da urolitíase na população felina é um desafio para os médicos veterinários e fabricantes de ração.

6. Coadjuvantes da função renal: análises laboratoriais

6.1 Análise da urina

Os rins têm função vital na regulação da excreção de água pelo organismo; podendo conservar água por concentração da urina quando o organismo necessitar e eliminar ou diluir a urina quando houver excesso de água (JAIN, 1994).

As funções metabólicas do rim são essenciais para a vida, porém, a urina é o único produto do rim facilmente acessível para uma análise rápida e pouco onerosa (BARSANTI, 1987).

A urina é formada para manter a composição dos líquidos extracelulares constantes, e geralmente a maioria das substâncias que estão presentes no fluido extracelular também está presente na urina. Além disso, a composição da urina varia, dependendo de as substâncias estarem sendo conservadas ou excretadas (DUKES, 1996).

A análise de urina é um procedimento essencial quando se investiga o estado de saúde geral de um paciente e especificamente sua função renal. A urina colhida pela manhã, de animais confinados

é mais eficiente para avaliar a capacidade de concentração tubular, além de conter maior quantidade de sedimento (JAIN, 1994).

A cistocentese é o melhor método para a colheita de urina nos gatos, avaliando a amostra sem interferência de fatores externos, pois a urina é colhida diretamente da bexiga (NAVARRO & PACHALY, 1994).

As análises clínicas da urina compreendem a avaliação das suas propriedades físicas e químicas. As propriedades físicas da urina compreendem o volume, cor, transparência ou turbidez e densidade. Com exceção da última, o restante dos parâmetros se visualiza a olho nu (BARSANTI, 1987).

A turbidez da urina recém colhida reflete a presença de células epiteliais, sangue, leucócitos e bactérias em suspensão. Se mantivermos a urina clara e concentrada recém colhida à temperatura ambiente ou em congelador, surgirá a turbidez, devido à diminuição da solubilidade e à precipitação dos sais muito concentrados. Portanto, antes de efetuar a análise da urina há de deixá-la em temperatura ambiente previamente (BARSANTI, 1987).

A urina normal de gatos é entre incolor e amarelo pálido, devido às concentrações de solutos e solventes. A cor mais escura da urina é um indicio de uma alta concentração de urocromos, portanto de maior densidade (NAVARRO & PACHALY, 1994).

O estado nutricional do animal e a sua densidade urinária são considerados indicadores sensíveis. Uma urina com densidade 1,010 de filtrado glomerular (isostenúria) é um indicador da capacidade do rim para conservar ou eliminar água. Em pacientes hidratados com isostenúria e

azotêmicos, se presume que a função renal está comprometida (BARSANTI, 1987).

Dentre os procedimentos clínicos para se avaliar a função renal, a densidade é o mais importante, já que é uma medida das funções mais relevantes do rim: a conservação e secreção de água (LANEVSKI & KRAMER, 1994). A osmolaridade é um procedimento mais exato para medir a concentração do soluto, porém a medição da densidade é mais simples e menos onerosa, além de proporcionar uma indicação suficientemente exata da concentração de solutos (FREE, 1991). Em caso de haver necessidade, para se calcular a osmolaridade urinária, multiplicam-se os últimos dígitos da densidade por 36. Por exemplo, na densidade 1012 multiplica-se 12 por 36, o que nos dá o resultado de 432 mosmol/Kg. (JAIN, 1994).

A densidade urinária é proporcional à concentração de solutos, sendo os principais a uréia, sódio e cloro (LANEVSKI & KRAMER, 1994). O conteúdo de soluto de uma dieta consiste no conteúdo mineral e protéico, os quais influenciam o conteúdo urinário na medida em que a uréia e os minerais são excretados. Solutos da urina são dissolvidos em um volume determinado pela quantidade a ser excretado e a capacidade de concentração do rim. Deste modo, dietas com alto conteúdo mineral e/ou protéico pode estimular a ingestão de água fornecendo o volume urinário necessário para a eliminação desse soluto (BUFFINGTON, 1994).

A uréia é o principal constituinte nitrogenado da urina dos mamíferos. Esta é formada pelo fígado a partir da amônia que é produzida durante o metabolismo dos aminoácidos. O organismo desprende considerável energia para produzir uréia e

desta maneira evita a toxicidade pela amônia (DUKES, 1996).

Quanto maior a concentração de solutos, maior é a densidade. A variável primária que determina o volume de urina produzido é a eliminação renal de água e não de soluto. Quando a dieta permanece constante, a eliminação renal de soluto/Kg de peso permanecerá bastante constante de um dia para o outro. Apesar da constância dos solutos, a densidade urinária pode ser alterada como resultado da variação da eliminação renal de água conseqüente ao estado de saúde, à umidade da ração, temperatura ambiente etc. Quanto maior é a proporção de água com relação ao soluto eliminado, menor é a densidade. A fim de manter a hidratação e permitir a eliminação da carga diária de resíduos sólidos em um animal com densidade urinária baixa, tanto o consumo de água quanto a produção de urina devem ser elevados (LANEVSKI & KRAMER, 1994).

As características da química urinária são o pH, proteína (proteinúria), glicose (glicosúria), cetonas (cetonúria), bilirrubina (bilirrubinúria), urobilinogênio (urobilinogenúria), hemoglobina (hemoglobinúria, mioglobínúria, hematória) e nitritos (nitritúria). Com exceção do pH que pode ter variação de valores não saudáveis a saudáveis, as características químicas são relatadas em casos patológicos. Portanto, nessa revisão o pH será destacado.

5.2 pH urinário

A elevação do pH nos animais carnívoros pode significar retenção urinária vesical, alcalose metabólica e demora na confecção do exame, pois a urina que permanece muito tempo em temperatura ambiente permite a multiplicação bacteriana e transformação da uréia em amônio,

tornando a urina alcalina. A urina se tornar ácida está relacionada com inanição, febre, acidose metabólica ou respiratória e atividade muscular prolongada, menos freqüente nessa espécie estudada (JAIN, 1986).

Alguns tratamentos para a urolitíase são baseados na mudança do pH, onde a maior parte das dietas comerciais indicadas para o controle da urolitíase produzirá urina ácida (BARSANTI, 1987).

Em todos os animais, a ingestão de alimento conduz a um aumento do pH urinário antes de completada quatro horas. Este efeito, conhecido como onda alcalina pós-prandial, é devido à compensação renal da perda de ácidos segregados pelo estômago durante a digestão. Para compensar a perda de ácido e manter o pH normal dos fluidos corporais, os rins eliminam íons alcalinos, com o conseqüente aumento do pH urinário. A magnitude da

onda alcalina pós-prandial é diretamente proporcional à quantidade de alimento e aos componentes acidificantes ou alcalinizantes da dieta. Dependendo da natureza da dieta e do volume da ingestão, nos gatos, a onda alcalina pós-prandial pode conduzir a um pH urinário de até 8,0. Acidificantes também podem ser usados como uma propriedade dietética para diminuir o pH urinário, já que os principais urólitos são formados em pH alcalino (CASE et al., 1998).

Alimentos industrializados para felinos adultos, segundo ALLEN & KRUGER citado pela ANFALPET (2009) devem produzir pH da urina no intervalo entre 6,2 a 6,8. Na Tabela 3 estão apresentados os valores de pH urinário adequados para os diferentes tipos de alimentos avaliados no mercado.

Tabela 3. Intervalos de pH urinário de gatos recomendados pela Anfalpet^{1,2}

Alimento	Intervalo de pH da urina
Gatos adultos	6,2 – 6,8
Prevenção cálculos de estruvita	6,2 – 6,4
Dissolução cálculos de estruvita	6,0 – 6,2
Prevenção cálculos de oxalato de cálcio	6,6 – 6,8
Prevenção cálculos de estruvita e oxalato de cálcio	6,4 – 6,6

¹ Estes valores podem ser estimados para produtos convencionais

² Estes valores devem ser estimados *in vivo* para produtos com apelo de venda em saúde do trato urinário

Segundo a ANFALPET (2009) os fabricantes de alimentos para esta espécie que apresentam apelo comercial em relação à promoção da saúde do trato urinário inferior, à prevenção da formação de urólitos ou à dissolução dos urólitos de estruvita devem apresentar laudos de testes de pH *in vivo* comprovando a eficácia do produto para garantir a produção de um pH urinário dentro do intervalo a que se destina.

5.2.1 Métodos de predição de pH urinário

Estudos aludem uma correlação entre o excesso de base da dieta (EB) e a média do pH urinário. O cálculo para determinação do EB é alcançado a partir da soma dos componentes alcalogênicos (Ca, Mg, Na e K) que subtraem a soma dos componentes acidificantes (P, Cl, S, metionina e a cisteína). Deste modo, a predição do pH urinário feita com base no balanço cátion-aniônico dietético (BCAD)

representa a diferença entre cátions e ânions fixos totais a dieta em miliequivalente (mEq) por quilograma de matéria seca (MS) (YAMKA et al., 2006).

O magnésio e o cálcio por serem macroelementos alcalinizantes são potentes modificadores dos fluidos corporais. O mineral sódio, potássio e cloro têm sido utilizados no cálculo devido a sua importância no balanço ácido-básico, assim como o fósforo; equilíbrio osmótico e integridade de membrana. O enxofre tem sua importância como componente acidificante. Assim sendo, os alimentos com predomínio de cátions favorecem a produção de urina alcalina e conseqüentemente levam a um maior risco de desenvolver urólitos de estruvita; de diferente modo, aqueles alimentos com predomínio de ânions levam a produção de urina ácida, com aumento do risco do desenvolvimento de urólitos de oxalato de cálcio (CARCIOFI et al., 2009).

É importante ressaltar que a principal ação fisiológica do BCAD se relaciona ao equilíbrio ácido-básico do organismo.

Como citado anteriormente, devido à grande influência do pH urinário na prevenção da formação dos urólitos, pesquisadores têm se empenhado no desenvolvimento de métodos de predição de pH da urina através da composição de macro elementos e aminoácidos, ou mais especificamente composição cátion-aniônica do alimento (ZENTEK & SCHULS, 2004).

Essas estimativas chegam para servir como alternativa viável para as indústrias de alimentos, uma vez que proporcionam a diminuição de custos com testes de alimentos, permitindo ao formulador incluir este parâmetro no desenvolvimento da fórmula da dieta e a

comercialização de produtos mais seguros aos animais (YAMKA et al., 2006).

KIENZLE & WILMS-EILERS (1994) desenvolveram um método prático para o cálculo do excesso de bases (EB) a partir das concentrações dos compostos alcalinos e ácidos do alimento, expresso em mmol/Kg de MS. Considerando o enxofre total de uma determinada ração a fórmula segue: $EB \text{ (mmol/Kg/ MS)} = (49,9 \times Ca) + (82,3 \times Mg) + (43,5 \times Na) + (25,6 \times K) - (64,6 \times P) - (86,8 \times S) - (28,3 \times Cl)$. De outra maneira, considerando os aminoácidos sulfurados e não o enxofre total, a fórmula de apresenta: $EB \text{ (mmol/Kg/ MS)} = (49,9 \times Ca) + (82,3 \times Mg) + (43,5 \times Na) + (25,6 \times K) - (64,6 \times P) - (13,4 \times \text{metionina}) - (16,6 \times \text{cistina}) - (28,3 \times Cl)$.

Depois de calculado o EB do alimento e determinado o pH urinário, é feita correlação dos dados, gerando uma equação de regressão para estimação do pH da urina dos gatos em função do EB.

De acordo com a fórmula proposta por esses autores, existiu forte correlação entre o pH verificado e o estimado pela equação de predição:

$pH \text{ urina} = 6,72 + 0,0021 \times EB$ apresentando boa constante de associação ($r=0,90$). Os autores também sugerem o uso da equação transformada: $[EB = (pH - 6,72) / 0,0021 \text{ mmol/Kg}]$.

A fórmula proposta por YAMKA et al. (2006): $pH \text{ urina} = 7,03 + (1 \times Na) + (1 \times K) + (0,89 \times Ca) + (1,58 \times Mg) - (0,93 \times Cl) - (1,61 \times S) - (1,04 \times P)$ com concentração dos elementos em g:100g de MS, apresentou menor acurácia, justificada pela menor constante de associação ($r=0,73$).

JERMIAS (2009) propôs outra fórmula para o cálculo: $EB \text{ (mEq/Kg/MS)} = (49,9 \times Ca) + (82,3 \times Mg) + (43,5 \times Na) + (25,6 \times K) - (64,6 \times P) - (62,4 \times S) - (28,2$

x Cl). Desta maneira, existiu forte correlação ($r = 0,95$) entre o pH verificado e o estimado através do uso da equação de predição: $\text{pH urina} = 6,472 + 0,00361 \text{ EB} + 0,000001 \text{ EB}^2$.

Os resultados localizados, até então, demonstram que a manipulação do equilíbrio de minerais dietéticos baseados nos cálculos do balanço cátion-aniônico da dieta é eficaz na modulação do pH de gatos, mas, os resultados *in vivo*, ainda são fundamentais no processo de desenvolvimento e avaliação de ração.

6.3 Concentrações séricas de uréia e creatinina

As concentrações bioquímicas séricas apresentam mensurações que podem ser afetadas por fatores metabólicos. Os valores normais para adultos na espécie felina, segundo MEYER et al. (1995) compreendem creatinina 0,8 a 1,8 mg/dl; uréia 10,0 a 30,0 mg/dl. Como a uréia representa o principal produto do catabolismo das proteínas nas espécies carnívoras (OSBORNE et al. 2004), seu nível sérico acompanha um aumento no consumo dietético de proteína. Qualquer anormalidade orgânica influencia a velocidade de excreção, por isso sua mensuração no soro é feita para avaliar a função renal. A creatinina formada durante o metabolismo da musculatura esquelética, não é influenciada pela dieta, mas a redução da taxa de filtração glomerular aumenta a concentração sérica de creatinina (MEYER et al., 1995). Portanto, ambas representam fatores importantes no âmbito da disfunção renal.

O aumento de concentrações plasmáticas dos produtos resultantes do metabolismo das proteínas, uréia e creatinina são associadas à diminuição da função renal (BARTGES, 2000).

7. Proteína e Balanço Nitrogenado

Segundo WAITZBERG (2000), o balanço nitrogenado (BN) corresponde à diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerido e o excretado pela urina e fezes.

Estimar o nitrogênio ingerido e o nitrogênio perdido é equívoco cometido para estimar o BN, pois este tem sido uma ferramenta muito útil no que se diz respeito à necessidade proteica de cães e gatos e questões fisiológicas de ambas as espécies (TSE, 2006).

Para filhotes em crescimento, a exigência adequada de proteína é dada quando há balanço positivo máximo de nitrogênio ou máxima taxa de crescimento; e quando se estuda essa exigência mínima para animais adultos um balanço de nitrogênio zero é um indicador de exigência atendida (TSE, 2006).

O balanço negativo de nitrogênio indica a perda de nitrogênio tissular em velocidade superior à ingestão. Isto pode ser visto no tratamento com dieta úmida, devido a um consumo insuficiente de energia e, neste caso, o catabolismo dos tecidos corporais fornece energia ao organismo ou também problemas no sistema gastrointestinal, este observado durante o experimento em animais do tratamento seco 1:1

O balanço positivo do nitrogênio significa que o corpo está sintetizando um novo tecido, comum nas fases de crescimento e gestação ou em recuperação pós-lesão ou doença prolongada (CASE et al., 1998).

Quando comparados com cães, gatos necessitam de uma quantidade proporcional maior de proteína. Cães através do controle da homeostase de aminoácidos regulam as enzimas nitrogênio catabólicas dependendo do nível de

proteína do alimento (ROGERS et al., 1977). A razão metabólica para a alta exigência protéica dos gatos é a alta atividade das enzimas catabólicas do nitrogênio dos felinos (LEGRAND – DEFRETIN, 1994). Estas enzimas não são adaptadas às perdas de nitrogênio, por isso mesmo quando os gatos são alimentados com dietas com baixo nível protéico a excreção de nitrogênio endógena é alta (HENDRIKS et al., 1997).

A atividade das enzimas como a alanina aminotransferase e glutamato desidrogenase é maior nos felinos que nos cães e ratos (SHAEFFER et al. 1989). No entanto, a atividade das enzimas responsáveis pela degradação dos aminoácidos essenciais como a treonina desidratase e a serina desidratase é menor em gatos quando comparadas com ratas alimentadas com dietas com 70 % de proteína bruta (ROGERS et al., 1977).

A exigência protéica dos gatos é suprida pela proteína da dieta. Essa proteína é utilizada para suprir os aminoácidos que não podem ser sintetizados a uma taxa que mantenha o desenvolvimento ótimo do animal, suplementar o nitrogênio requerido para a síntese de outros compostos nitrogenados como purinas, pirimidinas, grupo heme e creatina (Nutrient... 2006).

Alguns fatores podem influir sobre o BN. Dentre os fatores dietéticos estão a qualidade da proteína e a sua composição, digestibilidade da mesma e densidade energética da dieta.

Além de melhorar o aproveitamento dos aminoácidos, a redução de N consumido e conseqüente redução do N excretado melhora o aproveitamento da energia. A menor excreção de N minimiza a produção de calor para catabolizar os aminoácidos, uma vez que eles participam na ração em menor quantidade e de forma balanceada (TSE, 2006). Mais além, o

estado psíquico e o nível de atividade podem influir sobre a necessidade de proteína calculada mediante o balanço de nitrogênio.

Uma baixa ingestão protéica ou o consumo de proteína de baixa qualidade, seja devido a uma reduzida digestibilidade ou à falta de aminoácidos essenciais, rapidamente se manifestam em alterações na pele e anexos. Deficiência protéica pode ainda acometer animais com afecções que causem hiporexia ou perda protéica extra, seja pela urina ou pelas fezes (CARCIOFI & OLIVEIRA).

A anorexia associada às mudanças endócrinas significa aumento do glucagon, hormônio do crescimento e corticosteróides circulantes, os quais conduzem o animal doente a um balanço energético negativo, decorrente do catabolismo de aminoácidos oriundos da degradação das proteínas de reserva do organismo. Ocorre no organismo um redirecionamento de aminoácidos que passam a ser a forma de energia na gliconeogênese. Este processo resulta em perda de massa magra corporal e com ela redução da resposta imune, acarretando em atrofia do timo e órgãos linfóides, menor proliferação linfocitária, menor produção das citoquinas interferon, interleucinas 1 e 2 por exemplo, inadequada produção de anticorpos, menor concentração plasmática de imunoglobulinas, menor secreção de IgA, redução na resposta de hipersensibilidade cutânea tardia. Considerando que o sistema imune é dependente da síntese protéica e que as citoquinas são constituídas de aminoácidos, fica mais claro o porquê da ingestão errônea de proteínas leva ao comprometimento imune (CARCIOFI & OLIVEIRA).

Por outro lado, o excesso de proteína dietética não é estocado em músculos ou resulta necessariamente em melhoria da saúde, mas o aminoácido

deaminado, seu esqueleto carbônico transformado em gordura corporal e seu nitrogênio excretado pelos rins. Acima de determinados níveis, a proteína pode causar prejuízos metabólicos, como por exemplo, redução da taxa de crescimento e alterações renais e hepáticas.

HENDRIKS e colaboradores (1996) mostram em seu trabalho que os gatos conseguem metabolizar rapidamente a proteína dietética e o catabolismo de proteína corporal é fixado em um nível relativamente constante ou se ajusta lentamente às mudanças dietéticas.

A maior excreção de N urinário endógeno de gatos em comparação com outros mamíferos não é inesperado, este carnívoro obrigatório tem sido demonstrado que têm uma capacidade limitada de conservação de nitrogênio por causa de enzimas hepáticas envolvidas no catabolismo de aminoácidos não adaptadas (HENDRIKS, 1996).

Estas enzimas, além disso, são indicadas para lidar com uma dieta rica em proteínas, por isso os felinos perdem uma grande quantidade de nitrogênio de aminoácidos, mesmo quando alimentados com baixa proteína ou dieta livre de proteína (ROGERS et al., 1977).

Os felinos, portanto não conseguiram criar mecanismos alternativos para manutenção da proteína sérica, sendo então, sua única alternativa o consumo diário de dietas com altos teores de proteína (ROGERS et al., 1977).

8. Toxicidade em cães e gatos

Embora cães e gatos se auto-regulem no consumo de água, o rápido e excessivo consumo pode ocorrer em animais com sede intensa. Esse tipo de intoxicação apresenta o nome de intoxicação hídrica. Isto é mais provável de ocorrer, após um extenso período de privação de água, exercício vigoroso ou uma prolongada exposição ao calor, suficiente para acusar desidratação intracelular (BLOOD et al., 1979). Subseqüentemente reidratação rápida pode causar inchaço ou ruptura celular, particularmente do cérebro. Portanto, a maioria dos sinais de intoxicação é correlata ao sistema nervoso, tais como ataxia, agitação, tonturas, coma e lise dos eritrócitos ocasionando anemia hemolítica e hemoglobinúria (DUKES, 1996)

9. MATERIAIS E MÉTODOS

9.1 Local e instalações

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no Centro Experimental em Nutrição de Animais de Companhia (CENAC) pertencente ao Departamento de Zootecnia, localizado no município de Lavras- MG, durante os meses de fevereiro a abril de 2009.

As temperaturas e as umidades relativas mínimas e máximas durante a colheita de dados referentes à variação dos efeitos das dietas e ao ensaio de digestibilidade estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Temperaturas (T°C) e umidades relativas (UR%) mínimas e máximas durante a colheita dos dados.

Datas	T°C mín.	T°C máxima	UR mínima (%)	UR máxima (%)
26/04/09	21,0	29,3	57	81
27/04/09	16,7	26,2	24	65
28/04/09	21,0	25,9	76	85
29/04/09	20,1	26,8	57	74
30/04/09	18,7	26,0	51	71
01/05/09	21,0	24,9	51	67
02/05/09	21,0	23,4	62	75
03/05/09	20,8	24,7	74	83

O CENAC é constituído por dois gatis de aproximadamente 11m², com área de solário de 5m²; sala de metabolismo, com cerca de 51m² com vinte e cinco gaiolas metabólicas com dimensão de 60 x 70 x 50 cm (altura x profundidade x largura).

O local contava com sala apropriada para armazenamento das rações, bancadas para manipulação dos animais, balança específica para pesagem dos mesmos e outra para pesagem de materiais e *freezer* para o acondicionamento das amostras coletadas até o processamento e análises laboratoriais.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas suspensas durante todo o período experimental, com fornecimento de água e alimentação por meio de bebedouros automáticos com colunas graduadas fixados na lateral da gaiola e comedouros removíveis de plástico. Previamente ao início do experimento, os gatos foram treinados para utilizar esses aparatos de maneira que fosse habitual no decorrer da experimentação.

As gaiolas metabólicas eram constituídas de arame galvanizado e chapas metálicas nas laterais para evitar a perda de urina. Em cada gaiola havia uma bandeja

desnívelada para o centro, permitindo assim a coleta separada de fezes e urina. A urina era desviada para garrafas pets, acopladas a funis e alojadas em caixas térmicas com gelo para seu correto armazenamento e conservação.

Com a finalidade de se pesquisar os parâmetros anteriormente citados, previamente ao ensaio experimental, para assegurar a saúde dos animais, os felinos estudados foram submetidos aos seguintes exames complementares:

Urinálise

As amostras de urina foram colhidas por cistocentese e processadas imediatamente após a colheita. O material coletado foi encaminhado a laboratório terceirizado para verificação dos parâmetros urinários físicos (aspecto, odor, cor, pH e densidade), bioquímicos (proteínas, glicose, leucócitos, hemoglobina, bilirrubina), sedimentos (piócitos, epitélios, hemáceas, muco, flora bacteriana, uratos amorfos, cilindros e cristais) uréia e creatinina.

Dosagem de uréia e creatinina

Colheu-se o sangue periférico de todos os 25 felinos, por venopunção jugular. O material foi transferido para um tubo de ensaio de 10 mL, sem anticoagulante para obtenção do soro e com este procedeu-se a dosagem de uréia e creatinina.

Os valores bioquímicos normais para adultos da espécie felina, compreendem creatinina 0,8 a 1,8 mg/dL e uréia 10,0 a 30,0 mg/dL (BUSH, 1999; MEYER et al., 1995).

Não havendo quadros patológicos foi possível dar início ao experimento. Os exames ao final do experimento indicaram preservação do trato urinário.

9.2 Grupos experimentais

Foram utilizados vinte e cinco gatos adultos, machos e fêmeas, sem raça definida, com idade média de três anos, desverminados e vacinados, com peso médio de $3,5 \pm 0,84$ Kg. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, no qual os animais foram distribuídos em cinco tratamentos de cinco animais (repetições) cada. Como dito previamente, foram realizadas urinálises e hemogramas

com o objetivo de comprovar a integridade do trato urinário dos mesmos para que fosse viável analisar a possível influência dos diferentes tratamentos nos parâmetros avaliados. Este procedimento foi repetido imediatamente após o último dia do ensaio experimental, assim como o peso dos animais no início e fim do período experimental. Todos os gatos mantiveram um peso aproximadamente constante no decorrer do experimento. Os resultados mostraram resultados satisfatórios, comprovando a saúde no início e integridade durante o experimento.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas suspensas, com bandejas coletoras, para realização de colheita total de fezes, método utilizado para a determinação da digestibilidade aparente (CDA), além das medições de pH, volume e densidade urinários, realizados diariamente com a urina colhida em recipientes adaptados a cada gaiola.

Para cada animal foi oferecido 500 mL de água por dia. O consumo de água foi mensurado por diferença a cada 24 horas.

As dietas experimentais foram compostas por ração comercial úmida e ração comercial seca cujos níveis de garantia estão apresentados nas Tabelas 5 e 6 respectivamente.

Tabela 5. Níveis de garantia e composição básica, apresentados no rótulo da ração comercial úmida utilizada como alimento controle.

Níveis nutricionais ¹ MN	(%)
Umidade (máx.)	80
Proteína Bruta (mín.)	8
Extrato Etéreo (mín.)	3
Fibra Bruta (máx.)	1,5
Matéria Mineral (máx.)	2,5
Cálcio (máx.)	0,4
Fósforo (mín.)	0,2
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	790
Composição básica	Carne bovina, miúdos bovinos, carne de frango, miúdos de aves, miúdos suínos, gordura animal estabilizada, óleo de canola, carragena, premix vitamínico e mineral, tripolifosfato de sódio, taurina e água.

¹MN= matéria natural

Tabela 6. Níveis de garantia e composição básica, apresentados no rótulo da ração comercial seca utilizada como alimento controle.

Níveis nutricionais ¹ MN	(%)
Umidade (máx.)	12
Proteína Bruta (mín.)	31
Extrato Etéreo (mín.)	12
Fibra Bruta (máx.)	3,0
Matéria Mineral (máx.)	8,0
Cálcio (máx.)	1,3
Fósforo (mín.)	0,8
Lisina (mín)	0,83
Metionina (mín)	0,65
Magnésio (max)	0,12
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3.680
Composição básica	Milho integral moído, farelo de trigo, arroz integral, farinha de carne de frango, carne de frango, gordura de frango, flavorizante, fosfato bicálcico, farinha de peixe, polpa de beterraba, grão de aveia, levedura seca de cervejaria, trigo integral, lisina, cloreto de potássio, cenoura, leite integral em pó, óleo de canola, ovo em pó, cloreto de sódio (sal comum), cloreto de colina, ácido fosfórico, ácido cítrico, mannan-oligossacarídeos, _DL-metionina, proteinato de zinco, taurina, sulfato de ferro, óxido de zinco, vitamina c, vitamina e, sulfato de cobre, vitamina b12 (cianocobalamina), sulfato de manganês, ácido pantotênico, niacina, vitamina b1 (tiamina), vitamina a (retinol), vitamina b2 (riboflavina), iodato de potássio, ácido fólico, selenito de sódio, vitamina b6 (piridoxina), vitamina d3 (colecalciferol).

¹MN= matéria natural

Um dos cinco tratamentos foi composto por ração úmida comercial para gatos, os outros compostos de ração seca comercial *Premium*. Dentre os tratamentos secos, somente um não foi acrescido de água. O acréscimo de água nos tratamentos seguiu a mesma quantidade de ração fornecida; uma parte de alimento para a mesma parte de água (1:1) a cada animal de acordo com suas necessidades energéticas diárias de manutenção em Kcal/dia de acordo com o “Nutrient... (2006)”, utilizando a fórmula $100 \times PV^{0,67}$. Nos outros dois tratamentos restantes, esta proporção foi modificada para seca 1:2 e 1:3 respectivamente, como mostra a Tabela 7.

Por determinação laboratorial o alimento úmido continha 80,32 % de umidade, o alimento seco 4,91% e os tratamentos 1:1, 1:2 e 1:3 continham 52,45; 68,3 e 76,23 % de umidade respectivamente.

Tabela 7. Tratamentos do ensaio experimental

Tratamento	Alimento
Úmido	Ração úmida
Seco	Ração seca
Seco (1:1)	Ração seca + água (1:1)
Seco (1:2)	Ração seca + água (1:2)
Seco (1:3)	Ração seca + água (1:3)

9.3 Procedimento experimental

O ensaio experimental foi composto por um período de 15 dias sendo 7 de adaptação e 8 de coleta. Em todos os dias do ensaio foi coletada a urina para avaliação imediata do pH, volume e densidade de cada um dos 25 animais. A urina armazenada como supracitado, foi utilizada posteriormente para análise de MS. Para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da MS das dietas experimentais, as sobras da alimentação foram coletadas, pesadas e descartadas, e as fezes coletadas, pesadas e armazenadas.

Procedimento no ensaio de digestibilidade

A quantidade total de alimento para cada animal de acordo com suas necessidades energéticas diárias de manutenção em Kcal/dia seguiu o “Nutrient... (2006)”, utilizando a fórmula $100 \times PV^{0,67}$. A ração foi fornecida em quatro frações diárias: início da manhã, final da manhã, tarde e noite. Após o fornecimento da alimentação, a dieta ficou disponível para o animal no período de uma hora. As sobras foram coletadas e pesadas

ao final de cada alimentação para avaliação do consumo através da diferença.

A colheita total das fezes foi realizada quatro vezes ao dia ou sempre quando o material estivesse presente na gaiola; estas eram recolhidas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas no freezer (-20°C).

As amostras de fezes foram descongeladas em temperatura ambiente por aproximadamente 12 horas. O total de fezes coletado de cada animal foi homogeneizado (*pool*) e retirado uma alíquota de cada animal. Em seguida a alíquota foi colocada em marmitas de alumínio, pesadas e em seguida colocadas em estufa de ventilação forçada (65°C), por 72 horas ou até a estabilização do peso. Após atingirem equilíbrio com a temperatura ambiente, foram pesadas novamente, para a determinação da matéria pré-seca e moídas em moinho de *Thomas-Wiley*, utilizando peneira de 1 mm e acondicionadas em potinhos plásticos identificados para posteriores análises.

A urina foi filtrada em coador de vidro para a remoção de pêlos e uma alíquota foi separada para análise de energia bruta (EB) e matéria seca (MS).

As duas rações experimentais, tanto a seca como a úmida, foram analisadas em relação à MS e EB. Para a avaliação dos coeficientes de digestibilidade aparente foram determinados os níveis de MS, PB e EB nas amostras de fezes e urina, possibilitando a análise do Balanço Nitrogenado (BN). Os valores médios do BN dos grupos experimentais são apresentados na Tabela 11.

As análises bromatológicas foram realizadas de acordo com metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC (1991). As análises dos alimentos, fezes e urinas foram realizadas de acordo com SILVA &

QUEIROZ (2002). A determinação da energia bruta foi efetuada em bomba calorimétrica adiabática PARR, segundo procedimento descrito por SILVA & QUEIROZ (2002).

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

Análise dos parâmetros urinários

Para colheita de urina, foram utilizadas garrafas *pets*, adaptadas ao fundo das bandejas coletoras das gaiolas metabólicas, condicionadas em gelo a fim de evitar a variação do pH pela deterioração da urina até o momento da sua mensuração. Uma vez coletada a urina, o pH, volume e densidade eram medidos imediatamente. Esse processo se repetiu a cada 24 horas, até se completar 168 horas de mensuração. Ao final foi realizada a média dos 3 últimos resultados para a determinação do pH e densidades finais.

A mensuração do pH seguiu o protocolo oficial da ANFALPET (2009), o qual preconiza o mínimo de 7 dias de adaptação à dieta e 3 de colheita de urina. Além do pH, a densidade e o volume urinário de todos os 25 animais foram mensurados diariamente por meio de um peagâmetro digital, refratômetro óptico e proveta graduada respectivamente.

A urina coletada foi armazenada em garrafas plásticas identificadas por animal e tratamento e reservada para futuras análises.

Após descongelamento, os volumes totais de urina para cada animal foram medidos e anotados.

As bandejas coletoras de cada gaiola, os funis e as garrafas *pets* foram lavadas com água destilada e secas com papel-toalha, a fim de se evitar uma possível alteração no pH urinário.

9.3.1.1 Parâmetros avaliados

Alguns parâmetros foram avaliados para se verificar as possíveis interferências no nível de inclusão de água na dieta experimental. Estas são listadas a seguir peso (PESO), peso metabólico (PM), necessidade energética (NEC. E.), consumo de água no alimento (CONSAA), consumo de água de bebida (CONSAB), consumo de água total (CONSATO), consumo na matéria natural (CONSMN), consumo de matéria seca (CONSMS), excreção fecal na matéria natural (EXCMN), água perdida nas fezes (AGUAF), excreção fecal na matéria seca (EXCMS), excreção total de água (EXCTO), excreção urinária (EXCUR), balanço hídrico parcial (BH), ingestão de energia bruta (INGEB), energia absorvida (ENEAB), retenção de energia bruta (RETEB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), excreção de energia bruta na urina (EXCEB), balanço nitrogenado (BN), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDAMS), digestibilidade da proteína bruta (CDAPB), pH inicial, pH final, densidade inicial (DINICIAL) e final (DFINAL).

Metodologia de cálculos

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDAMS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDAPB), energia metabolizável aparente na MS (EMAMS) e na matéria natural (EMAMN), em Kcal/kg, dos tratamentos experimentais utilizaram os cálculos segundo a ANFALPET (2008).

O BN foi avaliado de acordo com as quantidades diárias de compostos nitrogenados consumidos e excretado nas fezes e urina. Os teores de nitrogênio (N) na

urina e fezes foram determinados pelo método *Kjeldahl*, segundo SILVA (1990).

Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS)

$$\text{CDAMS (\%)} = [(a-b)/a] \times 100$$

Em que:

a = consumo de alimento na matéria seca

b = fezes excretadas na matéria seca

Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) dos nutrientes

$$\text{CDAnutriente (\%)} = \{[(axb) - (cxd)] / (axb)\} \times 100$$

Em que:

a = consumo de alimento na matéria seca

b = % do nutriente no alimento

c = quantidade excretada nas fezes na matéria seca

d = % do nutriente nas fezes

Energia metabolizável aparente

$$\text{EMA (Kcal/g)} = \{(axe) - [(bxh) + (ixPD \text{ ing})] / a\}$$

Em que:

a = consumo total de ração (g)

b = excreção fecal (g)

e = energia bruta da ração (Kcal/g)

h = energia bruta das fezes (Kcal/g)

i = fator de correção para perda energética pela urina, segundo a AAFCO (2004)

Gatos = 0, 86 Kcal/g PD ing

PD ing = (a x (c/100)) x (CDAPB/100)

em que:

c = proteína bruta da ração (%)

Balanço Nitrogenado (BN)

$$\text{Balanço Nitrogenado (g/dia)} = \text{NI (g)} - \text{NF (g)} - \text{NU (g)}$$

Em que:

NI = Nitrogênio Ingerido

NF = Nitrogênio fecal

NU = Nitrogênio Urinário

10. Análises estatísticas

Os resultados foram analisados por meio do programa computacional *Statistical Analysis System* (SAS Institute, 2004). Com a finalidade de verificar a normalidade dos resíduos foi utilizado o teste de Lilliefors e a homogeneidade de variâncias comparadas pelo teste de Cochran e Barlett. As variáveis que não atenderam às premissas foram transformadas, mas, quando a transformação foi ineficaz, as variáveis foram avaliadas por estatística não-paramétrica através do teste de Kruskal Wallis analisando pH, pelo PROC NPAR1WAY do SAS.

Quando significativos na ANOVA foram então submetidos à separação de médias pelo teste de Tukey para densidade e SNK para as demais variáveis, segundo modelo. Utilizou-se também o teste não paramétrico de Wilcoxon para comparação de pares pH inicial e final. Para todas considerou-se um nível de significância de 5%.

10.1 Modelo Estatístico

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições cada, conforme modelo estatístico apresentado abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + P_j + TP_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

μ é média geral associada a cada observação

Y_{ij} é observação referente ao animal j , submetido ao tratamento i ($i=1, 2$ e 3)

T_i = efeito do tratamento i ($i= 1, 2$ e 3)

P_j = efeito do período j ($j = 1, 2$ e 3);

TP_{ij} = efeito da interação entre o tratamento i e o período j

E_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

11. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os gatos aparentaram boa saúde e não manifestaram sinais anormais durante o experimento. Mudanças no peso vivo durante todo o período foram mínimas ($p>0,05$).

As variáveis: peso (PESO), peso metabólico (PM), necessidade energética (NEC. E.), consumo na matéria natural (CONSMN), consumo de água total (CONSATO), excreção fecal na matéria natural (EXCMN), água perdida nas fezes (AGUAF), excreção total de água (EXCTO), balanço hídrico parcial (BH), excreção de energia bruta na urina (EXCEB) e balanço nitrogenado (BN) ($p>0,06$) não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) em nenhum dos tratamentos pelo teste F na análise de variância (Anexos). Houve diferença estatística ($p<0,05$) para as variáveis: excreção urinária (EXCUR), excreção fecal na matéria seca (EXCMS), ingestão de energia bruta (INGEB), energia absorvida (ENEAB), retenção de energia bruta (RETEB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDAMS),

digestibilidade da proteína bruta (CDAPB), pH inicial, pH final. O mesmo também ocorreu com as médias das variáveis: consumo de matéria seca (CONSMS), consumo de água no alimento (CONSAA),

consumo de água de bebida (CONSAB) (Tabela 8).

Digestibilidade

Tabela 8. Valores médios do consumo na matéria seca (CONSMS), do consumo de água do alimento (CONSAA), consumo de água de bebida (CONSAB), consumo de água total (CONSATO) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	CONSMN (g/dia)	CONSMS (g/dia)	CONSAA (mL/dia)	CONSAB (mL/dia)	CONSATO (mL/dia)
Úmido	156,14	32,0 ^b	124,8 ^a	5,2 ^a	129,28
Seco	90,15	85,73 ^a	4,43 ^b	144,7 ^b	149,13
Seco (1:1)	129,26	61,46 ^{ab}	67,80 ^a	101,7 ^b	169,47
Seco (1:2)	191,10	60,57 ^{ab}	130,53 ^a	25,5 ^b	155,99
Seco (1:3)	169,50	40,29 ^b	129,20 ^a	5,0 ^a	134,21
CV (%)	35,11	29,88	39,81	61,39	39,95
P	0,0512	0,0006	0,0001	0,0000	0,8180

As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de significância.

Não houve diferença estatística no consumo da matéria natural ($p > 0,05$). Mesmo diante deste fato, o grupo do tratamento úmido não consumiu devidamente as suas necessidades energéticas preconizadas pelo Nutrient... (2006) de $100 \times PV^{0,67}$. É possível que este fator possa ser explicado pela variedade de ingredientes da ração úmida para com a seca devido ao fator palatabilidade.

A diferença nas médias entre tratamentos do consumo de matéria seca (g/dia) foi o esperado, pois a ingestão de água está relacionada com o conteúdo de matéria seca e/ou da quantidade de alimento ingerido. Com outras palavras, o baixo consumo de MS foi promovido pela alta quantidade de água da dieta nos alimentos úmido e seco 1:3.

Houve diferença significativa no consumo de água do alimento ($p < 0,05$). O grupo alimentado com a dieta seca ingeriu menos água quando comparado ao

restante dos tratamentos, como consequência da umidade da dieta.

O total de água provinda de cada dieta foi de 80,32% para o grupo alimentado com dieta úmida, 4,91% para o tratamento seco, 52,45% no grupo seco 1:1, 68,30% no grupo 1:2 e 76,23% no grupo seco 1:3. CARCIOFI et al. (2007) em estudo com conteúdo de água de diferentes alimentos comerciais e balanço hídrico em gatos adultos, verificaram que os animais que tiveram um maior consumo de água através do alimento foram os que receberam o alimento úmido enlatado que continha 80% de água na sua composição, em detrimento aos menores valores de ingestão de água nos animais que receberam um alimento seco com água adicional ao alimento.

O consumo total de água foi de 129,28 para no tratamento úmido; 149,13 no tratamento seco; 169,47 no tratamento seco 1:1; 155,99 no seco 1:2; 134,21 no seco 1:3; levando a uma relação mL de

água para cada g/MS de 4,06; 1,74; 2,75; 2,58; 3,33 mL respectivamente. CARCIOFI et al. (2007) encontraram resultados semelhantes ao presente experimento: para cada grama de matéria seca ingerida um maior consumo de 4,7 mL de água total consumida para os animais alimentados com alimento úmido, enquanto os animais alimentados com alimento seco somente tiveram um consumo de 2,4 mL de água, com alimento seco econômico mais 50% de água adicional foi de 2,6 mL e de 2,5 mL para os animais alimentados com alimento seco Super Premium. JACKSON & TOVEY (1977) encontraram resultados diferentes com relação ao consumo de matéria seca.

Considerando que neste experimento, os animais apresentaram peso médio de 3,5 Kg, o consumo de água de bebida apresentou médias diferentes dos limites apresentados por HOUSTON (2006) e BARTGES (2000), cujos valores são apresentados de 20 a 40 mL/Kg/dia e 60 a 80 mL/Kg/dia respectivamente. Isso pode ser justificado pela porcentagem de

umidade das dietas e pelo consumo de MS, uma vez que o consumo de água segue 1 mL para 2,5 a 4,0 g/MS, o que ocorreu corretamente em cada um dos tratamentos, com exceção do tratamento seco (1,74 mL/g de MS).

FINCO et al. (1986) observaram que a alimentação periódica em gatos resultou numa diminuição no consumo tanto de água quanto de comida.

Embora tenha havido diferença significativa no consumo de água no alimento e água de bebida, o consumo de água total não apresentou essa diferença ($p > 0,05$). Fator este que confirma a regulação do consumo de água dos animais neste experimento dependendo da umidade da dieta.

Apesar disso, o volume de excreção urinária e matéria seca nas fezes foram diferentes estatisticamente entre grupos ($p < 0,05$). Os dados da excreção urinária, excreção da matéria seca das fezes encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Valores médios de excreção urinária (EXCUR), excreção fecal na matéria seca (EXCMS) e água nas fezes (AGUAF) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	EXCUR (mL/dia)	EXCMS (g/dia)	AGUAF (g/dia)
Úmido	87,53 ^a	6,41 ^a	23,38
Seco	62,50 ^{ab}	22,52 ^b	67,24
Seco (1:1)	50,95 ^b	19,76 ^b	69,23
Seco (1:2)	46,13 ^b	16,19 ^{ab}	57,32
Seco (1:3)	67,07 ^{ab}	7,98 ^a	24,75
CV (%)	32,72	49,64	71,38
P	0,0389	0,0068	0,1118

As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de significância.

Não houve diferença significativa quanto às médias da excreção urinária entre tratamentos, mesmo quando o volume urinário variou de 46,13 a 87,53/mL/dia. Os dados mostram que excreção urinária pode ser

maior numericamente em gatos alimentados com dietas úmidas, mesmo os tratamentos não se diferenciando estatisticamente.

Outro estudo com gatos indicou um aumento médio do volume de urina (de 63 a

112 mL/dia) quando o conteúdo de água do alimento foi aumentado de 10 a 65% (GASKELL, 1985).

MARKWELL et al. (1998) não encontrou diferença significativa no volume urinário de gatos alimentados com dietas que continham entre 10 e 45% de umidade. Em contrapartida, quando estes foram alimentados com dietas que continham 75% de umidade o volume urinário aumentou.

Esses resultados nos indicam a importância dada neste trabalho da relação umidade da dieta com a excreção urinária no âmbito de prevenção da DTUIF.

Tal conclusão também foi elaborada por BUFFINGTON (1994). Por exemplo, quando gatos são alimentados com ração diluída com água, a energia é mantida, mas o consumo de água aumenta. Isso também colabora com um incremento do volume urinário.

A excreção fecal na MS apresentou diferença estatística ($p < 0,05$).

No entanto, a excreção de água através das fezes não.

A importância da concentração de água nas fezes reflete no âmbito do desvio da água urinária para a fecal. Dessa maneira, uma porcentagem maior de MS nas fezes traz benefícios na excreção urinária em maior volume. Esse resultado vai contra o trabalho de JACKSON & TOVEY (1977), os quais observaram maior porcentagem de água nas fezes em gatos alimentados com dietas secas.

É sabido que a digestibilidade do alimento é fator importante, pois quanto maior a digestibilidade, menor o volume de fezes formadas. Diante do fato das fezes serem compostas por aproximadamente 70% de água, elas são importante meio de perda hídrica nos gatos

O balanço hídrico nos gatos deste experimento está demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10. Valores médios da excreção total de água (EXCTO) e balanço hídrico parcial (BH) para gatos adultos nos diferentes tratamentos

Tratamentos	EXCTO (ml/dia)	BH (ml/dia)
Úmido	110,91	18,37
Seco	129,73	19,39
Seco (1:1)	120,20	33,13
Seco (1:2)	103,46	52,54
Seco (1:3)	91,82	23,24
CV(%)	37,42	73,36
P	0,6827	0,532

As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de significância

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para a excreção total de água, assim como no balanço hídrico entre tratamentos, indicando que os gatos regularam o consumo de água frente às mudanças do conteúdo da mesma na dieta e que a manipulação dietética pode afetar a via de excreção de

água sem afetar o balanço hídrico dos animais.

JACKSON & TOVEY (1977) em estudos com gatos domésticos mostram variações no balanço hídrico sendo dependentes do tipo da dieta quando ingerem alimento contendo aproximadamente 80% de umidade e não

ingerem quantidades significativas de água.

Em contrapartida ANDERSON (1982) observou em seu estudo que gatos foram incapazes de regular seu consumo de água total frente a diferentes níveis de umidade na dieta. Por outro lado, THRALL & MILLER (1976) e BURGER (1980) não encontraram diferenças no balanço hídrico

em gatos alimentados com diferentes tipos de umidade nos tratamentos.

Para complementar estes dados, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) e da proteína bruta (CDAPB) e Balanço Nitrogenado (BN) foram analisados (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios do coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDAMS %), proteína bruta (CDAPB %) e Balanço Nitrogenado (BN g/dia) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	CONSMS (g/dia)	CDAMS (%)	CDAPB (%)	BN (g/dia)
Úmido	32,0 ^b	79,94 ^{ab}	81,75	- 6,13
Seco	85,73 ^a	74,07 ^{ab}	76,63	8,19
Seco (1:1)	61,46 ^{ab}	68,92 ^b	73,53	- 0,31
Seco (1:2)	60,57 ^{ab}	74,13 ^{ab}	76,75	2,68
Seco (1:3)	40,29 ^b	83,46 ^a	84,75	3,63
CV (%)	29,88	9,75	9,29	435,39
P	0,0006	0,0472	0,1521	0,0516

As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de significância e 6% no BN.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) com relação ao CONSMS e CDAMS. Assim como a energia metabolizável limita o consumo do alimento, a água limitou o consumo de MS. O consumo limitado leva por sua vez ao aumento da digestibilidade.

É possível que além da água como fator influenciador, a diferença de ingredientes das dietas úmida e seca tenha tido influência direta na digestibilidade.

Não houve diferença estatística entre grupos ($p > 0,05$) com relação ao CBAPB. O balanço nitrogenado não apresentou diferença significativa ao nível de significância de 6% ($p > 0,06$). O CV dessa variável foi de 435,39%, indicando grande variabilidade nos dados. É possível dizer que este número tenha se apresentado dessa maneira, devido à particularidade bioquímica da espécie em pesquisa, com relação à proteína e a individualidade do animal. Além disso, o BN pode ter sido

influenciado pela qualidade, digestibilidade e composição da proteína e densidade energética da ração e principalmente pelo animal em pesquisa.

Os valores da proteína bruta de 45,85% da ração úmida e 32,9% da ração seca levaram a um consumo de 2,35 g/N/d na ração úmida, com ração seca tiveram a ingestão de 4,51 g/N/dia e para os grupos dos gatos alimentados com a ração seca 1:1, 1:2 e 1:3 ingeriram 3,24; 3,19 e 2,12 g/N/dia.

Além de melhorar o aproveitamento dos aminoácidos, a redução de N consumido e conseqüente redução da excreção melhoram o aproveitamento da energia. Além disso, existe o fato da oxidação de aminoácidos no fígado constante e independente da ingestão de proteína bruta específica dessa espécie.

Neste presente estudo, a maioria dos animais manteve o seu peso constante durante o período do experimento, porém o

grupo alimentado com ração úmida não consumiu as energias necessárias de manutenção, fator que acarretou em uma ligeira perda de peso. Este fator pôde justificar o balanço energético negativo do grupo. Enquanto a média do grupo da ingestão de energia bruta foi de 178, 86 Kcal/animal/dia a necessidade foi de 223, 25 Kcal/animal/dia e a retenção de 145,26 Kcal/animal/dia. Se o animal está consumindo uma quantidade insuficiente de energia é necessário que o catabolismo dos tecidos corporais forneça energia ao organismo. Se o fornecimento de níveis adequados de aminoácidos disponíveis não é adequado, a reposição tissular não pode ser produzida.

O grupo da ração seca 1:1, apesar de ter apresentado BN negativo, este foi bem próximo de zero.

Apesar da variação da retenção máxima de N, um estudo para a determinação da exigência de nitrogênio mostrou que mesmo mantendo o nível de nitrogênio para a manutenção podem ocorrer perda de massa magra (HANNAH & LAFLAMME, 1996).

Houve saldo positivo no BN para os grupos da ração seca, seca 1:2 e seca 1:3.

Animais adultos mantidos no nível de manutenção são assumidos como zero no balanço de N (OWEN, 1967 citado por TAUSON, et al., 1996), mas os dados da literatura indicam que, muitas vezes o saldo positivo de N foi obtido em animais adultos.

Os estudos sobre o balanço de nitrogênio demonstram que quando se mantém constante o nível de proteínas da dieta, aumenta a retenção de nitrogênio uma vez que a ingestão calórica aumenta e se aproxima das necessidades energéticas do animal.

Outro aspecto que se pode considerar da relação proteína e energia segundo CASE et al. (1997) é que pelo fato da dieta conter fonte energética não protéica, a medida que aumenta a densidade energética da dieta, é necessária uma maior concentração total de proteína para que se produza uma retenção máxima de nitrogênio.

Os valores médios do metabolismo energético estão descritos na Tabelas 12 e 13.

Tabela 12. Valores médios ingestão de energia bruta (INGEB/animal/dia) excreção de energia bruta (EXCREB), energia bruta absorvida (ENEAB/animal/dia) e retenção de energia bruta (RETEB/animal/dia) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	INGEB	EXCREB	ENEAB	RETEB
Úmido	178,86 ^b	30,73 ^a	148,13 ^b	145,26 ^b
Seco	402,42 ^a	89,14 ^b	313,27 ^a	307,62 ^a
Seco (1:1)	288,5 ^{ab}	77,47 ^{ab}	211,03 ^b	206,84 ^b
Seco (1:2)	284,34 ^{ab}	63,98 ^{ab}	220,36 ^b	217,18 ^b
Seco (1:3)	189,15 ^b	32,22 ^a	156,93 ^b	155,04 ^b
CV (%)	29,64	50,33	25,96	25,53
P	0, 0016	0, 0153	0, 0008	0, 0007

As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de significância.

Para a INGEB houve diferença estatística das médias ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Tal fato deve-se à diferença na

EB de cada tipo de alimento regulando a ingestão do alimento quanto às necessidades pelos próprios animais.

Enquanto o alimento úmido apresentou EB 5217,37 Kcal/Kg, o alimento seco apresentou EB 4694,24 Kcal/Kg/MS.

É sabido que além da água, a energia metabolizável da dieta também influencia o consumo. Porém, o fator ingrediente da dieta também tem seu papel. Fica claro este fator quando se sabe que a ingestão de energia bruta foi aquém das

necessidades dos gatos quando foi oferecida a ração úmida, mas não com a ração seca.

A RETEB foi diferente e maior no tratamento seco comparado ao restante dos tratamentos. Este fato pode ser corroborado com a função da água de bebida na digestão e assimilação do alimento no organismo do animal.

Tabela 13. Valores médios de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) (Kcal/Kg) para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	ED	EM
Úmido	4619,17 ^b	4534,72 ^b
Seco	3669,06 ^a	3604,89 ^a
Seco (1:1)	3482,78 ^a	3419,51 ^a
Seco (1:2)	3672,13 ^a	3625,47 ^a
Seco (1:3)	4031,14 ^a	3990,13 ^a
CV (%)	8,20	8,83
P	0,0001	0,0003

As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de SNK ao nível de 5% de significância.

Houve diferença estatística ($p < 0,05$) nos parâmetros avaliados na Tabela 13. As respostas apresentadas neste experimento mostram que os gatos regularam seu consumo alimentar dependendo da densidade calórica da dieta, com exceção do grupo alimentado com a ração úmida. O que vai contra numerosos trabalhos, cujo resultado demonstra uma maior aceitação da ração úmida. É possível que este fato seja justificado pela diferença de ingredientes da ração seca e úmida modificando a palatabilidade das rações.

É importante verificar a discrepância de valores da EM encontrada *in vivo* e EM calculada pelos valores de nutrientes encontrados nos rótulos da ração. A EM calculada da ração úmida foi de 4401,9 Kcal/Kg/MS enquanto a encontrada

in vivo foi 4534,72 Kcal/Kg. No alimento seco a EM calculado foi igual a 3680,0 Kcal/Kg/MS enquanto a EM *in vivo* apresentou valores de 3419,51 a 3990,13 Kcal/Kg/MS.

Levando-se em conta essas considerações, a diferença na EM encontrada e calculada pode levar a um desequilíbrio energético ocasionando problemas associados como a obesidade ou a desnutrição.

Coadjuvantes urinários

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos da DMDIA (Tabela 14)

Tabela 14. Valores médios densidade inicial – DINICIAL e final – DFINAL para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	DINICIAL	DFINAL
Úmido	1,038 ^a	1,033 ^b
Seco	1,050 ^b	1,049 ^c
Seco (1:1)	1,050 ^b	1,049 ^c
Seco (1:2)	1,047 ^b	1,045 ^c
Seco (1:3)	1,030 ^a	1,025 ^a
CV (%)	0,39	0,29
P	0,0000	0,0000

As médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os animais que receberam o alimento úmido enlatado e seco 1:3 apresentaram uma maior excreção urinária de água em relação aos demais tratamentos, proporcionando assim um maior volume urinário com conseqüente diminuição da densidade urinária, importantes aspectos para a manutenção da saúde do trato

urinário inferior de gatos, diminuindo os riscos de incidência de DTUIF.

Como supracitado quando a transformação foi ineficaz, as variáveis foram avaliadas por estatística não-paramétrica através do teste de Kruskal Wallis (WALLIS, 1952), pelo PROC NPAR1WAY do SAS.

Tabela 15. Mediana pH inicial e final para gatos adultos nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Mediana pH inicial	Mediana pH final
Úmido	6,66	6,99
Seco	6,5	6,38
Seco (1:1)	6,01	6,37
Seco (1:2)	6,01	6,19
Seco (1:3)	6,39	6,65
P	0, 0233	0, 0139

Teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância.

Todos os grupos iniciaram o experimento com valores de pH dentro dos limites considerados normais de 6,2 a 6,8 preconizado pela ANFALPET (2008). As médias do pH inicial apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), possível influência na diferença entre médias ($p < 0,05$) no pH final.

O pH do grupo alimentado pelo tratamento seco apresentou declínio. Já o pH do tratamento úmido apresentou valor

maior no final do experimento, assim como o pH dos tratamentos com água adicional ao alimento.

Os dados acima vão contra numerosos trabalhos encontrados na literatura, os quais afirmam a influência da ração úmida ou com adição de água no declínio do pH urinário em gatos. Muitos trabalhos científicos ainda atribuem à ração seca a principal causa de urolitíases.

Tabela 16. Medianas do pH inicial e final nos diferentes tratamentos

Tratamentos	pH inicial	pH final	P
Úmido	6,66	6,99	0,0593
Seco	6,5	6,38	0,9168
Seco (1:1)	6,01	6,37	0,0163
Seco (1:2)	6,01	6,19	0,1732
Seco (1:3)	6,39	6,65	0,4647

Teste de Wilcoxon ao nível de 5% de significância.

Não houve diferença significativa entre pH inicial e final nos tratamentos ($p > 0,05$), com exceção dos valores no tratamento seco (1:1) ($p < 0,05$), fator que possivelmente pode ser justificado pelo balanço de nitrogênio, o qual demonstrou maior proporcionalidade.

12. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que houve regulação do consumo de água dos animais frente à variação da umidade da dieta. A manipulação dietética pode afetar a via de excreção de água sem afetar o balanço hídrico dos animais. Houve aumento médio do volume de urina quando o conteúdo de água do alimento foi aumentado, levando ao declínio da densidade urinária, mas não do pH. O manejo da água alterou o consumo de matéria seca influenciando diretamente a digestibilidade.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, R. S. Water balance in the dog and cat. **Journal of Small Practice**. v.23, p.588-598, 1982.

BARSANTI, J.A. *Urine analysis*. In: Lorens M.D ad Cornelius L.M (eds). **Small**

Animal Medical Diagnosis. J.B. Lippincott, Philadelphia, Pennsylvania, p.592-603, 1987.

BARTGES, J.T.; KIRK, C.A. Nutrition and lower urinary tract disease in cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, p.1361-1376, 2006.

BARTGES, J.W. Medical Management of Feline Chronic Renal Failure. In: **The North America Veterinary Conference**, p. 10-17, 2000.

BLOOD, D.C.; HENDERSON, J.A.; RADOSTITS, O.M. **Veterinary medicine**, 4^a ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1979.

BUFFINGTON, C.A. Lower Urinary Tract Disease in Cats-New Problems, New Paradigms. **Journal of Nutrition**, 1994.

BURGER, I.H.; ANDERSON, R.S.; HOME, D.W. Nutritional factors affecting water balance in the dog and cat. In: **Nutrition of dog and cat, WALTHAM International Science Symposium: Nature, Nurture, and the Case of Nutrition**, p. 145-156, 1980.

BUSH, B.M. **Interpretación de los analisis de laboratorio para clínicos de pequenos animales**, Madri:Harcourt Brace, p. 424, 1999.

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

CARCIOFI, A. C.; OLIVEIRA, L. D. Doenças Nutricionais. Disponível em: <<http://www.veterinariosnodiva.com.br/books/Doencas-Nutricionais-Silvestres.pdf>>. Acesso em: dez. 2009.

CARCIOFI, A.C.; JEREMIAS, J.T. Formulações de macroelementos e pH urinário de cães e gatos. In: **I Congresso Internacional e VII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação**, Campinas, Anais...Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.87-96, 2009.

CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIDREKAWA, D.A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Madrid: Harcourt Brece, p. 424, 1998.

CHEW, R.M. **Water Metabolism of mammals**. In: *Physiological Mammology*. Academic Press, New York, 1965.

DUKES, H.H. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: EDITORA GUANABARA KOONGAN S.A, p. 521-548, 1998.

ESCOLAR, E.; BELLANATO, J. Analysis of feline urinary calculi ad urethral plugs by infrared spectroscopy and scanning electron microscopy. **Veterinary Record**, v.152, p. 625-628, 2003.

FAU, D.; SMALLEY, D.A.; ROGERS, Q.R. Effects of excess of methionine in the kitten. **Fed. Proc.** 42, p. 542, 1983.

FREE H.M. **Modern Urine Chemistry**. Ames, Elkhart, p. 77, 1991.

FINCO, D.R.; ADAMS, D.D.; CROWELL, W.A.; STATTELMAN, J.A.; BROWN, S.A.; BARSANTI, J.A. Food and water intake and urine components in cats: Influence of continuous versus periodic feeding. **Am. Journal Vet. Res.** v. 47, p. 1638-1642, 1986.

FUNABA, M.; HASHIMOTO, C.; YAMANAKA, Y.; SHIMOGORI, T.; ABE, M. Effects of high-protein diet on mineral metabolism an struvite activity product in clinically normal cats. **Am. J. Vet. Res.** v. 57, p. 1726-1732, 1996.

FUNABA, M.; OKA, Y.; KOBAYASHI, S.; KANEKO, M.; YAMAMOTO, H.; NAMIKAWA, K.; IRIKI, T.; HATANO, Y.; ABE, M. Evaluation of meat meal, chicken meal, and corn gluten meal as dietary sources of protein in dry cat food. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, n. 69, p. 299-304, 2005.

GASKELL, C.J. Nutrition in diseases of the urinary tract in the dog and cat. **Vet. Ann.** v. 25, p. 383-390. 1985.

GRASER, D.H.; HAMAR, D.W.; LEWIS L.D. The consistency of dietary minerals in commercial cat foods and their relationship to feline urolithiasis. **Feline Practice**, v. 11, n.2, p. 41-7, 1981.

GU-MOORE, D.A. Feline lower tract disease. **Journal of Feline Medicine Surgery**, v.5, p.133-138, 2003.

HENDRIKS, W. H., MOUGHAN, P.J.; TARTTELIN, M. F. **Gut endogenous nitrogen and amino acid excretion in adult domestic cats fed a protein-free or**

an enzymatically hydrolyzed casein-based diet. *J.Nutr.*; v. 126, p. 955-962, 1996.

HENDRIKS, W. H., MOUGHAN, P.J.; TARTTELIN, M. F. **Urinary Excretion of Endogenous Nitrogen Metabolites in Adult Domestic Cats Using a Protein-Free Diet and the Regression Technique.** *J. Nutr.*; vol. 127, n. 4, p. 623-629, 1997.

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

HOUSTON, D.M. Water intake and urine output: what we think we know about cats and urinary tract disorders. **In: Small Animal-Nephrology and Urology-The North American Veterinary Conference**, p. 673-674, 2006.

JACKSON, O.F.; TOVEY, J.D. Water Balance Studies in Domestic Cats. **Feline Practice**, v. 7, p. 30-33, 1977.

JAIN, H.C. **Schalm's Veterinary Hematology**, Lea & Febiger, 4 ed, Philadelphia, p. 1221, 1986.

WALLIS, K. Utilização de fileiras em uma análise de variância critério. *Journal of American Statistical Association* v. 47, n. 260, p. 583-621, 1952.

LAZZAROTTO, J.J. Doença do trato urinário inferior dos felinos associada aos cristais de estruvita. **Revista da FZVA Uruguaiana**, v. 7:8, n.1, p. 58-64. 2000:2001.

LEGRAN-DEFRETIN, V. **Differences between cats and dogs: a nutritional view.** *Proceedings of the Nutrition Society*, n. 53, p. 15-24, 1994.

LEWIS, L.D.; CHOW, F.H.C.; TATON, G.F.; HAMAR, D.W. Effects of various dietary mineral concentrations on the occurrence of feline urolithiasis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 172, n.5, p. 559-64, 1978.

LLOYD, W.E, SULLIVAN, D.J. Effects of orally administered ammonium chloride and methionine on feline urinary acidity. **Vet. Med.** 80, p. 773-778, 1984.

MAEDE, Y.; HOSHINO, T.; INABA, M; NAMIOKA, S. Methionine-induced hemolytic anemia with methemoglobinemia and Heinz body formation in erythrocytes in cats. **Amer. J. Vet. Res.**, 48, p. 289-292, 1987.

Manual do Programa Integrado de Qualidade Pet-ANFALPET, 2º ed, p.45-47, 2008.

Manual do Programa Integrado de Qualidade Pet-ANFALPET, 3º ed, p.45-47, 2009.

MARKWELL, P.J.; HAWTHORNE, A.J. **Dietary Sodium Promotes Increased Water Intake and Urine Volume in Cats.** *American Society for Nutritional Sciences. J.Nutr.*, n. 134, p. 2128S-2129S, 2004.

MARKWELL, P.J; BUFFIGTON, C.T.; SMITH, B.H.; The Effect of Diet on Lower Urinary Tract Diseases in Cats. *American Society for Nutritional Sciences*, p. 2753S-2757S, 1998.

MEYER, D.J.; COLES, E.H.; RICH, L.J. Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico. São Paulo: Editora Roca, p.83-90, 1995.

MURPHY, M.R. Symposium: Nutritional factors affecting animal water and waste quality - Water Metabolism of Dairy Cattle. **Journal Dairy Science** v. 75, p. 326-333, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC **Nutrient Requirements of Cats**. Washington: National Academy Press, 1986.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Washington: National Academies Press, p. 398, 2006.

NAVARRO, C.E.K.G., PACHALY, J.R. Manual de Hematologia Veterinária. Livraria Varela, São Paulo, p. 163, 1994.

NISHIMURA, H.; FAN, Z. Regulation of water movement across vertebrate renal tubules. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part A 136, p. 479-498, 2003

OSBORNE, C.A.; BARGETS, J.W.; LULICH, J.P.; POLZIN, D.J.; ALLEN, T.A. **Canine urolithiasis. Small animal clinical nutrition**, 4ª Edição, Topeka, Mark Morris Institute, p.605-670, 2000.

ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E.C. Afecções do trato urinário inferior dos felinos. **Tratado de Medicina Interna: doenças do cão e do gato**. 5ªed. Rio de Janeiro: Koogan, v. 2, cap. 175, p. 1802-1841, 2004.

RICE, D. The complete book of the cat breeding. p. 168, 1997. Disponível em: <http://books.google.com/books>, acessado em: 04/04/2008.

ROBINSON, K.W.; LEE, D.H.K. Reaction of the cat to hot atmosphere. **Proc. Roy. Soc. Queensland**. n.53, p. 145, 1941.

ROGERS Q. R.; MORRIS J.G.; FREEDLAND, R. A. **Lack of hepatic enzymatic adaptation to low and high levels of dietary protein in the adult cat**. v. 22, p. 348-56, 1977.

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. Cary, p. 956, 1995.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2.ed.Viçosa, MG:Universidade Federal de Viçosa, p. 166, 1990.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. Viçosa, editora UFV, p. 235, 2002.

SOUZA, D.P.; DANIEL, A.G.T. Fatores nutricionais no manejo da doença do trato urinário inferior dos felinos (DTUIF). **Nosso Clínico**, ANO 11, n. 61, p. 36-42, 2008.

SEEFELDT, S.L.; CHAPMAN, T.E. Body water content and turnover in cats fed dry and canned rations. **Am. Journal. Vet. Res.** n.40, p. 183-185, 1979.

SIEGEL, S.; JUNIOR, N.J.C. **Estatística não paramétrica para ciências do comportamento**. 2 ed. Porto Alegre, p. 235-245

SWENSON, M. J.; REECE, W.O. **Fisiologia dos animais domésticos Dukes**. 11ª edição, p. 856, 1996

TSE, M.L.P. Nutrição protéica de cães e gatos. 2006. 49f. Dissertação (*Latu Sensu* Nutrição e Alimentação de Cães e Gatos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

THRALL, B.E.; MILLER, L.G.; Water turnover in cats fed dry rations. **Feline Practice.**, v. 6, p.10-17, 1976.

WAITZBERG, D. L. Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática clínica. São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

WALKER, A.D.; WEAVER, R.S.; ANDERSON, G.W.; CRIGHTON, C.; FENNEL, C.J.; GASKELL, J.; WILKINSON, T. An epidemiological survey of the feline urological syndrome. **Journal Small Animal Practice**, v. 18; p. 283-301, 1977.

WILLS, J. M.; SIMPSON, K.W. **The Waltham Book Of Clinical Nutrition of Dog and Cat**. Tarrytown. New York: Elsevier Science, 1994.

WILLIBERG, P. **Epidemiology of feline urological syndrome. Advanced Veterinary Science Compared Medicine**, v. 25; p. 311-344, 1981.

WOUTERS, F.; BARROS, C.S.L.; WOUTERS, A.T.B; KOMMERS, G.D. Síndrome Urológica Felina: 13 casos. **Ciência Rural**, v.28, n.3, p. 497-500. Santa Maria. 1998.

YANKA, R.M.; FRIESEN, K.G.; SCHAKERAAD, H. The prediction of urine pH using dietary cations and anions in

cats fed dry food and wet foods. **Journal Appleid Research in Veterinary Medicine**, v.4, n.1, 2006.

ZENTEK, J.; SCHULZ, A. Urinary Composition of Cats Is Affected by the Source of Dietary Protein. **Journal of Nutrition**, vol. 134, p. 2162S–2165, 2004.

14. ANEXOS

Anexo 1. Resumo da análise de variância para os valores de consumo na matéria natural segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Consumo matéria natural
Tratamentos	4	7600.575866
Resíduo	20	2672.352569
P< α		0.0512

Anexo 2. Resumo da análise de variância para os valores de consumo na matéria seca segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Consumo matéria seca
Tratamentos	4	2192.994456
Resíduo	20	280.198954
P< α		0.0006

Anexo 3. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água do alimento segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Consumo de água do alimento
Tratamentos	4	15186.479872
Resíduo	20	1318.392846
P< α		0.0001

Anexo 4. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água do alimento segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Consumo de água do alimento
Tratamentos	4	15186.479872
Resíduo	20	1318.392846
$P < \alpha$		0.0001

Anexo 5. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água de bebida segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Consumo de água de bebida
Tratamentos	4	20082.762010
Resíduo	20	1199.128479
$P < \alpha$		0.0000

Anexo 6. Resumo da análise de variância para os valores de consumo de água total segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Consumo de água total
Tratamentos	4	1332.714078
Resíduo	20	3477.370840
$P < \alpha$		0.8180

Anexo 7. Resumo da análise de variância para os valores de excreção na matéria natural segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção na matéria natural
Tratamentos	4	4402.024896
Resíduo	20	1708.245921
$P < \alpha$		0.0689

Anexo 8. Resumo da análise de variância para os valores de excreção na matéria seca segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção na matéria seca
Tratamentos	4	253.554275
Resíduo	20	52.331159
$P < \alpha$		0.0068

Anexo 9. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de água nas fezes segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção de água nas fezes
Tratamentos	4	2567.317360
Resíduo	20	1192.867554
$P < \alpha$		0.1118

Anexo 10. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de água nas fezes segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção de água nas fezes
Tratamentos	4	2567.317360
Resíduo	20	1192.867554
$P < \alpha$		0.1118

Anexo 11. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de urina segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção de urina
Tratamentos	4	1309.985005
Resíduo	20	422.846464
$P < \alpha$		0.0389

Anexo 12. Resumo da análise de variância para os valores de digestibilidade da matéria seca segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Digestibilidade da matéria seca
Tratamentos	4	160.549302
Resíduo	20	55.017420
P< α		0.0472

Anexo 13. Resumo da análise de variância para os valores de ingestão de energia bruta segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Ingestão de energia bruta
Tratamentos	4	41146.004869
Resíduo	20	6341.399533
P< α		0.0016

Anexo 14. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de energia bruta segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção de energia bruta
Tratamentos	4	3488.151394
Resíduo	20	873.069751
P< α		0.0153

Anexo 15. Resumo da análise de variância para os valores de energia absorvida segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Energia absorvida
Tratamentos	4	21772.492835
Resíduo	20	2969.708064
P< α		0.0008

Anexo 16. Resumo da análise de variância para os valores de excreção de energia bruta na urina segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção de energia bruta na urina
Tratamentos	4	10.217075
Resíduo	20	5.061304
P< α		0.1305

Anexo 17. Resumo da análise de variância para os valores de retenção de energia bruta segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Retenção de energia bruta
Tratamentos	4	20922.679280
Resíduo	20	2776.189426
P< α		0.0007

Anexo 18. Resumo da análise de variância para os valores de energia metabolizável segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Energia metabolizável
Tratamentos	4	978943.499857
Resíduo	20	114710.298496
P< α		0.0003

Anexo 19. Resumo da análise de variância para os valores de matéria seca na urina segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Matéria seca na urina
Tratamentos	4	1455.429913
Resíduo	20	749.240361
P< α		0.1426

Anexo 20. Resumo da análise de variância para os valores de pH inicial segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio pH inicial
Tratamentos	4	0.603804
Resíduo	20	0.170712
P< α		0.0244

Anexo 21. Resumo da análise de variância para os valores de pH final segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio pH inicial
Tratamentos	4	0.603804
Resíduo	20	0.170712
P< α		0.0244

Anexo 22. Resumo da análise de variância para os valores densidade inicial segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Densidade inicial
Tratamentos	4	0.000357
Resíduo	20	0.000017
P< α		0.0000

Anexo 23. Resumo da análise de variância para os valores densidade final segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Densidade final
Tratamentos	4	0.000566
Resíduo	20	0.000009
P< α		0.0000

Anexo 24. Resumo da análise de variância para os valores de digestibilidade da proteína bruta segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Digestibilidade proteína bruta
Tratamentos	4	100.879526
Resíduo	20	53.446088
P< α		0.1521

Anexo 25. Resumo da análise de variância para os valores do balanço nitrogenado segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Balanço Nitrogenado
Tratamentos	4	140.146170
Resíduo	20	49.381576
P< α		0.0516

Anexo 26. Resumo da análise de variância para os valores balanço hídrico segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Balanço Hídrico
Tratamentos	4	998.27596
Resíduo	20	348.00504
P< α		0.0532

Anexo 27. Resumo da análise de variância para os valores excreção total de água segundo os tratamentos.

Fontes de variação	G.L.	Quadrado Médio Excreção total de água
Tratamentos	4	1074.99654
Resíduo	20	1863.34385
P< α		0.6827