

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CREATININA COMO INDICADOR DE VOLUME URINÁRIO EM CAPRINOS E
OVINOS: EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO, HORÁRIOS DE COLETA E
RELAÇÃO COM OS DEMAIS METABÓLITOS URINÁRIOS**

ANTÔNIO CARNEIRO SANTANA DOS SANTOS

**SALVADOR - BAHIA
AGOSTO 2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CREATININA COMO INDICADOR DE VOLUME URINÁRIO EM CAPRINOS
E OVINOS: EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO, HORÁRIOS DE COLETA E
RELAÇÃO COM OS DEMAIS METABÓLITOS URINÁRIOS**

ANTÔNIO CARNEIRO SANTANA DOS SANTOS
Zootecnista

**SALVADOR - BAHIA
AGOSTO 2016**

ANTÔNIO CARNEIRO SANTANA DOS SANTOS

**CREATININA COMO INDICADOR DE VOLUME URINÁRIO EM
CAPRINOS E OVINOS: EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO, HORÁRIOS DE
COLETA E RELAÇÃO COM OS DEMAIS METABÓLITOS URINÁRIOS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, da
Universidade Federal da Bahia como
requisito parcial para obtenção do título
de mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof^a. Dr^a. Stefanie Alvarenga Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

SALVADOR - BA
AGOSTO 2016

Sistemas de bibliotecas - UFBA

S231 Santos, Antônio Carneiro Santana dos
Creatinina como indicador de volume urinário em caprinos e
ovinos: Equações de estimação, horários de coleta e relação com
os demais metabólitos urinários / Antônio Carneiro Santana dos
Santos. -- , 2016.
63 f. : il

Orientadora: Stefanie Alvarenga Santos.

Coorientador: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia) -- Universidade Federal da Bahia, Universidade
Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia,
2016.

1. Creatinina. 2. Coleta spot. 3. Derivados de purina. 4.
Excreção urinária. 5. Nutrição de ruminantes. I. Santos,
Stefanie Alvarenga. II. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de .
III. Título.

CDD - 636.085 21

CDU - 614.95

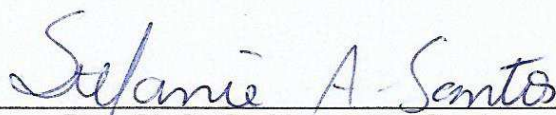
**CREATININA COMO INDICADOR DE VOLUME URINÁRIO EM
CAPRINOS E OVINOS: EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO, HORÁRIOS
DE COLETA E RELAÇÃO COM OS DEMAIS METABOLITOS
URINÁRIOS**

Antônio Carneiro Santana dos Santos

**Dissertação defendida e aprovada para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia**

Salvador, 26 de agosto de 2016

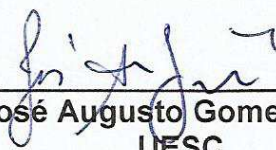
Comissão examinadora:



Dr. Stefanie Alvarenga Santos
UFBA
Orientadora / Presidente



Dr. José Esler de Freitas Júnior
UFBA

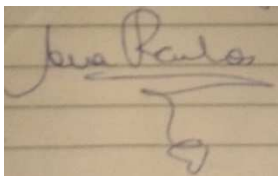


Dr. José Augusto Gomes Azevêdo
UESC

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANTÔNIO CARNEIRO SANTANA DOS SANTOS – nascido em 04 de março de 1991 no município de Salvador, estado da Bahia, filho de Ana Carneiro dos Santos e Antônio Santana dos Santos. Coursou o ensino médio no Colégio Estadual Governador Roberto Santos, em Salvador - Bahia, concluindo no ano de 2007. Em março de 2009, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal da Bahia, concluindo no ano de 2014. Em setembro de 2014, iniciou o curso de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Bahia, desenvolvendo estudos na área de Produção Animal, submetendo à dissertação a defesa no ano de 2016.

“Oi meu nome é Ana Paula, vivo muito feliz com meu pai, minha mãe e meu irmão, que se chama Tony”.



Dedico este trabalho,
A meus pais, Ana Carneiro dos Santos e Antônio Santana dos Santos,
a minha irmã, Ana Paula (*in memoriam*),
a meus avós paternos e maternos, a toda família.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por sempre me colocar em caminhos de luz e sempre me proteger.

Aos meus pais, Antônio e Ana, que sempre me deram todo apoio e exemplo de como ser uma pessoa melhor todos os dias.

A minha irmã, Ana Paula “P “, obrigado pelos momentos de compreensão, brigas, conselhos, ajuda e carinho.

A todos meus professores do ensino infantil, fundamental e médio.

À Universidade Federal da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos.

À Professora Doutora Stefanie Alvarenga Santos, pela orientação, disponibilidade, atenção, valiosas sugestões, considerações e por confiar em meu trabalho.

A meu co-orientador, Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho pelo apoio e ensinamentos.

As pós-doutorandas Lays, fundamental na minha reta final, e Luciana.

Aos professores pertencentes ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos conhecimentos compartilhados, e todos os funcionários da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA.

Aos funcionários de Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos da Universidade Federal da Bahia: Seu Flor, Dona Joana, Isaura, tia Lú, Dil, Samuel, seu Silvio, Seu Giovane, Duca, Edgar, Alan, Moises, Seu Zé.

A todos meus companheiros do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela amizade e ajuda, aos estagiários estudantes de graduação e técnicos: Dallyson, Leonardo, Ingrid, Renan, Alisson, Dudu, Wilobaldo, Bruna, Gustavo, Yara, Juliana, Mariana, Maria, Dayane, Lays, Vivi, Andrei, Felipe, Nana, Roberto, Victor, Lili, Cintia, Maria José, Malú, Ana Carolina, Viviane, Adín, Dona Arinalva, Dona Neide e Jaqueline.

Aos amigos Junior, Josias, Blade, Magno, Mila, Leozinha.

Obrigado Ana Carol, por se preocupar comigo e confiar em mim.

Enfim, agradecido a todos que participaram de forma positiva, direta e indiretamente na realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da silagem de sorgo, concentrado e dieta.....	10
Tabela 2 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes.....	24
Tabela 3 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre o desempenho e composição final e tecidual da carcaça	25
Tabela 4 - Desdobramento do efeito da interação entre as espécies e os dias de confinamento sobre as quantidades de gordura (kg e %)......	26
Tabela 5 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre o balanço de nitrogênio.....	26
Tabela 6 - Efeito das espécies e período de confinamento sobre as excreções de derivados de purinas e eficiência microbiana.....	27
Tabela 7 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre as excreções de creatinina, uréia, compostos nitrogenados totais e derivados de purinas obtidas durante 24 horas de coleta total de urina	28
Tabela 8 - Parâmetros estimados para regressão linear da excreção de creatinina em função do consumo de matéria seca, consumo matéria orgânica, peso corporal, peso de carcaça fria e peso de músculos em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento.....	29
Tabela 9 - Parâmetros estimados para regressão alométrica da excreção de creatinina (mg/dia) em função do peso corporal, peso de carcaça fria e peso de músculos em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento	30
Tabela 10 - Parâmetros estimados para regressão linear da excreção diária de derivados de purinas na urina em função do consumo de matéria seca, consumo matéria orgânica, peso corporal, peso de carcaça fria e peso de músculos em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento.....	31
Tabela 11 - Efeito das espécies e período de confinamento sobre as excreções de creatinina, uréia, compostos nitrogenados totais e derivados de purinas obtidas a partir de coleta totais de urina com duração de quatro horas em caprinos Boer e ovinos Dorper	32

Tabela 12 - Excreções de creatinina, derivados de purinas, ureia, razão entre derivados de purinas:creatinina (DP:C) e razão ureia:creatinina (U:C) obtidas a partir de coleta com duração de quatro horas em caprinos Boer e ovinos Dorper 33

Tabela 13 - Razões obtidas entre derivados de purinas e creatinina e entre ureia e creatinina a partir de amostras pontuais (spot) coletadas a cada 2 horas em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento..... 34

Tabela 14 - Razões obtidas entre derivados de purina e creatinina e entre ureia e creatinina a partir de amostras pontuais (spot) coletadas a cada 2 horas em caprinos Boer e ovinos Dorper 35

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PC) na urina e o consumo de matéria seca (g/kg PC)..... 36
- Figura 2 - Relação entre a excreção de creatinina (mg/dia) na urina e o peso corporal (kg)..... 36
- Figura 3 - Relação entre a excreção de derivados de purinas (mmol/kg PC) na urina e o consumo de matéria seca (g/kg PC)..... 37
- Figura 4 - Relação entre a excreção derivados de purinas (mmol/dia) na urina e o peso corporal (g/kg PC)..... 37
- Figura 5 - Perfil nictemeral da razão entre ureia e creatinina (U:C) de acordo com o horário de avaliação em coletas spot a cada 2 horas, durante 2 dias consecutivos em caprinos Boer, após ajuste da seguinte equação: $\hat{Y} = 3,71 + (-0,03 \times \text{SEN}(-0,2572 \times t))$; com período fundamental estimado de 12,2 horas para repetição do padrão estimado 38
- Figura 6 - Perfil nictemeral da razão entre ureia e creatinina (UC) de acordo com o horário de avaliação em coletas spot a cada 2 horas, durante 2 dias consecutivos em ovinos Dorper, após ajuste da seguinte equação: $\hat{Y} = 10,67 + (0,15 \times \text{SEN}(-0,2389 \times t))$; com período fundamental estimado de 13,1 horas para repetição do padrão estimado 38
- Figura 7 - Flutuação diária nas concentrações de creatinina de acordo com o horário de avaliação em coletas spot a cada 2 horas durante 2 dias consecutivos, concentração média de creatinina durante 3 dias consecutivos de coleta total por 24 horas e respectivo intervalo de confiança da média mensurada em ovinos Dorper e caprinos Boer com diferentes períodos de abate. 39

SUMÁRIO**CREATININA COM INDICADOR DE VOLUME URINÁRIO EM CAPRINOS E OVINOS: EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO, HORÁRIOS DE COLETA E RELAÇÃO COM OS DEMAIS METABÓLITOS URINÁRIOS**

RESUMO:	1
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. <i>Animais, delineamento experimental e dieta</i>	8
3.2. <i>Procedimentos experimentais e coletas de amostras</i>	10
3.4. <i>Análises estatísticas</i>	14
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSSÃO	40
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS	47

**CREATININA COMO INDICADOR DE VOLUME URINÁRIO EM CAPRINOS
E OVINOS: EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO, HORÁRIOS DE COLETA E
RELAÇÃO COM OS DEMAIS METABÓLITOS URINÁRIOS**

CREATININA COMO INDICADOR DE VOLUME URINÁRIO EM CAPRINOS E OVINOS: EQUAÇÕES DE ESTIMAÇÃO, HORÁRIOS DE COLETA E RELAÇÃO COM OS DEMAIS METABÓLITOS URINÁRIOS

Autor: Antônio Carneiro Santana dos Santos

Orientador: Stefanie Alvarenga Santos

RESUMO:

Objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade, desempenho, eficiência microbiana e relação entre o peso corporal e excreção de creatinina na urina de ovinos e caprinos. Avaliaram-se as excreções de creatinina a intervalos de 2-2 horas, volumes totais de 4 horas, 24 horas e as razões dos derivados de purina (DP), ureia (U) com a creatinina (C). Utilizaram-se 24 animais, sendo 12 ovinos da raça Dorper $20,6 \pm 2,3$ kg e 12 caprinos da raça Boer $18,4 \pm 3,4$ kg. Foram utilizados 12 caprinos da raça Boer com peso corporal (PC) médio inicial de $18,4 \pm 3,4$ kg e 12 ovinos da raça Dorper com PC médio inicial de $20,6 \pm 2,3$ kg, todos com quatro meses de idade. Os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos, que foram abatidos em após 28, 56 e 84 dias de confinamento (períodos de confinamento), de modo a obter diferentes faixas de peso ao abate. Desta forma, o experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2×3), sendo duas espécies e três períodos de confinamento, com quatro repetições. Para todos os animais foi utilizada uma única dieta, constituída de 50% de volumoso (silagem de sorgo) e 50% de concentrado. O experimento foi composto por 15 dias de adaptação e três períodos experimentais de 28 dias. Não houve interação ($P > 0,05$) entre as espécies e os dias de confinamento para nenhuma das variáveis de consumo e digestibilidade dos nutrientes avaliadas. O ganho médio diário (GMD), peso corporal (PC) final e pesos de carcaça quente (PCQ) e fria (PCF) foram maiores ($P < 0,05$) para os ovinos em relação aos caprinos. Houve diferença ($P < 0,01$) nas excreções de nitrogênio (N) entre as espécies. As espécies apresentam diferença ($P < 0,01$) na síntese microbiana. Não houve interação ($P > 0,05$) entre as espécies e dias de confinamento para as variáveis de excreções de creatinina, uréia, compostos nitrogenados totais e DP obtidos na coleta total de 24 horas de urina. Não houve diferença nas equações lineares obtidas em caprinos e ovinos para estimar as excreções diárias de creatinina em função do PC ($P = 0,18$) e PCF ($P = 0,16$). Desta

forma, a equação linear conjunta obtida para caprinos e ovinos em função do PC foi $\hat{Y} = 19,82 (\pm 1,49) X$.

Palavras-chave: creatinina, coleta spot, derivados de purina, excreção urinária

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para as pesquisas em nutrição de ruminantes está na busca de soluções para reduzir os tempos de coletas diárias de urina em experimentos que estudam o aproveitamento dos nutrientes após a digestão e o metabolismo. Neste sentido, estabelecer um protocolo de coleta urinária que seja rápido e pouco invasivo torna-se promissor na pesquisa com nutrição de ruminantes.

A creatina é armazenada nas células musculares na forma de fosfocreatina, molécula - armazenadora de energia assim como o ATP. Sabe-se que em torno de 2% do total de creatina e fosfocreatina musculares são irreversivelmente convertidas em creatinina todos os dias de forma constante (VAN NIEKERK et al., 1963) para a definitiva excreção por via renal (JANSSEN et al., 2016). Ressalta-se que, devido a sua constância à massa muscular do animal, estudos sugerem a utilização da creatinina como indicador do volume urinário em coletas pontuais para diferentes espécies (VALADARES et al., 1999).

O uso da creatinina como uma ferramenta precisa para a estimativa do - volume urinário nas diferentes categorias animais torna prático o estudo da eficiência de utilização de nitrogênio (N) pelos ruminantes, principalmente quando as realizações de coleta de 24 horas são inviáveis, como em sistemas em pastejo. No entanto, grande parte destes estudos foram desenvolvidos com bovinos (CHIZZOTTI et al., 2008; PRATES et al., 2012; SILVA et al., 2012), sendo escassos os trabalhos com ovinos (MA et al., 2014) e caprinos (FONSECA et al., 2006). Portanto, é necessário o estabelecimento de um protocolo bem definido para estas espécies.

Em diferentes estudos, tem sido proposta uma relação linear entre a creatinina e o peso corporal dos animais (SCHROEDER et al., 1990; DE CAMPENEERE et al.,

2000). No entanto, a equação alométrica proporciona uma aproximação matemática para descrever o crescimento diferenciado em diferentes estágios fisiológicos. Assim, sendo a creatinina um produto do metabolismo do tecido muscular, surge o interesse em estudar o padrão de excreção ao longo da vida do animal, uma vez que o crescimento segue uma função alométrica do peso corporal metabólico - ao longo do tempo.

Hipotetizou-se que ovinos e caprinos em crescimento apresentam taxas de excreção de creatinina constantes e similares, porém distintas daquelas já obtidas para bovinos -. Como os tecidos musculares não se desenvolvem de forma isométrica pode-se utilizar um modelo alométrico de ajuste e predição da excreção total diária em função do peso corporal. Assim, objetivou-se determinar uma relação matemática entre a excreção diária de creatinina e peso corporal em caprinos e ovinos, determinar os melhores horários de coletas spot e estudar a viabilidade deste metabólico como indicador do volume urinário por meio de sua relação com os demais metabólitos excretados na urina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A proteína bruta microbiana (PBmic) representa a principal fonte de aminoácidos absorvidos no intestino delgado dos ruminantes (FONSECA et al., 2006), sendo portanto de grande importância a sua quantificação. O método de derivados de purinas (DP) proposto por CHEN & GOMES (1992) tem sido amplamente utilizado para a quantificação do fluxo de nitrogênio microbiano. Considerando que os ácidos nucléicos oriundos da maioria dos alimentos utilizados para os ruminantes são extensamente degradados durante a fermentação ruminal, o método de DP assume que o fluxo duodenal de ácidos nucléicos é essencialmente de origem microbiana e, que após

digestão intestinal das bases purinas (BP) (adenina e guanina), essas são catabolizadas e excretadas como DP (ácido úrico, alantoína, xantina e hipoxantina) proporcionalmente à quantidade de purinas absorvidas. No entanto, este método tem sido utilizado principalmente para bovinos e ovinos (CHEN et al., 1995; VALADARES et al., 1999) e poucos avanços foram obtidos para caprinos. Além disto, diferentes modelos matemáticos têm sido propostos, devido às variações existentes nas excreções de DP e o fluxo das BP para as diferentes espécies (CHEN et al., 1990). Alguns estudos demonstraram um similar padrão de excreção dos DP para caprinos e ovinos (BELENGUER et al., 2002; FUJIHARA et al., 1991), no entanto, estudos comparativos entre essas espécies ainda são limitados (CARRO et al., 2012).

Para a quantificação da excreção dos DP é necessário o conhecimento do volume urinário total excretado, que pode ser obtido através da coleta total de urina no período de 24 horas (BARBOSA et al., 2006; LEAL et al., 2007; VALADARES et al., 1999), porém se trata de uma técnica laboriosa em rotina experimental. -Desta forma, alguns estudos têm demonstrado que a quantificação- do volume urinário - pode ser realizada através de uma amostra isolada de urina obtida ao longo do dia (coleta *spot* de urina) (CHIZZOTTI et al., 2007; LIU et al., 2006; MA et al., 2014).

A creatinina é um metabólito formado no tecido muscular pela remoção não enzimática e irreversível de água do fosfato de creatina, a qual se origina do metabolismo celular (HARPER et al., 1982). Por ser produzida diariamente e ser excretada de forma constante à massa muscular do animal, a creatinina tem sido utilizada como indicador para estimar a excreção diária de urina, a partir da avaliação da sua concentração em amostras pontuais de urina (SANTOS et al., 2010, VALADARES et al., 1999). Valadares et al. (1999) trabalhando com vacas leiteiras verificaram que a

coleta *spot* de urina permitiu estimar adequadamente o volume total urinário através das concentrações de creatinina, e também verificaram que a coleta *spot* demonstrou similar padrão de excreção dos DP em relação à coleta total. Chen et al. (1995) trabalhando com ovinos reportaram que a relação DP:C não apresentaram diferenças entre os tempos de amostragem de urina e foram linearmente correlacionadas com a excreção diária de DP.

Apesar da constância na excreção da creatinina, existe uma variação na excreção dos DP ao longo do dia (CHEN et al., 1992; FUJIHARA et al., 1987). Chen et al. (1992) verificaram que na coleta total de urina de novilhas leiteiras realizadas a cada quatro horas, as variações nas concentrações dos DP e creatinina foram similares e resultaram de variações do volume urinário obtidos nos diferentes intervalos. Esses autores também reportaram que como existem poucas variações diurnas na razão derivados de purina: creatinina (DP:C), a coleta *spot* de urina seria adequada para estimar a síntese microbiana Pereira (2009), não encontrou diferença significativa do horário de coleta sobre a razão DP:C nas coletas de urina de novilhas de corte, com duração de duas em duas horas durante dois dias consecutivos. No entanto, verificou efeito da hora da coleta de urina sobre a razão ureia: creatinina (U:C) e, portanto, recomendou a realização de coletas *spot* nos períodos após a alimentação para estimar adequadamente as excreções de compostos nitrogenados. Em geral, são utilizadas equações lineares do PC em função da excreção de creatinina, no entanto, pouco se conhece sobre o nível de excreção da creatinina na urina de caprinos e ovinos em função da massa muscular. Fonseca et al. (2006) estimaram uma excreção de creatinina de 26,05 mg/kg de peso corporal (PC) em caprinos leiteiros, representando valor

inferior aos 11 mg de N-creatinina/kg de PC obtida por Lindberg (1985), demonstrando que estes valores precisam ser melhor estabelecidos. -

-Interessante notar que, existem leis biológicas intrínsecas que limitam a avaliação da excreção de creatinina de forma linear em função do peso corporal. O crescimento e o metabolismo dos tecidos corporais, principalmente o tecido muscular, são influenciados por inúmeros fatores como hormônios e fatores de crescimento. O controle do metabolismo determina a partição dos nutrientes absorvidos para deposição de proteína ou gordura, estabelecendo os padrões de crescimento alométrico do músculo esquelético, tecido adiposo e ossos, nos mamíferos.

O crescimento alométrico consiste no desenvolvimento de tecidos corporais, com velocidade diferente em cada tecido corporal. Sendo assim, quando o crescimento das partes do corpo é estudado alometricamente, pode-se explicar as diferenças quantitativas produzidas nas distintas fases de vida do animal (OLIVEIRA, 1999). Como exemplo, pode-se citar o crescimento do úbere de fêmeas jovens durante a puberdade ou mesmo o desenvolvimento do tecido adiposo em ruminantes de diferentes categorias durante a fase de terminação.

O crescimento pode ser entendido como o aumento de peso até o animal se tornar adulto. Essa definição, apesar de simples, não tira a complexidade do tema, pois, a partir do modelo alométrico proposto por Huxley (1932), todas as variáveis são reduzidas ao valor do coeficiente de crescimento (PEREIRA FILHO et al., 2008). A equação alométrica proporciona uma aproximação matemática válida e simples para descrever o crescimento diferenciado. De acordo com Berg e Butterfield (1966), a equação alométrica proporciona uma interessante descrição quantitativa da relação

parte/todo e mesmo não registrando detalhes, ela é relevante, porque reduz toda a informação a um só valor.

Sendo assim, o desenvolvimento corporal pode ser mensurado por algumas fórmulas ou modelos não lineares como os de Huxley (1932). No entanto, a equação alométrica de Huxley (1932), definida como $Y = aX^b$, permite realizar uma descrição quantitativa adequada do crescimento de regiões e tecidos em relação aos outros e o organismo como um todo, descrevendo uma relação curvilínea entre o crescimento da maioria dos tecidos. Sendo então a creatinina um produto do metabolismo do tecido muscular, surge o interesse em estudar se seu padrão de excreção ao longo da vida do animal segue um padrão de crescimento alométrico em função do peso corporal metabólico.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais, delineamento experimental e dieta

Todos os procedimentos com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), sob número de protocolo 28/2014.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (UFBA), localizada no município de São Gonçalo dos Campos, Bahia. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal - da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (UFBA) e no laboratório de fisiologia animal -, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

Foram utilizados 12 caprinos da raça Boer com peso corporal (PC) médio inicial de $18,4 \pm 3,4$ kg e 12 ovinos da raça Dorper com PC médio inicial de $20,6 \pm 2,3$ kg todos com quatro meses de idade. Ovinos e caprinos foram divididos aleatoriamente em três grupos (sendo cada grupo composto por quatro animais de cada raça, totalizando em oito animais por grupo), que foram abatidos em após 28, 56 e 84 dias de confinamento, de modo a obter diferentes faixas de peso ao abate. Desta forma, o experimento foi conduzido segundo delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2×3), sendo duas espécies e três períodos de confinamento, com quatro repetições.

Os animais foram alojados em baias individuais suspensas ($1,2 \times 1,2$ m), totalmente cobertas e com piso ripado, providas de comedouros e bebedouros com livre acesso à água. Os animais foram submetidos a um período de adaptação de 15 dias às condições experimentais, durante o qual foram pesados, identificados, vermifugados e distribuídos aleatoriamente às baias e aos respectivos períodos de confinamento pré-abate. Após os 15 dias de adaptação, iniciou-se o ensaio experimental com 84 dias, divididos em períodos 28 dias. Os últimos 10 dias de cada período foram destinados à coletas de amostras que se seguiram do abate de quatro ovinos e quatro caprinos em cada período experimental. O grupo de oito animais destinados ao abate em cada período experimental passou por jejum de sólidos de 16 horas tanto no início quanto ao final do período para determinação do peso de jejum ao abate (PVJ), ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD).

A dieta foi formulada de acordo com o NRC (2007), para fornecer ganho médio diário esperado de 200 g para ovinos em crescimento. Optou-se por utilizar dietas isonitrogenadas para ambas as espécies, sendo assim a mesma dieta foi utilizada tanto

para os ovinos quanto para os caprinos. Foi utilizada uma dieta experimental constituída de 50% de silagem de sorgo e de 50% concentrado (Tabela 1) com base na matéria seca (MS). O concentrado foi composto de 681 g/kg de milho moído 277,2 g/kg de farelo de soja, 20 g/kg de ureia com sulfato de amônia e 21,8 g/kg de mistura mineral (147,0 g/kg de sódio, 120 g/kg de cálcio, 87 g/kg de fósforo, 18 g/kg de enxofre, 3,8 g/kg de zinco, 1,8 g/kg de ferro, 1,3 g/kg de manganês, 0,59 g/kg de cobre, 0,3 g/kg de molibdênio, 0,08 g/kg de iodo, 0,04 g/kg de cobalto, 0,02 g/kg de cromo e 0,015 g/kg de selênio). A dieta foi fornecida às 9h00 e 16h00 em proporções similares. O consumo foi ajustado para manter no máximo as sobras em 10 à 20% da quantidade oferecida.

Tabela 1- Composição química da silagem de sorgo, concentrado e dieta

Nutriente (g/kg MS)	Silagem de sorgo	Concentrado	Dieta
Matéria seca ¹	334,5	897,5	616,0
Matéria orgânica	947,8	967,4	957,6
Proteína bruta	80,0	249,8	164,9
Extrato etéreo	20,4	34,3	27,3
FDNcp ²	530,3	8,1	269,2
Carboidratos não-fibrosos	314,8	655,6	565,9
FDNi ³	251,0	22,1	136,5
Lignina	50,2	16,4	33,3

¹g/kg de matéria natural

²Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína

³Fibra em detergente neutro indigestível

3.2. Procedimentos experimentais e coletas de amostras

Amostras de silagem de sorgo fornecido e das sobras de cada animal foram obtidas diariamente e posteriormente armazenadas à -20°C. Semanalmente uma alíquota destas amostras de silagem de sorgo e sobras foi submetida à secagem parcial em estufa

de ventilação forçada (55°C) por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas (Wiley mill; TECNAL, São Paulo, SP, Brasil) com peneiras de 2 mm e 1 mm e compostas proporcionalmente (com base no peso seco), por animal e por período. Os ingredientes que compuseram o concentrado foram amostrados nos dias das misturas dos mesmos.

No 18° e 19° dia de cada período experimental, foram realizadas 12 coletas pontuais de urina (spot), a cada duas horas (00h00, 02h00, 04h00, 06h00, 08h00, 10h00, 12h00, 14h00, 16h00, 18h00, 20h00 e 22h00h) nos animais destinados ao abate no respectivo período analisado. As amostras foram coletadas diretamente de funis coletores acoplados aos animais. Uma alíquota de 10 mL de cada amostra de urina foi filtrada em gaze e diluída em 40 ml de H₂SO₄ 0,036N (Valadares et al., 1999), para evitar a destruição bacteriana dos derivados de purina (DP) e precipitação do ácido úrico. Posteriormente, foi realizada uma amostra composta por horário de coleta referente aos dois dias de amostragem, obtendo-se 12 amostras de urina de cada animal. As amostras foram armazenadas à -20°C para posteriores análises de creatinina, -DP (ácido úrico, alantoína, hipoxantina e xantina) e ureia.

No 20° e 21° dia de cada período experimental, foram realizadas seis coletas totais de urina com duração total de quatro horas (00h00-04h00, 04h00-08h00, 08h00-12h00, 12h00-16h00, 16h00-20h00, 20h00-00h00) nos animais destinados ao abate no respectivo período analisado. Foram utilizados funis coletores conectados às mangueiras, que conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 100 mL de H₂SO₄ a 20%, para a conservação do nitrogênio (N). Os procedimentos de diluição e armazenamento das amostras de urina foram similares aos descritos para a coleta

pontual. Foi obtida uma amostra composta por horário de coleta referente aos dois dias de amostragem, totalizando em seis amostras de urina de cada animal por período.

Do 22° ao 24° dia de cada período experimental, foi realizada a coleta total de urina nos animais destinados ao abate no respectivo período analisado. Foram utilizados funis coletores conectados a mangueiras que conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 100 mL de H₂SO₄ a 20%. Ao final de cada dia de coleta (24 horas), o volume urinário diário foi quantificado e uma amostra foi armazenada (-20°C). Ao final de cada período, foi obtida uma amostra composta referente aos três dias de amostragem de urina para cada animal. Os procedimentos de diluição e armazenamento das amostras de urina foram similares aos descritos para a coleta pontual.

Do 25° ao 27° dia de cada período experimental, foram realizadas as coletas de fezes para determinação do consumo e da digestibilidade dos nutrientes. As fezes foram coletadas durante três dias consecutivos (Lazzarini et al. 2016), a cada 16 horas, totalizando nove amostras pontuais de fezes por animal e por período. Estas amostras foram submetidas à secagem parcial em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de facas (Wiley mill; TECNAL, São Paulo, SP, Brasil) com peneiras de 2 mm e 1 mm e compostas proporcionalmente (com base no peso seco) por animal para cada período. A fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi utilizada como indicador interno para estimar a excreção fecal (Valente et al., 2011).

No 28° dia de cada período experimental, quatro ovinos e quatro caprinos que receberam sua última alimentação no período da manhã, e ao final da tarde suas sobras foram recolhidas para realização de 16 horas de jejum de sólidos. Na manhã seguinte, os animais foram abatidos em frigorífico comercial seguindo-se todos os procedimentos

necessários para a realização do abate humanitário. Os animais foram insensibilizados por concussão cerebral, seguida de sangria através da secção da carótida e jugular. As carcaças foram seccionadas em duas meias-carcaças e pesadas, imediatamente após o abate e após serem resfriadas à - 4°C durante 24 horas, para a obtenção do peso da carcaça quente (PCQ) e fria (PCF), respectivamente. Posteriormente, as meias-carcaças esquerdas foram dissecadas em músculo, gordura (subcutânea e intermuscular) e ossos, que foram pesados para estimação das proporções destes componentes na carcaça em relação ao PCF, sendo desprezadas as cartilagens.

3.3. Análises Laboratoriais

Nas amostras de alimentos, sobras e fezes foram realizadas as análises de matéria seca (MS) e cinzas de acordo com o método oficial 934.01 e 942.05 (AOAC, 2005), respectivamente. A matéria orgânica (MO) foi quantificada pela diferença do teor da MS e de cinzas. O N total foi quantificado de acordo com o método oficial 968.06 (AOAC, 2005) tanto nas amostras citadas como nas amostras de urina. O teor de extrato etéreo (EE) foi quantificado por gravimetria após a extração com éter de petróleo de acordo o método 920.39 (AOAC, 2005). Para a análise da concentração da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), as amostras foram tratadas com α -amilase termoestável, sem a adição de sulfito de sódio e corrigidas para os resíduos de cinzas (Mertens, 2002) e N residual (Licitra et al. 1996). O conteúdo da FDN_i foi calculado após a incubação in situ das amostras moídas à 2 mm por 288 horas (Valente et al., 2011). A lignina foi mensurada de acordo com o método oficial 973.18 (AOAC, 2005). A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010) em que $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB da$

uréia + % de uréia) + %FDNcp + %EE + %MM] em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

A creatinina foi quantificada em todas as amostras de urina pelo método enzimático a partir da reação com picrato alcalino, utilizando-se kit comercial (Creatinina - K016, Bioclin, Minas Gerais, Brasil). A ureia foi quantificada em amostras de urina por método enzimático na presença de salicilato e hipoclorito de sódio, utilizando-se o kit comercial (Ureia enzimática - K047, Bioclin, Minas Gerais, Brasil). Alantoína, xantina e hipoxantina foram determinadas de acordo com Chen & Gomes (1992). O ácido úrico foi quantificado por método enzimático em uricase e peroxidase, utilizando-se o kit comercial (Ácido úrico monoreagente - K139, Bioclin, Minas Gerais, Brasil), sendo os compostos nitrogenados totais obtidos pelo método e Kjeldhal, segundo Silva & Queiroz, 2002. As purinas microbianas absorvidas e fluxo intestinal de N microbiano foram estimados a partir das equações propostas por Chen & Gomes (1992).

3.4. *Análises estatísticas*

As variáveis dependentes foram avaliadas segundo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3, utilizando-se o peso corporal inicial como co-variável, segundo o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + E_i + T_j + (ET)_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = variável dependente mensurada na unidade experimental;

μ = média geral;

β = coeficiente de regressão ou relação funcional com a co-variável;

X_{ij} = valor observado da co-variável aplicada à unidade experimental;

\bar{X} = valor médio da covariável;

E_i = efeito fixo da espécie;

T_j = efeito fixo do período de confinamento;

$(ET)_{ij}$ = efeito fixo da interação entre espécies e período de confinamento;

e_{ij} = erro aleatório.

O teste F da ANOVA foi conclusivo para comparação entre espécies, enquanto que para o período de confinamento os dados foram comparados por meio de contrastes ortogonais linear e quadrático, utilizando-se pacote PROC MIXED do software SAS versão 9.2, com nível de probabilidade para o erro tipo I de 5%.

Para o caso específico das amostras de urina correspondentes a intervalos de 4 horas e amostras spot obtidas a cada 2 horas, os dados foram avaliados em esquema de medidas repetidas no tempo (Littel et al. 1998). As relações das variáveis dependentes com os horários de coleta dentro das unidades experimentais foram interpretadas por intermédio de regressão não-linear. Nas amostras Spot com intervalos de 2 horas foi realizada a interpretação do perfil nictemeral dos valores das razões entre creatinina e uréia (U:C) e derivados de purina: creatinina (DP:C) por intermédio da função não-linear em série de Fourier em esquema de polinômio trigonométrico, descrita por Detmann et al. (2007), utilizando-se o PROC NLIN do software SAS (versão9.2).

$$Y_t = A_0 + \sum_{k=1}^k [A_k \text{sen}(kct) + B_k \text{cos}(kct)]$$

Em que: Y_t são valores de U:C e DP:C no momento de amostragem t ; A_0 são estimativas médias de U:C e DP:C; A_k e B_k são parâmetros sem interpretação biológica direta; c é o ciclo (rad h⁻¹) de U:C e DP:C; k é o indexador referente à série de Fourier, sendo inteiro e positivo, variando de 1 a K ; e t é o momento de amostragem (horário).

Para ambas as relações o ajustamento foi realizado considerando-se $k = 1$ a 3 , sendo então adotado o fator que permitir ajuste significativo. Assim, o período fundamental, calculado de acordo com Detmann et al. (2007), pode ser descrito como:

$$P = \frac{\pi}{c}$$

Em que: P é o período fundamental em que o movimento estimado recomeça (horas). Peso corporal em jejum (PC, kg), peso de carcaça fria (PCF, kg), quantidade de músculo (MUS, kg) em relação ao peso de carcaça fria, e os consumos de MS e MO foram relacionadas isoladamente com a excreção total de creatinina em (mg/dia ou mg/kg PC) e com a excreção de derivados de purina (mmoL/dia e mmoL/kg PC). Dois modelos básicos foram testados para descrever estas relações, sendo estes o alométrico, e o linear com ou sem intercepto. O intercepto não foi avaliado quando variáveis independentes relativas ao PC dos animais foram testadas, uma vez que não há significado biológico para este valor. Estes procedimentos estatísticos foram realizados por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System), utilizando-se os procedimentos MIXED, REG e NLIN e adotando 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

O seguinte modelo foi utilizado para estimar os parâmetros das curvas alométricas da excreção de creatinina em relação ao peso corporal, peso de carcaça fria e peso de músculo:

$$Y = D1 \times (a1 \times X^{b1}) + D2 \times (a2 \times X^{b2}) + e$$

Em que: Y = Excreção de creatinina em mg/dia; $D1$ e $D2$ são variáveis binárias correspondentes às espécies caprina e ovina: $D1 = 0$ e $D2 = 1$ correspondendo à excreção de creatinina em ovinos, e $D1 = 1$ e $D2 = 0$ correspondendo à excreção de creatinina em caprinos; $a1$ e $a2$ = intercepto para caprinos e ovinos; $b1$ e $b2$ = parâmetros exponenciais para caprinos e ovinos; X = variável dependente.

A comparação entre o modelo alométrico ajustado para caprinos e ovinos foi realizada por intermédio do teste de identidade dos modelos de regressão não-linear, descrito por Regazzi (1999). A partir do modelo descrito, dois diferentes ajustes foram realizados para cada espécie estudada. Primeiramente assumiu-se que as excreções de creatinina entre caprinos e ovinos foram similares, assim foi ajustado o “modelo restrito” desconsiderando a variável binária descrita no modelo. Em um segundo ajuste, utilizou-se o pressuposto que este mesmo parâmetro apresentou diferença entre caprinos e ovinos, sendo assim chamado de “modelo conjunto”, em que se considerou a variável binária descrita no modelo. A partir desta informação, a comparação estatística foi realizada utilizando-se a distribuição de χ^2 , como se segue:

$$\chi^2_{calc.} = -n \times \ln\left(\frac{RSSc}{RSSr}\right)$$

$$d. f. = p(c) - p(r)$$

Em que χ^2 é o valor calculado para χ^2 , n é o número de observações utilizadas em cada ajuste, $RSSc$ é a soma de quadrados do resíduo do modelo conjunto, $RSSr$ é a soma de quadrados do resíduo do modelo restrito, d.f. é o número de graus liberdade utilizado para realizar o teste, $p(c)$ é o número de parâmetros considerado no ajuste do modelo conjunto, e $p(r)$ é o número de parâmetros considerado no ajuste do modelo

restrito. Para todos as variáveis foi considerado $p(c) = 4$, $p(r) = 2$, então d.f. = 2. Para obtenção dos parâmetros não-lineares foi utilizado o algoritmo iterativo de Marquardt, e estatística t para construção dos intervalos de confiança assintóticos para os parâmetros ($1 - \alpha = 0,95$), com auxílio do comando PROC NLIN do programa SAS, versão 9.2.

Os ajustes lineares utilizando creatinina ou derivados de purina como variáveis independentes e consumo de matéria seca, matéria orgânica, peso corporal, peso de carcaça fria e músculos na carcaça como variáveis dependentes foram realizadas através do modelo de regressão linear múltipla:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 D_1 + \beta_2 X + \beta_3 (X * D_1) + \epsilon$$

Em que D_1 é variável binária correspondente aos efeitos das espécies estudadas, sendo $D_1 = 0$ para caprinos e $D_1 = 1$ para ovinos, e X é a variável independente nos modelos estudados. Foi utilizado 5% como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. A análise foi realizada utilizando-se o procedimento PROC REG do pacote estatístico SAS.

4. RESULTADOS

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as espécies e os dias de confinamento para nenhuma das variáveis de consumo e digestibilidade dos nutrientes avaliadas (Tabela 2). O consumo dos nutrientes (expresso em kg ou g/kg PC) foram maiores ($P < 0,01$) para os ovinos em relação aos caprinos. Não houve efeito dos dias de confinamento ($P > 0,05$) sobre os consumos dos nutrientes expressos em kg/dia. Houve efeito linear negativo ($P = 0,02$) dos dias de confinamento sobre o consumo de MS expresso em g/kg PC. As digestibilidade dos nutrientes não diferiram ($P > 0,05$) entre as espécies. Houve efeito linear positivo dos dias de confinamento sobre as digestibilidade da MO ($P < 0,01$), CNF ($P = 0,03$), PB ($P < 0,01$) e teores de NDT ($P = 0,03$).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as espécies e dias de confinamento para as variáveis de desempenho avaliadas (Tabela 3). O ganho médio diário (GMD), peso corporal (PC) final e pesos de carcaça quente (PCQ) e fria (PCF) foram maiores ($P < 0,05$) para os ovinos em relação aos caprinos. Houve efeito linear positivo ($P < 0,05$) dos dias de confinamento sobre o desempenho dos animais. As quantidades (kg) de músculo ($P = 0,60$) e ossos ($P = 0,64$) não diferiram entre as espécies. No entanto, os caprinos apresentaram maior ($P < 0,01$) percentagem de músculo em relação aos ovinos. Os dias de confinamento não afetaram ($P = 0,10$) as quantidades de músculo em kg dos animais, porém houve efeito linear negativo ($P < 0,01$) sobre as quantidades de músculo em expressa em percentagem do PCF.

Houve interação ($P < 0,01$) entre as espécies e dias de confinamento sobre as quantidades de gordura (expressas em kg e %) avaliadas. O desdobramento da interação demonstrou que as quantidades de gordura (kg e %) dos caprinos e ovinos aumentaram

linearmente em resposta aos dias de confinamento ($P < 0,01$) (Tabela 4), e ovinos apresentaram maior deposição de gordura ao longo do tempo de confinamento quando comparados aos caprinos.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as espécies e dias de confinamento para as variáveis de balanço de N avaliadas (Tabela 5). Os ovinos apresentaram maior consumo de N que caprinos ($P < 0,01$). Nos ovinos, houve maior excreção de N nas fezes ($P < 0,01$) e urina ($P = 0,02$) e também maior retenção de N (g/dia) ($P < 0,01$) em comparação aos caprinos. No entanto, o N retido em função do N ingerido ($P = 0,38$) ou absorvido ($P = 0,34$) não diferiu entre as espécies. Houve efeito linear positivo ($P < 0,01$) dos dias de confinamento sobre as excreções de N na urina. Os dias de confinamento não afetaram ($P = 0,20$) as retenções de N (g/dia) dos animais, porém houve tendência de efeito linear negativo do tempo de confinamento sobre o N retido em função do ingerido ($P = 0,07$) e em função do absorvido ($P = 0,01$).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as espécies e dias de confinamento para as excreções de DP, síntese e eficiência microbianas avaliadas (Tabela 6). Os ovinos apresentaram maiores excreções (mmol/d) de alantoína ($P = 0,01$), ácido úrico ($P < 0,01$), xantina e hipoxantina ($P < 0,01$) em relação aos caprinos. Não houve efeito dos dias de confinamento sobre as excreções de alantoína ($P = 0,90$) e ácido úrico ($P = 0,15$). Como esperado, as purinas absorvidas foram maiores ($P = 0,01$) nos ovinos em relação aos caprinos. Houve maior ($P = 0,01$) síntese de PB microbiana nos ovinos em relação aos caprinos. Porém, a eficiência microbiana expressa em g/kg de MO digestível ($P = 0,29$) e g/kg de NDT ($P = 0,29$) não diferiu entre as espécies. Os dias de confinamento não interferiram na síntese ($P = 0,78$) e nem na eficiência microbiana expressa em g/kg de MO digestível ($P = 0,86$) e g/kg de NDT ($P = 0,87$).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as espécies e dias de confinamento para as variáveis de excreções de creatinina, uréia, compostos nitrogenados totais e DP obtidos na coleta total de 24 horas de urina (Tabela 7). Os ovinos apresentaram maiores ($P < 0,01$) excreções de creatinina (mg/dia) em relação aos caprinos. No entanto, não houve diferença ($P = 0,34$) entre as espécies para as excreções de creatinina expressas em mg/kg de PC. Houve efeito linear positivo ($P < 0,01$) dos dias de confinamento sobre as excreções de creatinina expressas em mg/dia.

Houve maior ($P = 0,04$) excreção de ureia urinária (g/dia) nos ovinos em relação aos caprinos. Porém não houve efeito dos dias de confinamento sobre as excreções de ureia expressas mg/dia ($P = 0,87$), mg/kg PC ($P = 0,12$) e mg/kg PC^{0,75} ($P = 0,25$). Os compostos nitrogenados totais aumentaram linearmente ($P < 0,01$) de acordo com o aumento nos dias de confinamento, e as espécies não diferiram nas quantidades excretadas em mg/kg PC. Independentemente da forma de expressão, houve maior ($P < 0,05$) excreção dos DP nos ovinos em relação aos caprinos e ausência de efeito ($P > 0,05$) dos dias de confinamento.

As equações lineares obtidas entre as excreções de creatinina em função do consumo de MS, MO, PC, PCF e músculo estão demonstradas na tabela 8. Não houve significância da inclinação ($P > 0,05$) nas equações para as excreções de creatinina em função do consumo de MS. A relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PC) com o consumo de MS (g/kg PC) de caprinos e ovinos está demonstrada na Figura 1.

Não houve diferença nas equações lineares obtidas em caprinos e ovinos para estimar as excreções diárias de creatinina em função do PC ($P = 0,18$) e PCF ($P = 0,16$). Desta forma, a equação linear conjunta obtida para caprinos e ovinos em função do PC foi $\hat{Y} = 19,82 (\pm 1,49) X$; e em função do PCF foi $\hat{Y} = 45,25 (\pm 1,32) X$. A relação

entre a excreção de creatinina (mg/dia) e PC (kg) está demonstrada na Figura 2. Houve diferença ($P < 0,01$) entre as espécies para as equações lineares obtidas através da relação entre as excreções de creatinina e peso de músculo (kg). Desta forma, a equação linear obtida para caprinos foi $\hat{Y} = 71,75 (\pm 2,78) X$ e para ovinos foi $\hat{Y} = 85,25 (\pm 4,03) X$.

Não houve efeito das espécies sobre os parâmetros estimados entre a relação da excreção diária de creatinina (mg/dia) com o PC ($P = 0,37$) e PCF ($P = 0,15$) (Tabela 9). Desta forma, foi obtida uma equação alométrica conjunta para caprinos e ovinos em função do PC e PCF, respectivamente: $\hat{Y} = 15,8 (\pm 7,23) X^{1,064(\pm 0,13)}$ e $\hat{Y} = 65,19 (\pm 22,27) X^{0,8643(\pm 0,13)}$. Já para os parâmetros estimados entre a relação das excreções de creatinina (mg/dia) em função do peso do músculo (kg), houve diferença ($P < 0,01$) para as espécies, sendo assim foram obtidas as equações alométricas: $\hat{Y} = 109,8 (\pm 47,50) X^{0,8002(\pm 0,20)}$ para ovinos e $\hat{Y} = 89,04 (\pm 31,44) X^{0,9797(\pm 0,16)}$ para caprinos.

Não houve diferença entre as espécies para as excreções de DP expressas em função do CMS ($P = 0,82$) e de CMO ($P = 0,08$) (Tabela 10). Desta forma, a seguinte equação linear conjunta foi obtida para caprinos e ovinos em função do CMS: $\hat{Y} = 0,009 \pm 0,0005 X$; e em função do CMO: $\hat{Y} = 0,013 \pm 0,0007 X$. A relação entre a excreção de DP mmol/kg PC e CMS em g/kg PC está demonstrada na Figura 3. A relação entre a excreção de DP (mg/kg PC) com o PC (kg) está demonstrada na Figura 4.

As excreções de creatinina e a razão DP:C obtidas a partir das coletas com duração de quatro horas, não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos horários de coleta (Tabela 11). Houve interação ($P < 0,05$) entre as espécies e horários de coleta para excreções de DP totais avaliadas. Observou-se intensa flutuação nas excreções de DP

totais ($P = 0,02$), ureia expressas em g/dia ($P = 0,03$) e mg/kg de PC ($P = 0,02$) e na relação U:C ($P < 0,01$) ao longo dos diferentes horários de coleta (Tabela 12).

Não houve interação ($P = 0,58$) entre as espécies e horários de coletas para a razão DP:C avaliada na coleta spot a cada duas horas (Tabela 13). Similar à coleta realizada em intervalos de quatro horas, a razão entre DP:C obtida na coleta spot não diferiu ($P = 0,27$) entre os horários de coletas avaliados. No entanto, houve interação ($P = 0,04$) entre as espécies e horários de coletas para a razão U:C nas amostras obtidas das coletas spot. Os ovinos apresentaram maior ($P < 0,01$) razão U:C em relação aos caprinos, independentemente dos horários de realização das coletas (Tabela 14).

A variabilidade temporal das relações U:C em caprinos e ovinos estão demonstradas através das figuras 5 e 6. Em caprinos a função apresentou três pontos diários próximos à média, com período fundamental estimado de 12,2 horas para a repetição do padrão estimado. Em ovinos a função apresentou dois pontos diários próximos à média, com período fundamental estimado de 13,1 horas para a repetição do padrão estimado.

A flutuação nas concentrações de creatinina (mg/dl) ao longo do dia a partir de coletas spot a cada duas horas (Figura 7) demonstraram que os horários considerados diurnos (06h00 até 18h00) apresentam valores estimados próximos à média da concentração de creatinina obtida por intermédio de coletas totais de 24 horas. Observou-se que os pontos de coleta de 08h00, 10h00, 12h00, 14h00 e 16h00 apresentaram valores que estão compreendidos dentro do intervalo de confiança ($P < 0,05$) da média da concentração real após três dias consecutivos de coletas totais nos animais de diferentes pesos avaliados.

Tabela 2 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes

Item	Espécie		Dias de confinamento			EPM ²	Valor P ³		
	Caprino	Ovino	28	56	84		Espécie	DC	E x DC
	Consumo (kg)								
Matéria seca	0,79	1,12	0,90	0,94	1,03	0,04	<0,01	0,13	0,80
Matéria Orgânica	0,76	1,07	0,86	0,90	0,99	0,04	<0,01	0,11	0,79
Proteína Bruta	0,13	0,20	0,17	0,16	0,16	0,01	<0,01	0,76	0,72
Fibra em detergente neutro cp ¹	0,25	0,35	0,30	0,28	0,31	0,01	<0,01	0,26	0,82
Carboidratos não fibrosos	0,36	0,50	0,39	0,43	0,48	0,02	<0,01	0,22	0,88
Nutrientes digestíveis totais	0,60	0,85	0,71	0,68	0,77	0,03	<0,01	0,35	0,45
	Consumo (g/kg de PC) ⁴								
Matéria seca	33,70	43,47	42,21	36,48	37,07	1,56	<0,01	0,02	0,34
Fibra em detergente neutro cp ¹	10,63	13,43	14,09	10,83	11,16	0,54	<0,01	<0,01	0,23
	Digestibilidade (g/kg) ⁵								
Matéria seca	650	694	674	707	703	4,71	0,89	<0,01	0,42
Matéria Orgânica	715	714	693	724	727	4,79	0,89	<0,01	0,13
Proteína Bruta	723	726	697	733	744	7,43	0,77	0,01	0,12
Fibra em detergente neutro cp ¹	505	497	498	497	510	10,60	0,72	0,84	0,11
Carboidratos não fibrosos	841	853	820	862	859	7,27	0,44	0,04	0,85
Nutrientes digestíveis totais	716	716	695	722	730	5,02	0,99	<0,01	0,10

¹Fibra em detergente neutro cp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; ²EPM: erro padrão da média; ³DC = Dias de confinamento; E x DC= interação entre as espécies e dias de confinamento; ⁴Consumo de matéria seca (g/kg de PC): Efeito linear: P = 0,02 e efeito quadrático: P = 0,09; Consumo de fibra em detergente neutro cp (g/kg de PC): Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P < 0,01; ⁵Digestibilidade da matéria seca: Efeito linear: P = 0,01 e efeito quadrático: P = 0,05; Digestibilidade da matéria orgânica: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,11; Digestibilidade da proteína bruta: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,32; Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos: Efeito linear: P = 0,03 e efeito quadrático P = 0,13; NDT: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,21.

Tabela 3 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre o desempenho e composição final e tecidual da carcaça

Item ¹	Espécie		Dias de confinamento			EPM ²	Valor P ³		
	Caprino	Ovino	28	56	84		Espécie	DC	E x DC
	Desempenho ⁴ (kg)								
GPT	7,74	11,73	4,05	10,05	15,11	1,23	<0,01	<0,01	0,20
GMD	0,10	0,16	0,09	0,14	0,16	0,01	<0,01	<0,01	0,34
PC final	27,44	31,43	23,75	29,75	34,81	1,40	<0,01	<0,01	0,20
PCQ	12,87	14,55	11,05	13,25	16,83	0,71	0,01	<0,01	0,62
PCF	12,78	14,47	10,98	13,26	16,64	0,70	0,01	<0,01	0,58
	Composição final da carcaça(kg) ⁵								
Músculo	7,74	8,08	7,08	7,81	8,83	0,37	0,60	0,10	0,28
Gordura	1,15	2,51	1,23	1,69	2,57	0,21	<0,01	<0,01	<0,01
Osso	2,62	2,68	2,20	2,64	3,11	0,11	0,64	<0,01	0,44
	Composição tecidual ⁶ (%)								
Músculo	66,14	61,43	65,49	64,49	61,38	0,73	<0,01	<0,01	0,92
Gordura	10,27	18,19	12,09	13,64	16,95	0,98	<0,01	<0,01	<0,01
Osso	23,58	20,36	22,40	21,85	21,66	0,52	<0,01	0,76	0,27

¹GPT = ganho de peso total, GMD = ganho médio diário, PC final = peso corporal final, PCQ = peso de carcaça quente, PCF = peso de carcaça fria; ² EPM = erro padrão da média; ³DC = dias de confinamento; E x DC = interação entre as espécies e dias de confinamento; ⁴GPT: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,64; GMD: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,27; PC final: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,64; PCQ: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,29; PCF: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,37; ⁵Composição final da carcaça com base na pós dissecação da carcaça fria; Osso (kg): Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,85; ⁶Composição tecidual com base na pós dissecação da carcaça fria; Músculo: Efeito Linear: P < 0,01 e efeito quadrático P = 0,70; Osso: Efeito Linear: P < 0,01 e efeito quadrático P = 0,72.

Tabela 4 - Desdobramento do efeito da interação entre as espécies e os dias de confinamento sobre as quantidades de gordura (kg e %)

	Dias de confinamento			Valor P	
	28	56	84	Linear	Quadrático
Gordura (kg)					
Caprino	0,91	1,17	1,64	<0,01	0,27
Ovino	1,53	2,17	3,49	<0,01	0,26
Gordura (%)					
Caprino	9,24	10,32	12,32	<0,01	0,23
Ovino	14,92	16,98	21,54	<0,01	0,26

Tabela 5 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre o balanço de nitrogênio

Item	Espécie		Dias de confinamento			EPM ¹	Valor P ²		
	Caprino	Ovino	28	56	84		Espécie	DC	E x DC
Nitrogênio ingerido (g/dia)	21,18	32,17	27,78	25,81	26,44	1,38	<0,01	0,70	0,68
	Excreção de nitrogênio ³ (g/dia)								
Fezes	6,12	8,97	8,48	7,56	6,59	0,41	<0,01	0,18	0,26
Urina	5,23	7,28	4,19	6,84	7,73	0,62	0,02	<0,01	0,30
	Nitrogênio retido ⁴								
Retido (g/dia)	9,83	15,91	15,09	11,39	12,13	0,94	<0,01	0,20	0,59
% do ingerido	45,04	49,19	54,89	42,46	43,99	2,15	0,38	0,04	0,38
% do absorvido	63,24	68,60	78,50	60,43	58,83	2,83	0,34	<0,01	0,87

¹EPM = erro padrão da média; ²DC = dias de confinamento; E x DC = interação entre as espécies e dias de confinamento; ³Excreção de nitrogênio na urina: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,20; ⁴Excreção de nitrogênio retido (% do ingerido): Efeito linear: P = 0,07 e efeito quadrático: P = 0,13; Excreção de nitrogênio retido (% do absorvido): Efeito linear: P = 0,01 e efeito quadrático: P = 0,13.

Tabela 6 - Efeito das espécies e período de confinamento sobre as excreções de derivados de purinas e eficiência microbiana

Item ¹	Espécie		Dias de confinamento			EPM ²	Valor P ³		
	Caprino	Ovino	28	56	84		Espécie	DC	E x DC
Excreções urinárias ⁴ (mmol/dia)									
Alantoína	5,83	9,22	7,83	7,15	7,59	0,98	0,01	0,90	0,74
Ácido úrico	0,39	1,49	1,19	0,69	0,93	0,15	<0,01	0,15	0,35
Xantina e hipoxantina	0,44	0,85	0,53	0,56	0,85	0,05	<0,01	<0,01	0,94
Purinas microbianas (mmol/dia)									
Absorvidas	7,65	12,92	10,33	9,53	10,99	1,41	0,01	0,78	0,61
Derivados de purinas ⁵ (% das purinas totais)									
Alantoína	87,23	79,75	82,68	85,11	81,89	1,49	<0,01	0,45	0,72
Ácido úrico	5,84	12,88	12,46	8,21	8,66	1,44	<0,01	0,28	0,55
Xantina e hipoxantina	6,58	7,70	5,39	6,58	9,45	0,54	0,13	<0,01	0,40
Síntese microbiana (g/dia)									
N microbiano	5,55	9,46	7,59	6,94	7,98	1,01	<0,01	0,78	0,63
PB microbiana	34,68	59,12	47,40	43,30	49,95	6,42	0,01	0,78	0,61
Eficiência microbiana (g/kg)									
gPBm / MODig	60,01	71,01	68,07	61,71	66,75	7,86	0,29	0,86	0,62
gPBm / kg NDT Consumido	57,31	67,95	65,08	59,11	63,72	7,52	0,29	0,87	0,63

¹N microbiano = nitrogênio microbiano, PB microbiano = proteína bruta microbiana, MODig = matéria orgânica digestível, g PBm = gramas de proteína bruta microbiana, kg = quilogramas, NDT = nutrientes digestíveis totais; ²EPM = erro padrão da média, ³DC = dias de confinamento; E x DC = interação entre as espécies e dias de confinamento; ⁴Excreções urinárias de xantina e hipoxantina (mmol/dia): Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,08, ⁵Excreções urinárias de xantina e hipoxantina (% das purinas totais): Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,52.

Tabela 7 - Efeito das espécies e dias de confinamento sobre as excreções de creatinina, uréia, compostos nitrogenados totais e derivados de purinas obtidas durante 24 horas de coleta total de urina

Item	Espécie		Dias de confinamento			EPM ¹	Valor P ²		
	Caprino	Ovino	28	56	84		Espécie	DC	E x DC
Creatinina ³									
mg/dia	558,2	691,8	515,3	625,0	734,6	32,90	<0,01	<0,01	0,70
mg/kg PC	19,2	20,4	19,6	20,3	19,4	2,50	0,34	0,81	0,97
mmoL/kg PC ^{0,75}	0,39	0,43	0,39	0,42	0,42	6,45	0,17	0,53	0,96
Ureia									
g/dia	4,20	6,04	5,05	4,91	5,41	0,88	0,04	0,87	0,89
mg/kg PC	166,8	181,3	209,6	162,9	149,6	27,3	0,53	0,12	0,41
mg/kg PC ^{0,75}	375,4	427,4	466,3	379,1	358,7	64,8	0,35	0,25	0,37
Compostos nitrogenados totais ⁴									
g/dia	5,23	7,28	4,20	6,85	7,72	0,62	<0,01	<0,01	0,30
mg/kg PC	185,4	215,4	159,7	221,5	219,9	16,34	0,22	<0,01	0,61
mg/kg PC ^{0,75}	425,3	517,7	360,64	521,9	532,2	38,95	0,10	<0,01	0,52
Derivados de purinas									
mmoL/dia	6,67	11,58	9,55	8,40	9,40	1,05	<0,01	0,74	0,82
mmoL/kg PC	0,23	0,34	0,34	0,26	0,24	0,03	0,01	0,14	0,77
mmoL/kg PC ^{0,75}	0,54	0,83	0,81	0,63	0,60	0,07	<0,01	0,15	0,87

¹EPM = erro padrão da média; ²DC = dias de confinamento, E x DC = interação entre as espécies e dias de confinamento; ³Creatinina (mg/dia): Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,99; ⁴Compostos nitrogenados totais (g/dia): Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,73; Compostos nitrogenados totais (mg/kg PC): Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,32; Compostos nitrogenados totais (mg/kg PC^{0,75}): Efeito linear : P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,38.

Tabela 8 - Parâmetros estimados para regressão linear da excreção de creatinina em função do consumo de matéria seca, consumo matéria orgânica, peso corporal, peso de carcaça fria e peso de músculos em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento

	Consumo de matéria seca (g/kg PC)	P-valor
Caprino (mg/kg)	$a = 18,03 \pm 3,00$	0,45
Ovino (mg/kg)	$a = 21,11 \pm 3,99$	
Conjunto	$a = 17,05 \pm 1,66$ $r^2 = 0,32$	
	Consumo de matéria orgânica (g/kg PC)	
Caprino (mg/kg)	$a = 17,35 \pm 3,11$	0,37
Ovino (mg/kg)	$a = 21,19 \pm 4,25$	
Conjunto	$a = 16,65 \pm 1,74$ $r^2 = 0,33$	
	Peso corporal (kg)	
Caprino (mg/dia)	$b = 19,11 \pm 1,70$	0,18
Ovino (mg/dia)	$b = 20,45 \pm 1,96$	
Conjunto	$b = 19,82 \pm 1,49$ $r^2 = 0,98$	
	Peso de carcaça fria (kg)	
Caprino (mg/dia)	$b = 43,27 \pm 1,86$	0,16
Ovino (mg/dia)	$b = 47,06 \pm 2,58$	
Conjunto	$b = 45,247 \pm 1,32$ $r^2 = 0,98$	
	Peso de músculo (kg)	
Caprino (mg/dia)	$b = 71,75 \pm 2,78$	0,98
Ovino (mg/dia)	$b = 85,25 \pm 4,03$	
		<0,01

*P -valor dado pela comparação binária do ajuste de um modelo único ou duplo de regressão linear; *Apenas os parâmetros significativos ($P < 0,05$) foram mantidos nas equações ajustadas, sendo a = intercepto e b = inclinação.

Tabela 9 - Parâmetros estimados para regressão alométrica da excreção de creatinina (mg/dia) em função do peso corporal, peso de carcaça fria e peso de músculos em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento

	Peso Corporal (kg)	Valor P
Ovino	$\hat{Y} = 22,22_{(\pm 17,37)} X^{0,9563(\pm 0,23)}$	0,37
Caprino	$\hat{Y} = 17,28_{(\pm 10,56)} X^{1,0472(\pm 0,17)}$	
Conjunto	$\hat{Y} = 15,8_{(\pm 7,23)} X^{1,064(\pm 0,13)}$	
	Peso de carcaça fria (kg)	
Ovino	$\hat{Y} = 76,69_{(\pm 31,81)} X^{0,9221(\pm 0,15)}$	0,15
Caprino	$\hat{Y} = 74,48_{(\pm 42,76)} X^{0,7939(\pm 0,22)}$	
Conjunto	$\hat{Y} = 65,19_{(\pm 22,27)} X^{0,8643(\pm 0,13)}$	
	Músculo (kg)	
Ovino	$\hat{Y} = 109,8_{(\pm 47,50)} X^{0,8002(\pm 0,20)}$	<0,01
Caprino	$\hat{Y} = 89,04_{(\pm 31,44)} X^{0,9797(\pm 0,16)}$	

* P-valor dado pela comparação da falta de ajuste não-linear de um modelo único ou duplo de regressão alométrica utilizando o teste de x^2 quadrado, ou teste de identidade dos modelos (Regazzi et al., 1999). *Apenas os parâmetros significativos ($P < 0,05$) foram mantidos nas equações ajustadas.

Tabela 10 - Parâmetros estimados para regressão linear da excreção diária de derivados de purinas na urina em função do consumo de matéria seca, consumo matéria orgânica, peso corporal, peso de carcaça fria e peso de músculos em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento

	Consumo de matéria seca (g/kg PC)	P-valor
Caprino (mmol/kg)	$b = 0,007 \pm 0,0073$	0,82
Ovino (mmol/kg)	$b = 0,009 \pm 0,0095$	
Conjunto	$b = 0,009 \pm 0,0005$ $r^2 = 0,94$	
	Consumo de matéria orgânica (g/kg PC)	
Caprino (mmol/kg)	$b = 0,011 \pm 0,0010$	0,08
Ovino (mmol/kg)	$b = 0,013 \pm 0,0014$	
Conjunto	$b = 0,013 \pm 0,0007$ $r^2 = 0,94$	
	Peso corporal (kg)	
Caprino (mmol/dia)	$a = 6,94 \pm 5,26$	0,41
Ovino (mmol/dia)	$a = 12,56 \pm 6,67$	
Conjunto	$a = 7,33 \pm 4,18$ $r^2 = 0,50$	
	Peso de carcaça fria (kg)	
Caprino (mmol/dia)	$a = 7,38 \pm 4,70$	0,31
Ovino (mmol/dia)	$a = 13,45 \pm 5,80$	
Conjunto	$a = 9,36 \pm 3,65$ $r^2 = 0,08$	
	Peso de músculo (kg)	
Caprino (mmol/dia)	$a = 6,58 \pm 4,79$	0,32
Ovino (mmol/dia)	$a = 12,84 \pm 6,13$	
Conjunto	$a = 10,67 \pm 3,99$ $r^2 = 0,10$	

*P-valor dado pela comparação binária do ajuste de um modelo único ou duplo de regressão linear;

*Apenas os parâmetros significativos ($P < 0,05$) foram mantidos nas equações ajustadas, sendo a = intercepto e b = inclinação.

Tabela 11 - Efeito das espécies e período de confinamento sobre as excreções de creatinina, uréia, compostos nitrogenados totais e derivados de purinas obtidas a partir de coleta totais de urina com duração de quatro horas em caprinos Boer e ovinos Dorper

Item ¹	Espécie		Dias de confinamento			EPM ²	Valor P ³						
	Caprino	Ovino	28	56	84		Espécie	DC	HC	E x DC	E x HC	DC x HC	E x DC x HC
Creatinina ⁴													
mg/dia	170,56	168,74	117,36	190,63	166,14	8,51	0,93	<0,01	0,27	0,62	0,23	0,46	0,07
mg/kg PC	6,05	5,31	5,05	6,50	5,48	0,25	0,16	0,07	0,41	0,72	0,43	0,51	0,17
mmol/kg PC ^{0,75}	0,10	0,09	0,08	0,11	0,10	0,004	0,29	0,04	0,39	0,74	0,38	0,50	0,13
Derivados de purina totais ⁵													
mmol/dia	1,55	2,10	1,55	1,73	2,20	0,11	0,01	0,04	0,02	0,64	0,01	0,18	0,08
mmol/kgPC ^{0,75}	0,13	0,16	0,15	0,14	0,15	0,01	<0,01	0,63	0,02	0,07	0,03	0,18	0,06
Ureia ⁶													
g/dia	0,71	1,03	0,63	0,97	1,00	0,05	<0,01	<0,01	0,03	0,65	0,52	0,14	0,18
mg/kg PC	24,72	34,13	28,12	32,54	27,62	1,45	<0,01	0,38	0,02	0,24	0,61	0,10	0,11
Razão													
DP:C	1,60	2,19	1,99	2,01	1,68	0,09	<0,01	0,31	0,76	0,32	0,82	0,68	0,12
U:C	3,90	5,74	4,50	5,59	4,37	0,21	<0,01	0,06	0,01	<0,01	0,96	0,45	0,44

¹DP:C = razão dos derivados de purinas e creatinina calculada à partir da concentração mg/L, U:C = razão entre a ureia e creatinina calculada a partir da concentração mg/L; ²EPM = erro padrão da média; ³DC = dias de confinamento, HC = horários de coleta, E x DC = interação entre as espécies e dias de confinamento, E x HC = interação entre as espécies e horários de coleta, DC x HC = interação os dias de confinamento e horários de coleta, E x DC x HC = interação entre as espécies, dias de confinamento e horários de coleta, ⁴Creatinina(mg/dia): Efeito linear: P = 0,02 e efeito quadrático: P = 0,14; Creatinina (mmol/kgPC^{0,75}): Efeito linear: P = 0,13 e efeito quadrático: P = 0,04; ⁵Derivados de purinas totais (mmol/dia): Efeito linear: P = 0,01 e efeito quadrático: P = 0,50; ⁶Ureia: Efeito linear: P < 0,01 e efeito quadrático: P = 0,18.

Tabela 12 - Excreções de creatinina, derivados de purinas, ureia, razão entre derivados de purinas:creatinina (DP:C) e razão ureia:creatinina (U:C) obtidas a partir de coleta com duração de quatro horas em caprinos Boer e ovinos Dorper

Item ¹	Horário das coletas (horas)						EPM
	00:00-04:00	04:00-08:00	08:00-12:00	12:00-16:00	16:00-20:00	20:00-00:00	
Creatinina (mg)	201,65	162,79	144,03	166,14	190,76	152,29	8,51
Creatinina (mg/kg PC)	6,47	5,50	4,84	5,75	6,29	5,19	0,25
Creatinina (mmoL/kg PC ^{0,75})	0,11	0,09	0,08	0,09	0,11	0,09	0,004
DP (mmoL)							
Caprino	1,13 Bb	1,74 a	1,11 Bb	2,46 a	1,30 Bb	1,54 b	0,13
Ovino	2,54 Aa	1,49b	2,51 Aa	2,53 a	2,17 Aa	1,34 b	0,15
DP (mmoL/kgPC ^{0,75})							
Caprino	0,09 Bb	0,14 b	0,09 Bb	0,19 a	0,11 b	0,13 b	0,01
Ovino	0,19 Aa	0,12 b	0,17 Aa	0,20 a	0,17 a	0,11 b	0,01
Uréia (g)	0,68 b	0,92 a	0,82 b	1,14 a	0,89 b	0,74 b	0,05
Uréia (mg/kg PC)	21,66 b	30,35 b	26,71 b	39,13 a	30,81 b	27,66 b	1,45
DP:C ²	1,67	1,80	1,84	2,06	1,99	2,00	0,09
U:C ³	3,49 b	4,76 b	5,01 a	5,99 a	4,74 b	4,90 a	0,21

¹DP = derivados de purinas, ²DP:C = razão derivados de purinas e creatinina calculada a partir da concentração mg/L, ³U:C = razão ureia e creatinina calculada a partir da concentração mg/L.

Tabela 13 - Razões obtidas entre derivados de purinas e creatinina e entre ureia e creatinina a partir de amostras pontuais (spot) coletadas a cada 2 horas em caprinos Boer e ovinos Dorper abatidos após diferentes períodos de confinamento

Item ¹	Espécie		Dias de confinamento			EPM ²	Valor P ³						
	Caprino	Ovino	28	56	84		E	DC	HC	E x DC	E x HC	DC x T	E x DC x T
DP:C	1,86	3,74	3,85	2,32	2,24	0,81	<0,01	0,09	0,27	<0,01	0,58	0,93	0,91
U:C	3,62	10,17	7,30	5,43	7,95	0,75	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,10	0,25

¹DP:C - razão entre derivados de purina e creatinina calculada em mmol/L; U:C - razão entre uréia e creatinina calculada em mg/L; ²EPM = erro padrão da média; ³E = espécie; DC = dias de confinamento; HC = horários de coleta; E x DC = interação entre as espécie e dias de confinamento; E x HC = interação entre as espécies e horários de coleta, DC x T = interação os dias de confinamento e horários de coleta, E x DC x T= interação entre as espécies, dias de confinamento e horários de coleta.

Tabela 14 - Razões obtidas entre derivados de purina e creatinina e entre ureia e creatinina a partir de amostras pontuais (spot) coletadas a cada 2 horas em caprinos Boer e ovinos Dorper

Horário do dia (horas)	DP:C ¹	U:C ²	
		Caprino	Ovino
00h00	1,40	2,81	4,67
02h00	1,37	1,86	6,89
04h00	2,70	3,98	11,67
06h00	2,23	3,92	8,48
08h00	3,37	5,16	13,70
10h00	2,69	3,83	9,28
12h00	3,15	3,72	16,11
14h00	2,45	3,30	9,83
16h00	2,64	5,23	14,83
18h00	2,39	3,02	12,01
20h00	2,34	3,61	6,84
22h00	2,04	2,97	7,73
EPM ³	1,13	1,47	1,58
Valor P			
Tempos de coleta	0,27	<0,01	<0,01
E x T ⁴	0,58	0,04	0,04

¹DP:C - razão entre derivados de purina e ureia calculada em mmol/L; ²U:C - relação entre ureia e creatinina calculada em mg/L; ³EPM = erro padrão da média; ⁴E x T = interação entre as espécies e horários de coleta.

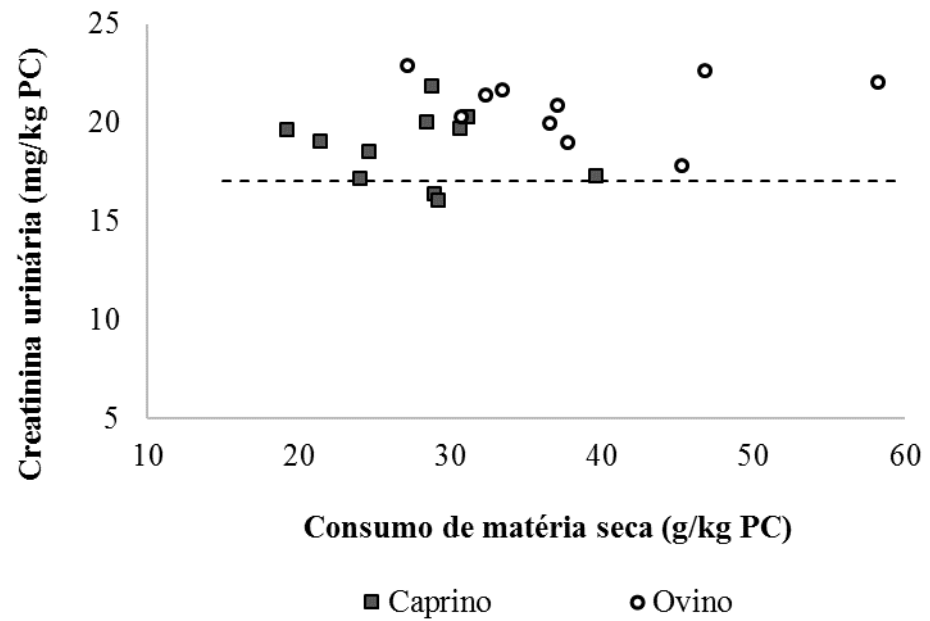


Figura 1 - Relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PC) na urina e o consumo de matéria seca (g/kg PC).

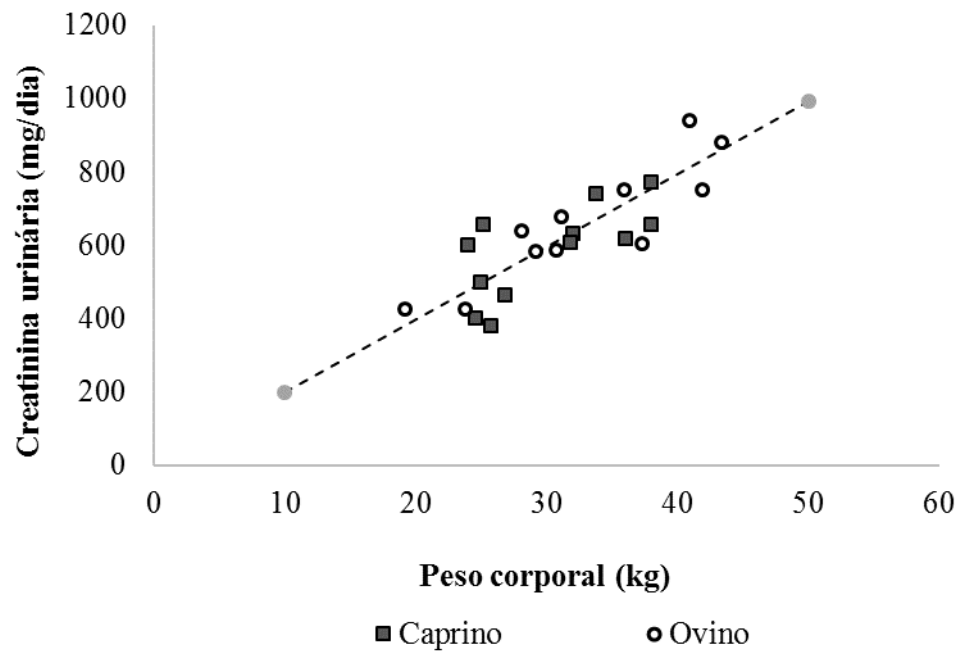


Figura 2 - Relação entre a excreção de creatinina (mg/dia) na urina e o peso corporal (kg)

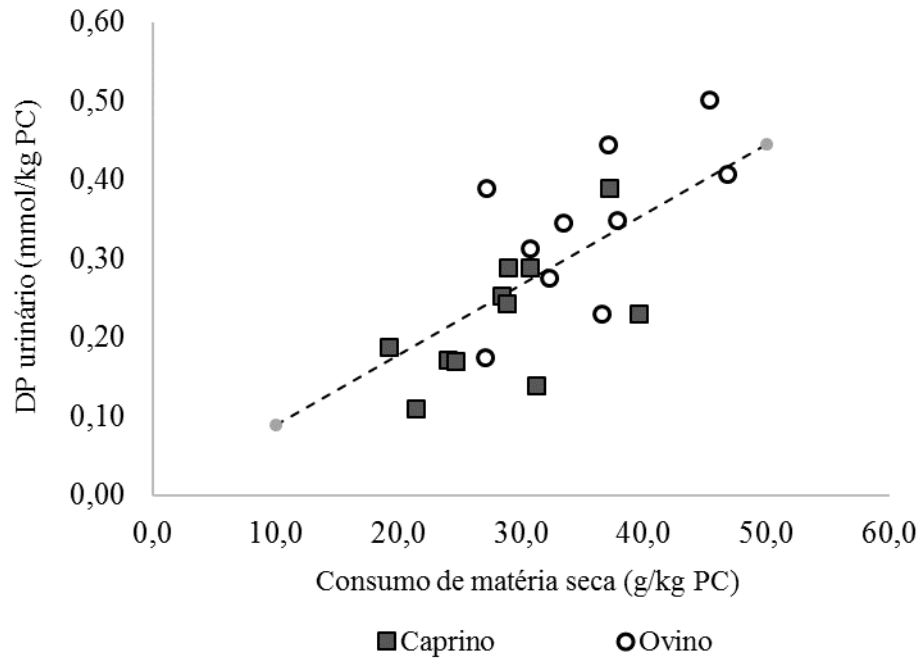


Figura 3 - Relação entre a excreção de derivados de purinas (mmol/kg PC) na urina e o consumo de matéria seca (g/kg PC)

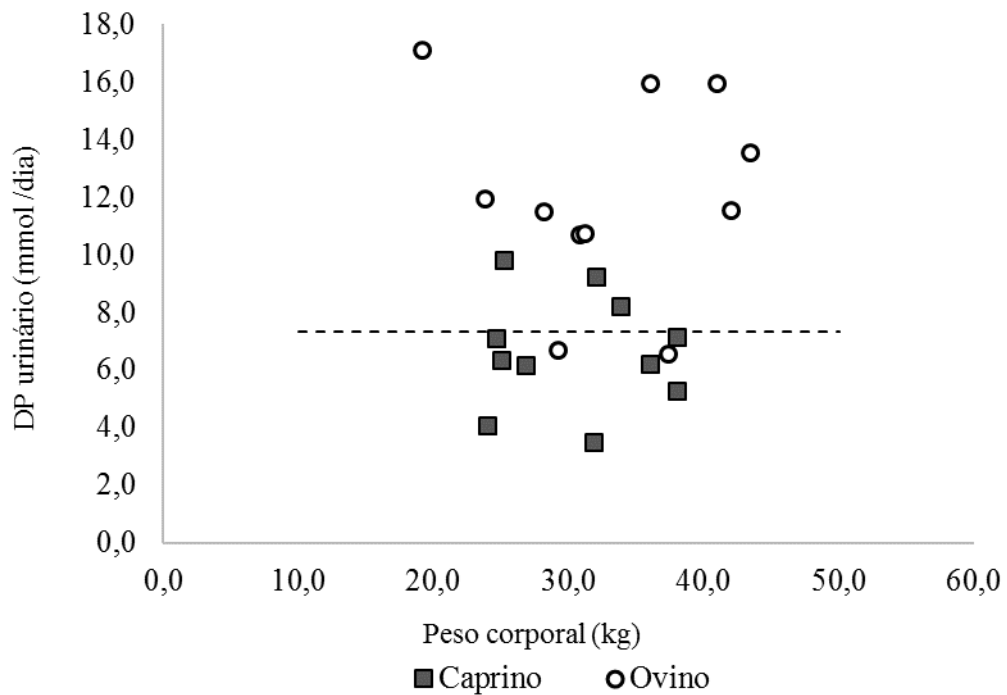


Figura 4 - Relação entre a excreção derivados de purinas (mmol/dia) na urina e o peso corporal (g/kg PC)

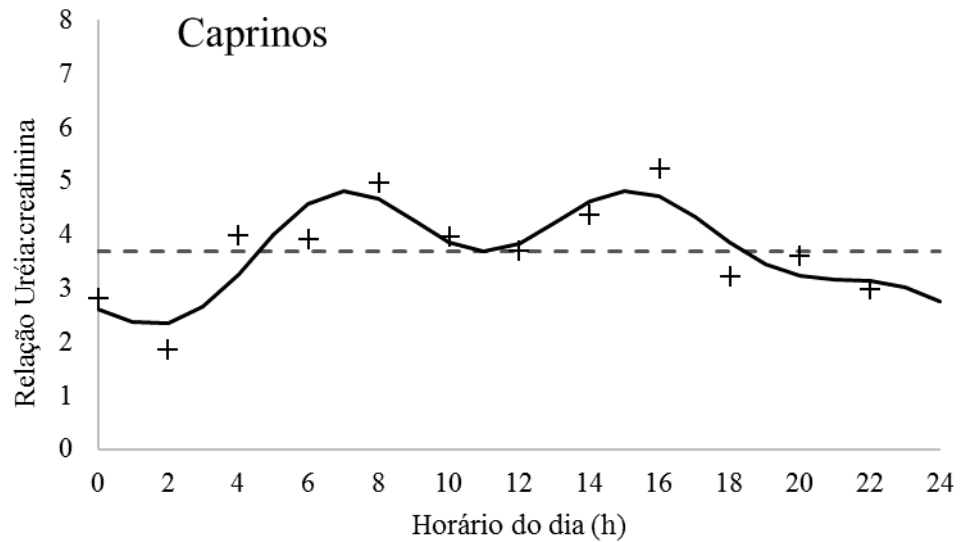


Figura 5 - Perfil nicotemeral da razão entre ureia e creatinina (U:C) de acordo com o horário de avaliação em coletas spot a cada 2 horas, durante 2 dias consecutivos em caprinos Boer, após ajuste da seguinte equação: $\hat{Y} = 3,71 + (-0,03 \times \text{SEN} (-0,2572 \times t))$; com período fundamental estimado de 12,2 horas para repetição do padrão estimado

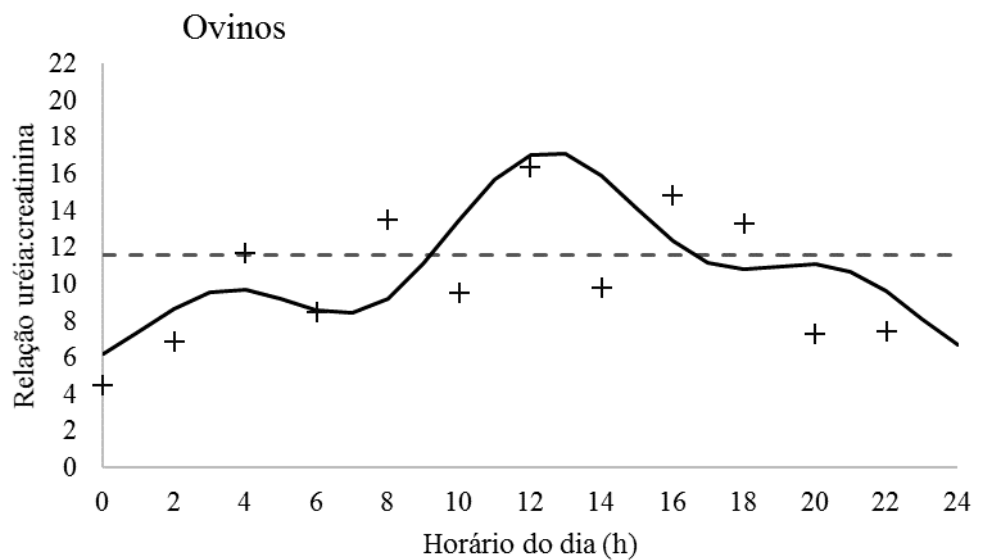


Figura 6 - Perfil nicotemeral da razão entre ureia e creatinina (UC) de acordo com o horário de avaliação em coletas spot a cada 2 horas, durante 2 dias consecutivos em ovinos Dorper, após ajuste da seguinte equação: $\hat{Y} = 10,67 + (0,15 \times \text{SEN} (-0,2389 \times t))$; com período fundamental estimado de 13,1 horas para repetição do padrão estimado

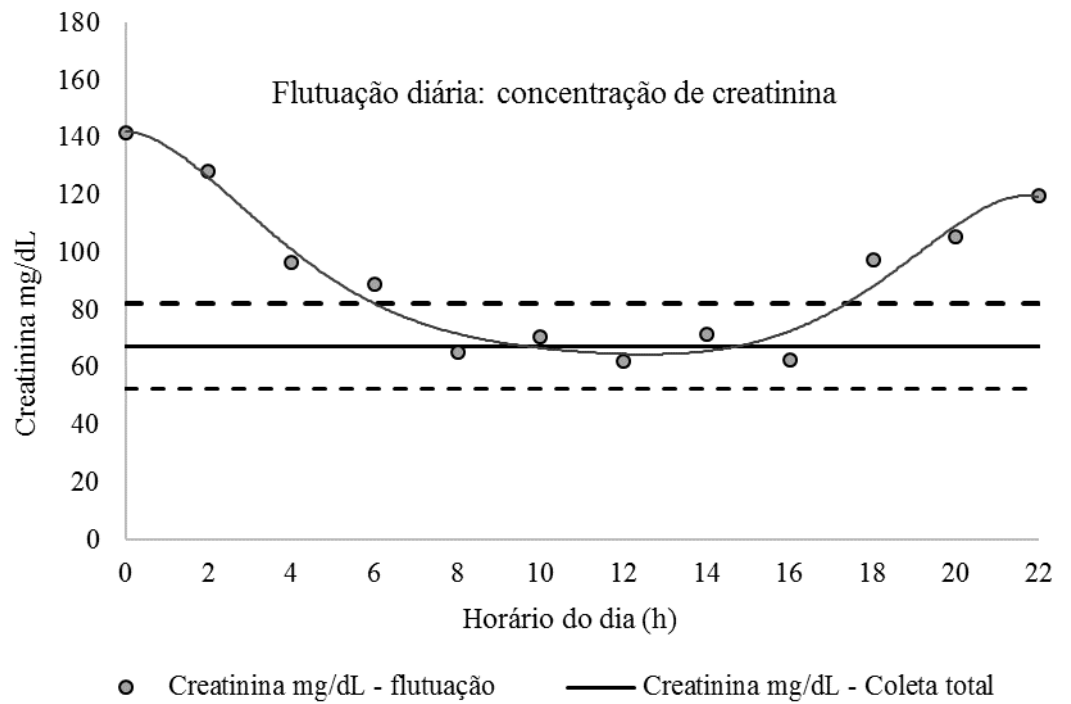


Figura 7 - Flutuação diária nas concentrações de creatinina de acordo com o horário de avaliação em coletas spot a cada 2 horas durante 2 dias consecutivos, concentração média de creatinina durante 3 dias consecutivos de coleta total por 24 horas e respectivo intervalo de confiança da média mensurada em ovinos Dorper e caprinos Boer com diferentes períodos de abate.

5. DISCUSSÃO

No presente trabalho, as espécies obtiveram médias estimadas de consumo de matéria seca (CMS) diferentes, sendo 0,79 kg e 1,12 kg para caprinos e ovinos respectivamente. Ressalta-se que a dieta experimental foi a mesma para ambas as espécies, e com base nestes resultados pode-se inferir que as duas espécies apresentaram exigências energéticas diferentes. Os valores de CMS apresentados neste estudo foram próximos da recomendação do NRC (2007), que supõe consumo médio de 35 g/kg PC em g/dia para a categoria dos animais utilizados neste experimento.

Caprinos apresentaram ganho de peso total inferior aos ovinos, sendo 7,74 e 11,73kg respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os resultados de consumo das duas espécies, tendo em vista que esperasse que o ganho em produção animal acompanhe o consumo de alimento. Os dias de confinamento afetaram o desempenho dos animais no presente estudo. Estes maiores ganhos estão claramente relacionados às maiores taxas de deposição de gordura na carcaça ao longo do tempo, que também foram observadas no presente estudo. Wynn & Thwaites (1981), trabalharam com meias carcaças de cordeiros e verificaram que os pesos de osso, músculo e gordura foram respectivamente de 0,267; 0,651; 0,022kg para animais abatidos ao nascer; 0,731; 2,335 e 0,589kg para abate aos 20kg, e 0,954; 3,493 e 1,394kg para cordeiros abatidos com 30kg de peso corporal, mostrando maior acúmulo de tecido adiposo à medida que se aproxima do peso de abate.

Observou-se que caprinos promoveram menores médias estimadas de excreções de nitrogênio (N) comparado aos ovinos, sendo 6,12 e 5,23 g/dia para caprino e 8,97 e 7,28 g/dia para ovinos, nas respectivas formas de fezes e urina. A retenção de nitrogênio acompanhou o mesmo comportamento do consumo e excreção deste nutriente, onde a espécie que apresentou maior consumo obteve maiores valores estimados de excreção e por fim maior média de retenção g/dia.

No presente estudo foram observadas maiores excreções de DP e das purinas absorvidas em ovinos em relação aos caprinos. No entanto, há uma limitação de estudos comparando as excreções dos DP para essas espécies alimentadas com similar dieta (CARRO et al., 2012). Nos ruminantes, grande parte dos DP excretados na urina se originam do metabolismo dos ácidos nucleicos absorvidos no duodeno, porém uma significativa fração se origina do turnover de ácidos nucleicos endógenos

(BELENGUER et al., 2002). Sendo assim, as variações nas excreções dos DP entre as espécies podem ser atribuídas a diferenças na concentração dos DP no plasma, na taxa de filtração glomerular e à atividade da xantina oxidase (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2004). A xantina oxidase é responsável pela degradação da xantina e hipoxantina em ácido úrico e alantoína antes destes metabólitos serem excretados na urina (CARRO et al., 2012). Nossos resultados demonstraram que a excreção de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina na espécie caprina representou 87,2; 5,84 e 6,58% respectivamente das excreções dos DP totais, enquanto que para ovinos estas contribuições foram de 79,75; 12,88 e 7,70% respectivamente, indicando que possivelmente a atividade enzimática da xantina oxidase nos tecidos dos ovinos seja maior em relação aos caprinos, porém ainda são escassos estudos conclusivos.

A excreção de ácido úrico, xantina-hipoxantina na urina, corresponderam a 5,84 e 6,58% e 12,88 e 7,70% do total de derivados de purinas para caprinos e ovinos respectivamente neste trabalho, no entanto, Chen & Gomes (1990), reportaram em ovinos, que a contribuição relativa de alantoína, ácido úrico e xantina-hipoxantina seria, respectivamente, de 55 %, 33 % e 14%, o que demonstra que existe a necessidade de realização de maiores estudos sobre a variação destes compostos e atividade de enzimas reguladoras. Caprinos apresentaram menor produção de proteína microbiana em comparação aos ovinos, 34,68 e 59,12g/dia respectivamente, no entanto, estas medias seguiram o mesmo comportamento observado nas excreções de alantoína e purinas totais, o que está de acordo com as observações de Puchala & Kulasek (1992), em ovinos, e Argôlo et al., (2010), em caprinos. Esse comportamento demonstra a correlação entre excreção de derivados de purinas na urina e fluxo de compostos nitrogenados microbianos no duodeno.

Os dados apresentados neste estudo demonstram uma fragilidade quanto ao cálculo da proteína microbiana para a espécie caprina. Na literatura o modelo proposto para ovinos para estimar as purinas absorvidas à partir das excreções de DP (CHEN E GOMES, 1992), tem sido amplamente utilizado para caprinos (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2004). Porém, no presente estudo, foram obtidas diferenças entre as espécies nas excreções de DP assim como na síntese microbiana, o que demonstra a necessidade de ajuste destes modelos para as diferentes espécies.

Na literatura, é bem estabelecido que existe uma relação na excreção da creatinina em função do PC (CHIZZOTTI et al., 2007; MUKMINAH et al., 2015), o que é condizente com os resultados do presente estudo que demonstrou uma média de 19,82 mg de creatinina/kg de PC para caprinos e ovinos, sendo que na maioria das vezes uma relação linear nas excreções de creatinina em função do PC tem sido demonstrada (FONSECA et al., 2006; DE CAMPENEERE et al., 2000). No entanto, Silva et al. (2012) reportaram que a utilização de equações alométricas seriam mais adequadas para estimar as excreções da creatinina em função do PC, visto que a relação entre a excreção de creatinina e PC refletem a mesma relação entre o tecido muscular ou proteína com o PC.

Baseado nos resultados do presente estudo, sugere-se a utilização de uma equação alométrica conjunta ($\hat{Y} = 15,8 (\pm 7,23) X^{1,064(\pm 0,13)}$) para caprinos e ovinos, para estimar as excreções de creatinina em função do PC. A possibilidade da utilização de uma única equação alométrica para estimar as excreções de creatinina em função do PC para caprinos e ovinos parece ser uma alternativa prática, no entanto, deve-se ressaltar que estudos com ovinos e principalmente com caprinos, ainda são bastante limitados, demonstrando assim a necessidade de novos estudos com maior número de animais para que estas equações sejam bem estabelecidas.

Interessante notar que, as excreções de creatinina obtidas nas coletas com duração de quatro horas não foram afetadas pelos tempos de coleta. A ausência de efeito do tempo de coleta sobre as excreções diárias da creatinina também foi reportado em outros estudos (CHIZZOTTI et al., 2008; VALADARES et al., 1997; MA et al., 2014). No entanto, menores concentrações de creatinina foram observadas ao longo dia (Figura 7), sendo estes resultados similares ao reportado por Chen et al. (1995) que verificaram menores flutuações diurnas nas concentrações de creatinina, além de uma alta correlação da relação DP:C obtidas na coleta spot de urina com as excreções dos DP. Estes resultados indicaram que as coletas spot de urina podem ser realizadas em qualquer período diurno para a quantificação da concentração de creatinina na urina, principalmente entre 08h00 e 16h00 como observado no presente estudo.

Existem afirmações de que o nível de alimentação exerce efeito sobre a excreção de creatinina. Mukminah et al. (2015), estudaram cabras jovens e adultas juntamente com dois níveis de alimentação chegou à conclusão que a excreção de creatinina pode

ser influenciada pelo nível de alimentação. Entretanto, quando se aplicam estudos em que a dieta causa modificação no desempenho e no ganho médio diários, estas alterações da alimentação se refletem nas quantidades de creatinina total excretadas. Porém isso ocorre em função das alterações da composição corporal dos animais. No presente estudo verificou-se que não houve relação direta entre consumo de nutrientes e excreção total de creatinina (Figura 1).

Han et al. (1992), avaliaram o efeito da excreção de derivados de purina na urina e a ingestão de alimento, estes autores chegaram à conclusão de que existe relação entre a excreção urinária de DP e o nível de alimentação. Através de equações lineares, variáveis consumo de matéria seca, consumo de matéria orgânica, peso corporal, peso de carca fria e músculo, foram correlacionadas com a excreção de derivados de purina mmol/dia. Pode ser visualizado pelo coeficiente de determinação, que a ingestão de alimento apresenta relação com a excreção de derivados de purina na urina. Equações lineares com variáveis peso corporal, peso de carcaça fria e musculo (kg), não apresentaram relação com a excreção de derivados de purina (mmol/dia), esse evento pode ser explicado pelo fato destas variáveis apresentarem baixos coeficientes de determinação. O comportamento da excreção urinária de DP (mmol/kg PC) e (mmol/dia) estão representados nas figuras 3 e 4.

Em relação às excreções dos DP obtidos nas coletas com duração de quatro horas, foram observados efeitos dos tempos de coletas. Em geral, os maiores valores obtidos foram observados no período diurno. Fujihara et al., (2005) reportaram que a maior correlação entre a excreções e concentração dos DP obtidas nas amostras de coleta spot de urina foram observadas em horários de 7-8 horas após a alimentação da manhã em ovinos alimentados ad libitum durante duas vezes ao dia. Ma et al., (2014) não recomendaram a realização da coleta spot de urina imediatamente após a alimentação, pois segundo os autores, o tempo de amostragem deveria coincidir com o pico de concentração dos DP nas amostras spot de urina. Considerando-se que nas amostras obtidas nas coletas de quatro e duas horas, as relações DP:C não variaram em função dos tempos de amostragem, podemos inferir que a coleta spot de urina obtida entre 08h00 e 16h00 horas seria adequada para estimar corretamente a síntese dos compostos nitrogenados microbianos em caprinos e ovinos.

Os derivados de purina (DP) excretados apresentaram diferença entre caprinos e ovinos, sendo, 6,67 e 11,58 mmol/dia. Com isso vale ressaltar que um maior consumo de alimento pode proporcionar aumento da taxa de passagem ruminal destes animais, permitindo por sua vez pressupor que, a contribuição dos microrganismos ruminais nos sítios pós ruminais até o intestino delgado destes animais é relativamente diferente, pois, grande parte dos derivados purinas que são quantificados na urina de animais ruminantes são provindos da degradação dos microrganismos ruminais, e metabolização de seus compostos gerados. Carro et al., (2012), avaliando a excreção de derivados de purina em caprinos e ovinos alimentados com dietas a base com relação V:C que variavam de 70:30 e 30:70, obtiveram valores máximos e mínimos de, 518 - 696 e 484 - 718 $\mu\text{mol/kg PC}^{0,75}$, para ovinos e caprinos respectivamente, estes resultados entram de acordo com presenciado neste estudo, 0,54 e 0,83 mmol/kg $\text{PC}^{0,75}$, para caprinos e ovinos.

As excreções da ureia foram afetadas pelo tempo de amostragem nas amostras obtidas nas coletas com duração de quatro horas, nos quais foram observadas maiores excreções (g/dia) nos intervalos de 4h00-8h00 e 12h00-16h00. Como foi obtido efeito dos tempos de amostragem sobre as relações U:C nas amostras coletadas a cada duas horas, o comportamento temporal da relação U:C foi avaliado entre as espécies e demonstrou menores variações ao longo do período de 24 horas para caprinos em relação aos ovinos. Estes resultados podem ser atribuídos às variações no comportamento alimentar destas espécies, sendo reportado maior seletividade de caprinos em relação aos ovinos (GOESTSH et al., 2008), o que possivelmente confere aos caprinos um comportamento ingestivo mais contínuo ao longo do dia em relação aos ovinos. Assim, a maior flutuação na disponibilização dos compostos nitrogenados no rúmen em ovinos pode ter sido resultante de grandes influxos dos compostos nitrogenados para dentro do rúmen em determinados momentos de ingestão dos alimentos.

Além da ingestão dos compostos nitrogenados, a reciclagem do N para o rúmen contribui significativamente para a maior disponibilização de compostos nitrogenados no ambiente ruminal. Apesar de ter sido observado menor ingestão no consumo de N em caprinos, tem sido reportado uma maior capacidade de reciclagem de N pelos caprinos em relação aos ovinos (SILANIKOVE, 2000), o que possivelmente refletiu em menores

variações das relações U:C ao longo do dia. As diferenças no comportamento dos compostos nitrogenados ao longo do dia obtidos para caprinos e ovinos, indicam que estas flutuações devem ser consideradas para que a amostragem seja realizada adequadamente. Desta forma, considerando os resultados do presente estudo, recomendamos que para estimar as excreções dos compostos nitrogenados em caprinos e ovinos seria necessário no mínimo três e dois horários respectivamente, de amostragem através da coleta spot.

Avaliando o comportamento de excreção dos metabólitos urinário em coletas totais de quatro horas, pode-se visualizar que não ocorreram variações na excreção de creatinina entre as espécies e tempo de coleta, no entanto os dias de confinamento exerceram efeito sobre a excreção. Caprinos e ovinos obtiveram excreções de derivados de purina diferentes ao longo dos tempos de coleta, sendo presenciada interação entre espécies e tempo, no desdobramento desta interação pode ser visto que as espécies apresentam diferença na excreção em mmol, sendo presenciadas das 00h00-04h00; 08h00-12h00 e 16h00-20h00. Como já era esperado comportamento variado na excreção de ureia foram também presenciadas nas coletas totais de 4 horas ao longo de 24 horas, o que mostra variabilidade na concentração deste metabolito ao longo do dia.

6. CONCLUSÃO

A excreção de creatinina urinária pode ser estimada em função do peso corporal através da equação linear conjunta para caprinos e ovinos: $\hat{Y} = 19,82X$. A equação alométrica conjunta para expressar a excreção de creatinina urinária para caprinos e ovinos em função do peso corporal é respectivamente: $\hat{Y} = 15,8 X^{1,064}$.

O consumo de matéria seca não influenciou a excreção urinária de creatinina (mg/kg PC).

Devido a não detecção de variações na razão DP:C ao longo de 24 horas e a baixa flutuação na excreção de creatinina no período de 08h-16h recomenda-se que seja realizada coleta no período diurno. Contudo para avaliação da excreção urinária de ureia recomendasse que sejam realizadas mais de uma coleta no período de 24h.

7. REFERÊNCIAS

- ANDRADE-MONTEMAYOR, H.; HERNÁNDEZ, F.; MADRID, J.; MEGÍAS, M.D. Comparison of different models to estimate purine bases absorbed in goats. South Africa **Journal of Animal Science**, v.34, p.28-30, 2004 (suppl. 1).
- ARGÔLO, L.S.; PEREIRA, M.L.A.; DIAS, J.C.T. Farelo da vagem de algaroba em dietas para cabras lactantes: parâmetros ruminais e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.541-548, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18 th ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.
- BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; VÉRAS, R.M.L.; LEÃO, M.I.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MARCONDES, M.I.; SOUZA, M.A. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35 n. 3, 870-877, 2006.
- BELENGUER, A.; YAÑEZ, D.; BALCELLS, J. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v.77, p.127-135, 2002.
- BERG, R.; BUTTERFIELD, R. Bone ratio and fat percentage as measures of beef carcass composition. **Animal Production**, v. 8, p. 1-11, 1966.
- CARRO, M. D.; CANTALAPIEDRA-HIJAR, G.; RANILLA, M. J.; MOLINA-ALCAIDE, E. Urinary excretion of purine derivatives, microbial protein synthesis, nitrogen use, and ruminal fermentation in sheep and goats fed diets of different quality. **Journal of Animal Science** v.90, p.3963-3972, 2012.
- CHEN, X.B.; ØRSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.B. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **British Journal of Nutrition**. v.63, n. 1, p.121-129. 1990.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen: **Rowett Research Institute**. 21p. 1992
- CHEN, X.B.; MEJIA, A.T.; ORSKOV, E.R. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.125, n.1, p.137-143, 1995.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.1, p. 138-146, 2007.

CHIZZOTTI, M.L. VALADARES, S.C.; VALADARES FILHO, R.F.D. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, n.2-3, p.218-225, 2008.

DE CAMPENEERE, S.; FIEMS, L.O.; BOUCQUÉ, C.H.V. In vivo estimation of body composition in cattle. Nutrition Abstracts and Reviews, Series B, **Livestock Feeds and Feeding**, v.70, n.7, p.495-508, 2000.

DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do vício de tempo longo de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.182-188, 2007.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.

FONSECA, C. E. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; RODRIGUES, M. T.; PINA, D. S.; MARCONDES, M. I.; PAIXÃO, M. L.; ARAÚJO, A. M. Microbial protein synthesis in lactating goats fed diets with increasing levels of dietary protein. **Brazilian journal of animal science**. Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1169-1177, 2006.

FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J.; KYLE, D.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.7-12, 1987.

HAN, Y. K.; SHIN, H. T.; LANDIS, J. Effect of level of food intake on the excretion of purine derivatives on purine derivatives to creatinine ratio in the urine sheep. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.5, n.3 465–468, 1992.

HARPER, H.A.; RODWELL, V.W.; MAYES, P. **Manual de Química Fisiológica**, fifth ed. Atheneu, São Paulo, 1982.

HUXLEY, J. **Problem of relative growth**. Methuen and Company, London, 1932.

JANSSEN, B.H.; LASSCHE, S.; HOPMAN, M. T.; WEVERS, R. A.; VAN ENGELLEN, B.G.M.; HEERSCHAP, A. Monitoring creatine and phosphocreatine by ¹³C MR spectroscopic imaging during and after ¹³C₄ creatine loading: a feasibility study. **Amino Acids**, v.48, p.1857-1866, 2016.

LEAL, T.L.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; DETMANN, E.; BARBOSA, A.M.; TEIXEIRA, R.M.A.; MARCONDES, M.I. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, 905-911, 2007.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO S. C.; PAULINO, M. F.; BATISTA, E. D.; RUFINO, L. M. A.; DOS REIS, W. L. S.; FRANCO, M. O. Nutritional Performance of Cattle Grazing during Rainy Season with Nitrogen and Starch Supplementation. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**. v.29, n.8, p. 1120 – 1128, 2016.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LINDBERG, J.E. Urinary allantoin excretion and digestible organic matter intake in dairy goats. **Swedish Journal of Agricultural Research**, v.15, p.31-37, 1985.

LIU, Z.J.; MCMENIMAN, N.P. Effect of nutrition level and diets on creatinine excretion by sheep. **Small Ruminant Research**, Volume 63, n. 3, p. 265–273, 2006.

LITTELL, R.C.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1216-1231, 1998.

MA, T.; DENG, K. D.; TU, Y.; JIANG, C. G.; ZHANG, N. F.; LI, Y. L.; DIAO, Q. Y. Effect of dietary concentrate: forage ratios and undegraded dietary protein on nitrogen balance and urinary excretion of purine derivatives in Dorper× thin-tailed Han crossbred lambs. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v.27, n.2, p. 161, 2014.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MUKMINAH, N.; RIANTO, E.; PURBOWAT, E. Excretions of Urinary Creatinine on Young and Mature Kacang Goat under Different Feeding Levels. **Animal Production**, v.17, n1 p.30-34, January, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world's camelids. Washington: **National Academic Press, 2007. 384p.**

OLIVEIRA, R.C. **Ganho de peso, características de carcaça e composição corporal de novilhos em regime de pastejo em capim elefante durante a estação chuvosa.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 109p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

PEREIRA, V.S.A. **Influência do peso corporal e das características de carcaça sobre a excreção de creatinina e utilização de coleta spot de urina para estimar a excreção de derivados de purinas e de compostos nitrogenados em novilhas Nelore.** 2009. 45f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PRATES, L. L.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; SANTOS, S. A.; BRAGA, J. M. S.; PELLIZZONI, S. G.; BARBOSA, K. S.

Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives in Nellore and Holstein heifers with abomasal purine infusion. **Livestock Production Science**, v.15, p.179-186, 2012.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. **Revista Ceres**, v.46, p.383-409, 1999.

SANTOS, S.A.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S.; SOUZA, S.M.; SANTIAGO, A.M.F. Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado à base de farelo de soja ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p. 1135-1140, 2010.

SCHROEDER, A.L.; BERGEN, W.G.; MERKEL, R.A. Estimation of lean body mass, empty body protein and skeletal muscle protein from urinary creatinine excretion in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.68, suppl.1, p.311, 1990.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18, 2000.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, L. F. C.; VALADARES FILHO, S. D. C.; CHIZZOTTI, M. L.; ROTTA, P. P.; PRADOS, L. F.; VALADARES, R. F. D.; BRAGA, J. M. D. S. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.807-810, 2012.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. Níveis de proteína em dietas de bovino. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, p.1270- 1278, 1997.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives¹. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999.

VAN NIEKERK, B. D. H.; REID, J. T.; BENSADOUN, A.; PALADINES, O. L. Urinary creatinine as an index of body composition. **Journal of Nutrition**, v.79, p.463-473, 1963.

WYNN, P.C.; THWAITES, C.J. The relative growth and development of the carcass tissues of Merino and crossbred rams and wethers. **Australasian Journal of Animal Sciences**, v.32, n.6, p.947-956, 1981.