

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES
DO JEQUITINHONHA E MUCURI

KÊNIA MARIA DE OLIVEIRA

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS LEITEIROS
ALIMENTADOS COM FARELO DE CRAMBE

DIAMANTINA, MG
2014

KÊNIA MARIA DE OLIVEIRA

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS LEITEIROS ALIMENTADOS
COM FARELO DE CRAMBE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Gustavo Henrique de Frias Castro

DIAMANTINA– MG
2014

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

| | |
|--------------|--|
| O48c 2014 | Oliveira, Kênia Maria de Comportamento ingestivo de bovinos leiteiros alimentados com farelo de crambe. / Kênia Maria de Oliveira. – Diamantina : UFVJM, 2014. 35 f. : il. Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique de Frias Castro Dissertação (mestrado) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Faculdade de Ciências Agrárias. Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2014. 1. Consumo. 2. Crambe abyssinica. 3. Coproduto. 4. Eficiência alimentar. 5. Ruminação. I. Castro, Gustavo Henrique de Frias. II. Título. CDD 636.085 |
|--------------|--|

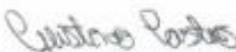
Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

KÊNIA MARIA DE OLIVEIRA

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS LEITEIROS ALIMENTADOS
COM FARELO DE CRAMBE

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA em 06/06/2014



Prof. Gustavo Henrique de Frias Castro – UFVJM
Orientador



Prof. Maria Henrique França Mourthé – ICA/UFMG



Prof.ª Roseli Aparecida dos Santos – UFVJM



Prof. Aldrin Vieira Pires – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2014

DEDICO...

À minha vó Maria (in memoriam)

*Que foi embora cedo demais,
deixando um grande vazio*

AGRADECIMENTO

À Deus, por ser meu caminho, minha luz e minha força!

Aos meus pais e irmãos, por aceitarem e apoiarem minhas escolhas, e, principalmente, por compreenderem minha ausência. Vocês contribuíram para que mais esse sonho se realizasse.

Às minhas tias e primos, pelas preces, apoio e por aquela sensação de estar sempre em minha casa.

À Bruna, pela amizade verdadeira. Por me entender e estar comigo nos momentos mais difíceis dessa caminhada. Missão dada é missão cumprida!

Ao Gustavo, pela orientação e por todos os ensinamentos que levarei para a vida.

Ao Kiko, pela ajuda no experimento, conselhos, ensinamentos, mas, sobretudo, pela amizade.

À Lelê, Carol e Jana, por contribuírem tanto para meu crescimento pessoal e por proporcionarem tantos momentos inesquecíveis.

Às amigas: Renata Gomes, Lauritinha, Renata Ursine, Dani Lora, Dani Preta, Dênia, Dani Ursine, Luisa, Mari, Regina, Poli, Camila e Flávia, pelas conversas, risadas, lágrimas e por estarem sempre presentes.

Aos amigos, Ronald, Danilo, Cesinha, Júlio, Guizim, Marcelo, Fialho e Hudson, pelas conversas, conselhos e conhecimentos trocados. E ao Ricardo, por todo incentivo e apoio.

Aos alunos de iniciação científica, Ítalo, Talita, Mari, Nanda, Rosane, Léo, Bruno, Alline e Josi, por contribuírem tanto para a realização desse trabalho.

Aos professores Aldrin, Martinho e Adalfredo e à minha amiga Lú Abreu, pela disponibilidade e ajuda indispensável na estatística.

Meire e Fran, por me acolherem e me ouvirem, sempre.

Márcio, Narinha, Ailana, Nice e Ricardo, pela amizade e por proporcionarem tantos momentos de alegria.

Aos funcionários do Moura, em especial à Val, Net, Márcia e Celeste, por tornarem os dias no Moura mais leves e alegres.

À Elizângela, por toda ajuda e por estar sempre disponível.

À Mônica companhia e pelos inúmeros momentos de descontração no Moura e no laboratório.

Aos Professores, Maria Clara, Thiago e Cleube, pelos ensinamentos e disponibilidade.

Aos técnicos de laboratório: Mari, Elizzandra, Abraão e Lindomar, por toda ajuda.

À Caramuru Alimentos S.A., pela doação do farelo de crambe.

À Tortuga Nutrição Animal, pelo apoio e doação do núcleo mineral.

À UFVJM, pela minha formação.

À CAPES, FAPEMIG e CNPq, pela concessão da bolsa de estudos e apoio financeiro para execução do trabalho.

“Agradecer é admitir que houve momento em que se precisou de alguém, é reconhecer que o homem jamais poderá lograr para si o dom de ser autossuficiente. Ninguém e nada cresce sozinho. Sempre é preciso um olhar de apoio, uma palavra de incentivo.”

(Autor desconhecido)

“O conhecimento nunca está terminado. É uma teia que vamos tecendo a partir da superação dos limites: eu respeito o limite do outro e estabeleço com ele o pacto do cuidado, ao mesmo tempo em que ambos avançamos.

Não posso negar o que o outro é e nem encarar o não saber como limite. Toda estranheza cai por terra se dividimos nossas necessidades”.

Pe. Fábio de Melo

BIOGRAFIA

Kênia Maria de Oliveira, filha de Hilda dos Santos Oliveira e Natalino Carlito de Oliveira, nasceu em 06 de setembro de 1984, na cidade de Diamantina, MG, Brasil.

Em agosto de 2006, ingressou na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), graduando-se no curso de Zootecnia em dezembro de 2011.

Em março de 2012, iniciou o Mestrado em Zootecnia, na área de Produção Animal, linha de pesquisa Produção e Nutrição de Ruminantes, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Em 06 de junho de 2014, submeteu-se aos exames finais de defesa de dissertação para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

OLIVEIRA, Kênia Maria de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, junho de 2014. 35p. **Comportamento ingestivo de bovinos leiteiros alimentados com farelo de crambe**. Orientador: Prof. Gustavo Henrique de Frias Castro. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

O objetivo desse trabalho foi estudar os efeitos da utilização de farelo de crambe em substituição ao farelo de soja sobre o comportamento ingestivo de bovinos leiteiros. Foram utilizados quatro machos castrados Holandês x Zebu, fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 664 kg, distribuídos em delineamento quadrado latino 4 x 4. Os tratamentos consistiram em quatro dietas isoproteicas e isoenergéticas, formuladas com relação volumoso:concentrado 60:40 com base na matéria seca (MS). O volumoso foi composto de silagem de milho (51% MS) e feno de Tifton (49% MS), e o concentrado formulado com níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de crambe em 0%, 2,8%, 6,4% e 11,0% na MS da dieta. O comportamento ingestivo foi avaliado através do método direto de avaliação visual, em intervalos de 10 minutos, durante períodos de 24 horas. Registrou-se a frequência de alimentação, ruminação e ócio e a posição do animal (em pé ou em decúbito). As variáveis em pé e em decúbito não diferiram entre os tratamentos, assim como os tempos gastos em alimentação, ruminação e ócio. O consumo de matéria seca e de FDN expressos em g/dia e gFDN/dia respectivamente, a eficiência de ruminação expressa em gMS/min, a eficiência de ruminação expressa em gFDN/dia e o tempo de mastigação total não diferiram significativamente. No entanto, a eficiência de alimentação (gMS/min) variou de forma linear decrescente com a inclusão do farelo de crambe. Os períodos do dia influenciaram todas as atividades. O maior tempo de alimentação foi observado nos períodos após o fornecimento da dieta e a maior atividade de ruminação foi verificada no período noturno. A substituição de farelo de soja por farelo de crambe não afetou o comportamento ingestivo, exceto para o parâmetro eficiência de alimentação. Neste sentido, considerando o comportamento ingestivo, recomenda-se a substituição do farelo de soja por farelo de crambe para alimentação de bovinos leiteiros.

Palavras chave: consumo, *Crambe abyssinica*, coproduto, eficiência alimentar, ruminação.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Kênia Maria de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. June de 2014. 35p. **Ingestive behavior of dairy cattle fed crambe bran.** Advisor: Gustavo Henrique Castro Frias. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The aim of this work was to study the effects of the use of crambe meal replacing soy bean meal on the ingestive behavior of dairy cattle. Four male Holstein x Zebu rumen, with average live weight of 664kg distributed in latin square design 4 x 4. The treatments consisted of four diets isonitrogenous and isocaloric, formulated roughage used concentrate 60:40 with based on dry matter (DM). The forage was corn silage (51% DM) and Tifton grass hay (49% DM), and the concentrate was formulated with increasing levels of substitution of soy bean meal by crambe meal at 0%, 2.8%, 6.4% and 11.0% of the diet DM. The feeding behavior was evaluated using the direct method of visual assessment in intervals 10 minute during a 24 hour period. Recorded the frequency of feeding, idling time and the animal's position (standing or supine). The variables standing and supine id not differ between treatments as well as spending one a ting, ruminating and idling times. The consumption of dry matter and NDF expressed in g/day and gNDF/day respectively, the efficiency of rumination expressed in gDM/min, the efficiency of rumination expressed in gNDF/day and the total chewing time did not differ significantly. However, the efficiency of power (gDM/min) ranged from decreasing linearly with the inclusion of crambe meal. Periods of the day influenced all the activities. The longer feeding time was observed in the periods after the diet intake and greater rumination activity was observed at night. The replacement of soy bean meal by meal crambe, did not affect feeding behavior, except for the feeding efficiency parameter. In this sense, considering the feeding behavior, it is recommended there placement of soy bean meal by crambe meal to feed dairy cattle.

Keywords: consumption, *Crambe abyssinica*, coproduct, feed efficiency, rumination.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Descrição das principais características agronômicas da cultivar crambe (<i>Crambe abyssinica</i>) FMS Brilhante | 16 |
| Tabela 2: Composição química (%) de farelo e de torta de crambe, de algodão e de soja..... | 16 |
| Tabela 3: Composição percentual dos ingredientes utilizados nas dietas, com base na matéria natural | 20 |
| Tabela 4: Composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais | 21 |
| Tabela 5: Composição nutricional das dietas experimentais | 21 |
| Tabela 6: Valores médios do tempo em minutos em posição, em pé ou em decúbito e nas atividades de alimentação, ruminação e ócio de bovinos alimentados com farelo de crambe em substituição ao farelo de soja | 24 |
| Tabela 7: Consumo voluntário e parâmetros do comportamento ingestivo de bovinos alimentados com farelo de crambe em substituição ao farelo de soja | 26 |
| Tabela 8: Valores médios do tempo em minutos em pé, em decúbito, alimentando, ruminando e em ócio nos intervalos de tempo pré-determinados de bovinos alimentados com farelo de crambe em substituição ao farelo de soja | 28 |
| Tabela 9: Valores médios de temperatura de globo negro, temperatura e umidade do período experimental | 35 |
| Tabela 10: Valores médios de temperatura de globo negro, temperatura e umidade dos intervalos de tempo de cada período experimental | 35 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| LISTA DE TABELAS | 13 |
| 1- INTRODUÇÃO | 14 |
| 2- REVISÃO | |
| 2.1-ASPECTOS GERAIS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL | 14 |
| 2.2- CRAMBE | 15 |
| 2.3- COMPORTAMENTO INGESTIVO | 17 |
| 3- MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| CONCLUSÃO | 29 |
| 5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| 6- Anexo I | 35 |

1- INTRODUÇÃO

A nutrição corresponde à maior parcela dos custos nos sistemas de produção animal. Os principais alimentos concentrados utilizados na alimentação animal são o milho e o farelo de soja. Ambos são considerados *commodities*, o que faz com que eles apresentem flutuações de preço de acordo com a época do ano e a disponibilidade no mercado, impactando os custos de produção em sistemas de produção animal.

O desenvolvimento de estratégias para a redução desses custos, associado à necessidade de disponibilizar ao animal alimento de qualidade, independente da época do ano, é de extrema importância para otimizar a cadeia produtiva do leite e da carne bovina.

Outro grande desafio da atualidade é suprir a demanda energética com biocombustíveis, de maneira a garantir a sustentabilidade. Por esse motivo, o uso de combustíveis de origem vegetal é cada vez mais incentivado, por tratar-se de fonte renovável e apresentar, como principal característica, a menor emissão de gases poluentes.

Nesse contexto, as indústrias produtoras de biodiesel geram grandes quantidades de resíduos (tortas e farelos) resultantes da extração do óleo, com provável potencial de utilização na alimentação animal, podendo ser caracterizados como coprodutos da agroindústria.

Portanto, avaliar o potencial de uso de coprodutos da produção de biodiesel, como o farelo de crambe (*Crambe abyssinica*) na nutrição animal é relevante para a redução dos custos com alimentação, bem como agregar valor aos coprodutos.

A avaliação do comportamento ingestivo é uma importante ferramenta de avaliação do manejo nutricional do rebanho, e, entre as variáveis, destacam-se a frequência de ruminção e a frequência de alimentação, diretamente relacionadas ao consumo de alimento.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento ingestivo de bovinos recebendo dietas com substituição crescente do farelo de soja pelo farelo de crambe.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- ASPECTOS GERAIS DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A demanda por fontes de energia renovável deve-se aos custos elevados e ao iminente esgotamento das reservas de combustíveis de origem fóssil, além de questões ambientais, principalmente ligadas ao aquecimento global (Mello et al., 2007). Segundo Pradhan et al. (2011), em geral, os combustíveis originados de fontes renováveis possibilitam ampliar e diversificar a geração de energia de maneira sustentável.

O biodiesel pode ser tecnicamente definido como um éster monoalquilado de ácidos graxos, produzido a partir do processo de transesterificação de fontes renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais (Sharma et al., 2008). O processo de transesterificação é a conversão de um éster carboxílico em outro, através da troca do grupo RO^- presente no éster original por outro grupo, proveniente de um álcool, na presença de um catalisador ou não (condições supercríticas), dando origem, então, à glicerina e ao mono-álquil ésteres, popularmente conhecido por biodiesel (Daddoub e Bronzel, 2007).

A reação de transesterificação pode ser influenciada por vários fatores. Dentre eles, destacam-se presença de ácidos graxos livres, umidade, álcool utilizado, razão molar do álcool/óleo, concentração e tipo de catalisador, o tempo e a temperatura de reação utilizada no processo de produção (Santos, 2010).

Atualmente, a principal matéria-prima utilizada para a produção do biodiesel no país é a soja, no entanto, políticas governamentais têm incentivado a utilização de outras culturas (Silva, 2011).

A busca por matérias-primas alternativas baseia-se em parâmetros como: teor de óleo, sistema de cultivo, produção/hectare, teores de ácidos graxos e de umidade do óleo, entre outros que são de extrema importância para determinar o potencial de produção de biocombustíveis (Jasper et al.; 2010). O teor de umidade do óleo compromete a taxa de conversão do éster para níveis abaixo de 90%, quando a concentração de água é superior a 0,5% (Canakci e Gerpen, 1999).

De acordo com Krause (2008), outro importante aspecto determinante da produção de biodiesel é a viabilidade de utilização dos coprodutos dessa cadeia produtiva, destacando-se a glicerina, a torta e o farelo, oriundos da extração do óleo das matérias-primas de origem vegetal.

A utilização desses coprodutos agroindustriais na alimentação animal, normalmente propicia redução no custo com a alimentação (Geron, 2007). No entanto, a inclusão de tortas e farelos na alimentação animal requer ainda mais estudos para avaliar a composição e o valor nutricional, uma vez que, quando empregados de maneira inadequada, podem deprimir o consumo e ainda ocasionar prejuízos no desempenho dos animais (Armentano e Pereira, 1997).

Outro problema associado à utilização desses coprodutos na alimentação animal é que, a grande maioria apresenta fatores antinutricionais, ou ainda, compostos bioativos específicos, desde agentes goitrogênicos, glicosinolatos, ácido fítico, gossipol, taninos e saponinas, até compostos altamente tóxicos como o forbol, encontrado em tortas de pinhão manso (Makkar et al., 1998; Makkar e Becker, 1999).

Neste contexto, o crambe desponta no cenário nacional como uma das oleaginosas mais promissoras para a produção de biodiesel, devido, principalmente, ao elevado teor de óleo presente nesta leguminosa, cerca de 34% a 38% (Cardoso et al., 2012). O seu óleo é composto, principalmente, pelo ácido erúxico, cerca de 57% (com base na matéria seca), sendo um ácido graxo de cadeia longa (C22:1), com alto valor comercial (Oliva, 2010), utilizado na fabricação de películas, nylon, plastificantes, adesivos e isolantes elétricos (Oplinger et al., 1991), entretanto não é comestível (Pitol, 2010), estando associado à lesões no coração de humanos (Colodetti et al., 2012).

2.2- CRAMBE

O crambe foi introduzido no Brasil pela Fundação Mato Grosso do Sul, material esse vindo do México, o qual foi selecionado pelos pesquisadores, originando o primeiro cultivar de crambe (FMS Brilhante) no país (Pitol, 2010). O objetivo inicial era avaliar o potencial da cultura como cobertura de solo para plantio direto. No entanto, os resultados indicaram cobertura inferior ao nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), não despertando o interesse comercial (Pitol, 2008).

De origem asiática, da região do Mar Mediterrâneo, possui elevada resistência à seca e geadas, alta precocidade e apresenta, ainda, ciclo de cultivo rápido, com duração média de 90 dias (Tab.1), de fácil adaptabilidade a solos de baixa fertilidade. Estas características agronômicas fazem do crambe uma excelente alternativa de cultura para a safrinha brasileira, podendo a semeadura ser feita no inverno, logo após a colheita da soja e do milho (Costa et

al., 2012). Outro aspecto positivo desta cultura é o cultivo totalmente mecanizado, empregando os mesmos equipamentos utilizados nas culturas tradicionais (Oliva et al., 2010).

Tabela 1. Descrição das principais características agrônômicas da cultivar Crambe (*Crambe abyssinica*) FMS Brilhante

Fonte: Adaptada de Pitol (2010).

A composição químico-bromatológica dos coprodutos da produção de biodiesel, em geral, é variável (Tab. 2). Para os coprodutos do crambe destacam-se, principalmente, os valores de proteína bruta e extrato etéreo. As variações na composição nutricional estão relacionadas, basicamente, com os processos empregados durante a extração do óleo.

Tabela 2. Composição química (%) de farelo e de torta de crambe, de algodão e de soja

| Item | Farelo de crambe | Torta de crambe | Farelo de algodão | Torta de algodão | Farelo de soja | Torta de soja |
|------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------|---------------|
| MS (%) | 89,76 | 93,33 | 91,8 | 90,68 | 88,53 | 90,83 |
| PB ¹ | 37,07 | 29,17 | 44,13 | 29,74 | 48,79 | 41,27 |
| FDN ¹ | 36,14 | 33,08 | 32,76 | 50,77 | 15,82 | 8,46 |
| FDA ¹ | 27,79 | 24,75 | 20,95 | -- | 12,28 | 6,28 |
| LIG ¹ | 10,98 | 6,74 | 6,85 | 10,20 | 1,62 | 1,25 |
| EE ¹ | 3,4 | 24,9 | 1,4 | 9,43 | 1,86 | 24,79 |
| MM ¹ | 6,81 | 4,14 | 5,13 | 4,72 | 6,44 | 4,85 |
| NDT ¹ | 58,61 | 92,87 | 60,09 | 72,09 | 79,47 | -- |
| CNF ¹ | 30,2 | 14,78 | 21,49 | 17,50 | 30,91 | 26,57 |

¹(% na MS); ²(%PB); NDT, nutrientes digestíveis totais; CF, carboidratos fibrosos
Fonte: Adaptado de BR - Corte (2010); Mizubuti et al. (2011); e dados do autor.

Embora os coprodutos em geral apresentem grande variabilidade em termos de composição químico-bromatológica, de acordo com Pitol et al. (2010), o farelo de crambe apresenta bom potencial para utilização como concentrado proteico, com alto teor de proteína bruta e médio teor de fibra, apresentando, ainda, adequada relação MF/ENN (material

fibroso/extrato não nitrogenado), fator que favorece a digestibilidade. Perry et al. (1979) destacam que, tanto a torta, quanto o farelo de crambe, são suplementos proteicos ricos em aminoácidos como cisteína, metionina, lisina e treonina.

Mesmo apresentando potencial de utilização, o crambe possui glicosinolatos, que, segundo Knights (2002), são produtos secundários do metabolismo das plantas pertencentes à família *Brassicaceae*, como o crambe (*Crambe abyssinica*), nabo (*Brassicarapa*), colza (*Brassicarapus*), entre outros.

Dentre os possíveis efeitos causados pela hidrólise dos glicosinolatos nos animais, destacam-se danos no fígado e nos rins, depressão do apetite (Oplinger et al., 1991) e bócio, devido à inibição da absorção de iodo (Goularte et al., 2010). Os potenciais efeitos deletérios dos glicosinolatos nos animais está diretamente relacionado com sua concentração na dieta. No entanto, de acordo com Tripathi e Mishra (2007), os animais apresentam tolerância distinta, sendo que os ruminantes são mais tolerantes à ingestão de glicosinolatos que monogástricos. Em ruminantes, não ocorre a formação de compostos tóxicos durante a digestão e assimilação das tortas e farelos de crambe, embora em alguns trabalhos observou-se redução do consumo, quando a quantidade fornecida é elevada, em função da baixa palatabilidade desse coproduto (Pitol et al., 2010).

Fatores ambientais são apontados como responsáveis pelas variações nos teores de glicosinolatos no crambe em diferentes regiões. Elevadas temperaturas e déficit hídrico, podem ser relacionados a um aumento da síntese de aminoácidos e de açúcares nas plantas, precursores da biossíntese de glicosinolatos (Tripathi e Mishra, 2007). Vários métodos têm sido estudados para remover ou reduzir os níveis residuais nos coprodutos. A variação nos teores de glicosinolatos se dá, também, pelas diferentes condições de extração de óleo, sendo que a extração por solventes contém maiores teores residuais de glicosinolatos que a extração mecânica.

2.3- COMPORTAMENTO INGESTIVO

O estudo dos padrões de comportamento ingestivo dos bovinos é importante ferramenta que possibilita ajustar as instalações, as técnicas de manejo e a alimentação, proporcionando melhorias no desempenho e nos índices zootécnicos (Mendonça et al., 2004).

O comportamento dos ruminantes pode ser caracterizado, basicamente, pela sucessão de três atividades básicas: alimentação, ruminação e ócio, que podem ser influenciadas por

fatores como dieta, manejo, condições ambientais e atividade dos animais do mesmo grupo (Fisher et al., 1997). Além disso, os horários de fornecimento das rações tendem a influenciar os picos de ocorrência das atividades ingestivas (Oliveira et al., 2012).

Os ruminantes são capazes de alterar um ou mais fatores do seu comportamento ingestivo, com o intuito de reduzir os potenciais efeitos de condições alimentares desfavoráveis, conseguindo, assim, suprir as demandas nutricionais de manutenção e produção (Forbes, 1988).

A avaliação do comportamento ingestivo de animais, alimentados com dietas contendo inclusão/substituição de coprodutos agroindustriais, pode contribuir para detectar os potenciais efeitos de fatores antinutricionais, já que os mesmos podem alterar os tempos despendidos em alimentação, e, conseqüentemente, em ócio e ruminação (Dado e Allen, 1995).

Os bovinos apresentam padrão diurno de alimentação, tanto em pastejo quanto em confinamento. Para os bovinos em pastejo, o comportamento ingestivo caracteriza-se por longos períodos de alimentação, de quatro a doze horas por dia, enquanto para animais mantidos em confinamento, esses períodos podem variar de uma hora, consumindo alimentos ricos em energia, a mais de seis horas, para alimentos com baixo valor energético (Bürger et al., 2000).

Os períodos de alimentação são geralmente intercalados por períodos de ruminação ou períodos de ócio (descanso). O tempo gasto na ruminação é altamente influenciado pela natureza da dieta, com indícios de ser proporcional ao teor da fração de componentes da parede celular do volumoso (Van Soest, 1994; Pinto et al., 2010).

De acordo com Bárbero et al. (2012), o tempo de ruminação corresponde ao tempo total gasto pelo animal com a movimentação bucal, devido à mastigação do material que retorna do rúmen, caracterizada pela regurgitação, remastigação, reinsalivação e redeglutição. A ruminação exerce importante função na redução do tamanho das partículas do alimento e no movimento da ingesta através do rúmen. Seu início pode ocorrer entre 30 a 90 minutos após a ingestão do alimento (Furlan et al., 2006). Fisher et al. (1998) ao avaliarem o padrão nectemeral de ovinos estabulados, recebendo dieta composta de concentrado e feno de azevém à vontade, observaram maior frequência de ruminação durante a noite e nas primeiras horas do dia.

Quanto ao tempo destinado ao ócio, este corresponde ao período no qual o animal permanece em descanso (Forbes, 1988). Fischer (1996) descreveu a atividade de ócio como o

período de tempo em que o animal não encontra-se ingerindo ou ruminando. De acordo com Gonçalves et al. (2001), à medida que aumenta-se o nível de concentrado na dieta, ocorre redução nos tempos de alimentação, e, de forma mais significativa, nos de ruminação. Isto, em função da densidade energética mais elevada e da menor concentração de fibra dietética, o que faz, conseqüentemente, com que o animal permaneça mais tempo em ócio.

De acordo com Mendonça et al. (2004), o aumento no consumo tende a promover diminuição no tempo de ruminação por grama de alimento. Dulphy et al. (1980) estudaram a alimentação de bovinos alimentados com dietas com altos teores de fibra e observaram que, geralmente ocorre diminuição da eficiência de ruminação e da mastigação, devido à maior dificuldade em diminuir o tamanho das partículas de materiais fibrosos. Segundo Lammers et al. (1996), baixos níveis de fibra na dieta provocam diminuição no tempo total gasto com mastigação (ingestão de alimentos e ruminação) e no pH ruminal, em razão do menor fluxo de saliva para o rúmen, reduzindo, conseqüentemente, o fluxo de substâncias tamponantes, com alteração do ambiente ruminal. Pinto et al. (2010) destacaram que os tempos de ingestão de alimentos e ruminação são influenciados por fatores como propriedades químicas e físicas do alimento, digestibilidade, degradabilidade e características individuais do animal.

Mendonça et al. (2004), ao avaliarem o comportamento ingestivo de vacas leiteiras, recebendo dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho, não observaram diferença nos tempos gastos com a alimentação e ruminação, sendo que o tempo despendido para cada atividade foi de 4,75 horas/dia e 7,94 horas/dia, respectivamente.

Beauchemin e Yang (2005), em experimento com vacas leiteiras, alimentadas com silagem de cevada, com partículas de 9,5mm; 4,8mm ou, metade das partículas com 9,5mm e metade das partículas com 4,8mm, relataram que o tempo total de mastigação aumentou linearmente com o incremento da FDN fisicamente efetiva (FDNef) na dieta.

3- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Moura, situada no município de Curvelo, Minas Gerais, pertencente à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, entre agosto e dezembro de 2012. Este experimento foi registrado e aprovado pelo CEUA/UFVJM, sob o número de protocolo 002/2012.

Foram utilizados quatro machos castrados Holandês x Zebu, fistulados no rúmen, com peso médio de 664kg. O delineamento utilizado foi quadrado latino repetido no tempo, com duas repetições e períodos experimentais de 13 dias, sendo os oito primeiros dias de

adaptação à dieta e cinco dias de coleta dos dados de consumo. O último dia do período experimental foi utilizado para observação do comportamento ingestivo. Os animais foram alojados em baias individuais providas de cochos para alimentação, água e suplemento mineral; cama de areia, a qual era limpa diariamente. Os animais tinham acesso por duas horas, a uma área de passeio 100m², para movimentação.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2001), de forma a serem isoproteicas e isoenergéticas, atendendo às exigências de manutenção, seguindo a relação volumoso:concentrado 60:40, respectivamente, com base na matéria seca (MS). A fração de volumoso da dieta consistiu de silagem de milho e feno de tifton, seguindo proporções pré determinadas de 33% e 67%, respectivamente, com base na MS. Os animais receberam quatro dietas contendo 0%, 2,8%, 6,4% e 11,0% de farelo de crambe (FC) na MS da dieta, o qual representava a substituição do farelo de soja (FS) em 0%, 33%, 66% e 99% por FC na MS da dieta (Tab. 3, 4 e 5).

Tabela 3. Composição percentual dos ingredientes utilizados nas dietas com base na matéria natural

| Ingrediente | Níveis de inclusão de crambe (%) | | | |
|--|----------------------------------|------|------|------|
| | 0 | 33 | 66 | 99 |
| Silagem de Milho | 43,4 | 43,0 | 42,5 | 42,0 |
| Feno de Tifton 85 | 30,1 | 29,8 | 29,5 | 29,1 |
| Farelo de Soja | 9,1 | 6,7 | 3,8 | 0,1 |
| Farelo de Crambe | 0,00 | 3,2 | 7,1 | 12,1 |
| Fubá de milho | 14,4 | 14,3 | 14,0 | 13,8 |
| Suplemento vitamínico mineral ¹ | 3,1 | 3,1 | 3,0 | 3,0 |

¹Composição: Carbonato de cálcio; Cloreto de potássio; Cloreto de sódio; Enxofre ventilado; Fosfato bicálcico; Óxido de magnésio; Carbo amino fosfoquelato de cobre; Carbo amino fosfoquelato de cromo; Carbo amino fosfoquelato de enxofre; Carbo amino fosfoquelato de ferro; Carbo amino fosfoquelato de manganês; Carbo amino fosfoquelato de selênio; Carbo amino fosfoquelato de zinco; Hidróxido de tolueno butilado; Iodato de cálcio; Monóxido de manganês; Selenito de sódio; Sulfato de cobalto; Sulfato de cobre monohidratado; Sulfato de zinco; Vitamina A; Vitamina D3; Vitamina E.

Tabela 4. Composição nutricional dos ingredientes das dietas experimentais

| Itens | Silagem | Feno | Milho Moído | Farelo de Soja | Farelo de Crambe |
|------------------|---------|-------|-------------|----------------|------------------|
| MS (%) | 29,04 | 87,75 | 83,98 | 94,67 | 91,75 |
| MM (%MS) | 6,10 | 8,03 | 1,56 | 6,36 | 6,28 |
| PB (%MS) | 6,63 | 9,21 | 8,38 | 44,39 | 32,26 |
| EE (%MS) | 2,60 | 2,41 | 4,80 | 2,36 | 0,31 |
| PIDN (%PB) | 16,40 | 23,09 | 21,91 | 2,83 | 14,17 |
| PIDA (%PB) | 15,70 | 14,73 | 5,94 | 0,90 | 5,94 |
| FDNcp (%MS) | 61,20 | 63,19 | 21,83 | 12,32 | 27,98 |
| FDAcP (%MS) | 28,20 | 26,87 | 1,64 | 6,32 | 16,70 |
| CNF (%MS) | 23,46 | 17,16 | 63,43 | 34,57 | 33,17 |
| NDT ¹ | 57,23 | 55,62 | 87,24 | 81,54 | 58,00 |

MS= Matéria Seca; MM= Matéria Mineral; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; PIDN= Proteína Insolúvel em Detergente Neutro; PIDA= Proteína Insolúvel em Detergente Ácido; FDNcp= Fibra em Detergente Neutro corrigido para cinzas e proteína; FDAcp= Fibra em Detergente Ácido corrigido para cinzas e proteína; CNF= Carboidratos Não Fibrosos; NDT=Nitrogênio Digestível Total;¹ valor obtido a partir de valores médios encontrados na literatura.

Tabela 5. Composição nutricional das dietas experimentais

| Itens | Níveis de inclusão de farelo de crambe | | | |
|------------|--|-------|-------|-------|
| | 0FC | 33FC | 66FC | 99FC |
| MS (%) | 68,42 | 66,85 | 66,21 | 65,41 |
| MM (%MS) | 11,87 | 11,42 | 12,99 | 12,24 |
| PB (%MS) | 13,65 | 13,50 | 13,44 | 13,38 |
| EE (%MS) | 2,75 | 2,72 | 2,58 | 2,74 |
| PIDN (%PB) | 12,15 | 15,11 | 15,25 | 15,15 |

MS= Matéria Seca; MM= Matéria Mineral; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; PIDN= Proteína Insolúvel em Detergente Neutro; PIDA= Proteína Insolúvel em Detergente Ácido; FDNcp= Fibra em Detergente Neutro corrigido para cinzas e proteína; FDAcp= Fibra em Detergente Ácido corrigido para cinzas e proteína; CNF= Carboidratos Não Fibrosos; NDT= Nutrientes Digestíveis Totais;LIG=Lignina. ¹Valor obtido a partir de valores médios encontrados na literatura.

O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas. Diariamente, as sobras foram pesadas a fim de ajustar o consumo para que houvesse 10% de sobra ao dia. As amostras diárias das sobras de cada animal e da dieta fornecida eram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -10°C. Ao final do experimento, as amostras individuais das sobras e das dietas oferecidas foram homogeneizadas por animal/período, sendo, então, pré-secas a 50°C, moídas em moinho de peneira de 1mm de malha, acondicionadas e armazenadas para análises posteriores.

As dietas e as sobras amostradas foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal (LNA), do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- UFVJM, quanto aos teores de matéria seca (MS), segundo método INCT - CA G-003/1; matéria mineral (MM), segundo método INCT-CA M-001/1; proteína bruta (PB), segundo método INCT - CA N-001/1; fibra em detergente neutro (FDN), segundo método INCT - CA F-002/1; fibra em detergente ácido (FDA), segundo método INCT - CA F-004/1, extrato etéreo (EE), segundo método INCT - CA G-004/1; proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), segundo método INCT-CA N-004/1; proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), segundo método INCT-CA N-005/1. Os carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), foram calculados segundo Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%CINZAS)$ $CNF = CT - FDN$; $NDT = PB \text{ digestível} + (EE \text{ digestível} \times 2,25) + FDN \text{ digestível} + CNF \text{ digestível}$.

O cálculo de consumo foi feito a partir da coleta total das sobras e da mensuração total da quantidade fornecida, associado aos teores de MS e FDN nestas frações.

A avaliação do comportamento ingestivo foi realizada no 13^o dia de cada período, totalizando oito avaliações. As observações visuais foram realizadas com intervalos de dez minutos, em períodos de 24 horas seguidas, iniciando-se às 08:00 horas, após o arraçoamento dos animais. O ambiente foi mantido com iluminação artificial indireta e parcial, ou seja, somente no corredor e não nas baias, para a adaptação dos animais e possibilitar a observação noturna. Nas avaliações foram consideradas as atividades comportamentais de consumo, ruminação, ingestão de água, ócio, e a posição do animal, se em pé ou em decúbito.

Para monitoramento diário do ambiente, utilizou-se dois conjuntos de termohigrômetros digitais. Os dois conjuntos foram dispostos à meia altura do corpo dos animais, em extremidades opostas ao alojamento dos mesmos. Os dados obtidos a partir do

monitoramento ambiental, foram empregados no cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto por Buffington et al. (1982).

As variáveis, determinadas a partir do comportamento ingestivo, foram obtidas conforme descritas em Bürger et al. (2000):

$$EAL = CMS/TAL;$$

$$ERU = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

$$TMT = TAL+TRU;$$

em que, EAL (g MS/h) é eficiência de alimentação; CMS (g MS/dia), consumo de MS; TAL (min/dia), tempo de alimentação; ERU (g MS/min; g FDN/min), eficiência de ruminação; TRU (min/dia), tempo de ruminação; CFDN(g FDN/dia), consumo de FDN; TMT (min/dia), tempo de mastigação total.

O comportamento ingestivo diário e as variáveis derivadas do comportamento ingestivo diário foram analisados segundo o modelo estatístico descrito:

$$Y_{iwzjk} = \mu + Q_w + D_z + A_j/Q_w + P_k/Q_w + e_{iwzjk}$$

em que, Y_{iwzjk} = observação "i" no quadrado "w" da dieta "z" do animal "j" no período "k"; μ = média geral; Q_w = efeito de quadrado latino (w=1 e 2); D_i = efeito da dieta "i" (i = FC0, FC33, FC66 e FC99); A_j/Q_w = efeito do animal "j" (j = 1, 2, 3, 4) dentro do quadrado "w"; P_k/Q_w = efeito do período "k" (1, 2, 3, 4) dentro do quadrado "w"; e_{ijkw} = erro experimental.

Estes dados experimentais foram submetidos à análise de variância e determinadas às equações de regressão, com probabilidade de erro de 5%, com auxílio do software SAS 9.0 (2002).

Para avaliação do comportamento ingestivo durante os períodos do dia, as observações foram agrupadas em intervalos de tempo de 4 horas, a partir do fornecimento da dieta durante o período da manhã, totalizando 6 períodos durante o dia.

Os dados e as variáveis do comportamento ingestivo, considerando os intervalos de tempo de 4 horas, foram analisados segundo o modelo estatístico descrito:

$$Y_{iwzjk} = \mu + Q_w + D_z + A_j/Q_w + P_k/Q_w + T_h + T_h \times D_i + e_{iwzjk}$$

em que, Y_{iwzjk} = observação "i" no quadrado "w" da dieta "z" do animal "j" no período "k"; μ = média geral; Q_w = efeito de quadrado latino (w=1 e 2); D_i = efeito da dieta "i" (i = FC0, FC33, FC66 e FC99); A_j/Q_w = efeito do animal "j" (j = 1, 2, 3, 4) dentro do quadrado "w"; P_k/Q_w = efeito do período "k" (1, 2, 3, 4) dentro do quadrado "w"; T_h = efeito do intervalo de tempo "h" (h = 1, 2, 3, 4, 5, 6); $T_h \times D_i$ = efeito da interação tempo e dieta; e_{ijkw} = erro experimental.

Os dados experimentais, obtidos nos tratamentos e períodos do dia, foram submetidos às análises de variância para avaliação da interação entre estas fontes de variação e as médias foram comparadas pelo teste de SNK, com probabilidade de erro de 5%, com auxílio do software SAS 9.0 (2002).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores climáticos podem interferir, negativamente, no padrão de comportamento ingestivo, causando prejuízos no desempenho animal. No presente trabalho, os valores médios de temperatura, umidade e ITU obtidos foram 25,35°C, 60,98% e 53,24, respectivamente. De modo geral, os mesmos são considerados dentro da faixa de normalidade, demonstrando, assim, que os animais encontravam-se em situação de conforto térmico.

Não foi verificado efeito ($P \geq 0,05$) de tratamento nos valores médios obtidos para as posições em pé e em decúbito (Tab. 6). O maior tempo de permanência do animal em posição de decúbito, quando comparado com o tempo em pé, demonstra uma condição de conforto e bem estar animal (Marques, 2005).

O tempo gasto com alimentação (Tab. 6) não foi influenciado ($P \geq 0,05$) pelos tratamentos. Apresentando tempo médio em alimentação de 273,8 minutos, estes valores foram próximos aos encontrados por Neuman et al. (2009), avaliando o comportamento ingestivo de novilhos confinados, recebendo dietas com proporção volumoso:concentrado de 62,7%:37,3%, sendo o volumoso utilizado na silagem de milho de diferentes tamanhos de partículas e alturas de corte. Esses autores observaram tempo de alimentação médio de 246,6 minutos.

Tabela 6: Valores médios do tempo em minutos em pé ou em decúbito e nas atividades de alimentação, ruminação e ócio de bovinos alimentados com farelo de crambe, em substituição ao farelo de soja

| Itens | Níveis de inclusão de farelo de crambe | Equação | P | | | CV(%) | |
|-------|--|---------|-------|-------|-------------------|--------|------|
| | | | 0FC | 33FC | 66FC | 99FC | |
| Em pé | 596,0 | 641,0 | 630,0 | 599,0 | $\hat{Y} = 616,5$ | 0,9873 | 11,9 |

| | | | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------------|--------|-----|
| Deitado | 844,0 | 799,0 | 810,0 | 842,0 | $\hat{Y}= 823,8$ | 0,9873 | 8,2 |
|---------|-------|-------|-------|-------|------------------|--------|-----|

| | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------------------|--------|------|
| Alimentação | 249,0 | 268,0 | 294,0 | 284,0 | $\hat{Y}=273,8$ | 0,0697 | 10,6 |
| Ruminação | 492,0 | 499,0 | 484,0 | 502,0 | $\hat{Y}= 494,3$ | 0,8602 | 7,7 |
| Ócio | 699,0 | 673,0 | 662,0 | 654,0 | $\hat{Y}= 672,0$ | 0,0761 | 7,3 |

Níveis de substituição de FS por FC: 0FC=0%, 33FC=2,8%, 66FC=6,4% e 99FC=11,0% de FC na MS da dieta.

O tempo de ruminação e ócio (Tab. 6) não foram influenciados ($P \geq 0,05$) pelos tratamentos avaliados. De acordo com Mendonça et al. (2004), o tempo gasto com ruminação em bovinos é altamente correlacionado com o consumo de FDN. Apesar da dieta com 66%FC apresentar maior percentual de FDN, o mesmo não foi suficientemente alto para provocar alterações no padrão de ruminação.

O tempo dedicado à ruminação está diretamente relacionado à qualidade e à quantidade de alimento consumido (Mendes et al., 2010). Fatores como, aumento no consumo de alimentos e tamanhos menores de partículas, tendem a provocar redução nos tempos destinados à ruminação. O tempo de ruminação, encontrado no presente trabalho, foi, em média, 494 minutos/dia, o que corresponde à, aproximadamente, 34% do tempo, enquanto o tempo destinado à alimentação foi, em média, 274 minutos/dia, aproximadamente 19% do tempo total. Pazdiora et al. (2011) avaliando os efeitos da frequência de fornecimento do volumoso e concentrado no comportamento ingestivo de vacas e novilhas confinadas, fornecendo dietas com relação volumoso:concentrado de 60:40 na matéria seca, sendo no volumoso utilizado a silagem de milho, encontraram que o tempo de ruminação foi 195,5%, em relação ao tempo dedicado à alimentação, com valores médios de 4,23 horas e 8,25 horas, respectivamente, sendo o comportamento próximo ao encontrado no presente trabalho, em que o tempo de ruminação foi superior em 180,29% ao tempo de alimentação.

Os animais permaneceram, em média, 672 min/dia em ócio, não sendo observada diferença entre os tratamentos ($P \geq 0,05$). O tempo destinado ao ócio é uma variável importante, principalmente para animais de produção, já que, ao permanecer em ócio, os gastos energéticos são reduzidos (Mousquer et al., 2013), pois o animal encontra-se em

atividade mínima, e ao mesmo tempo, metabolizando o alimento ingerido para produção de energia.

Não foi observada diferença significativa ($P \geq 0,05$) para a variável consumo de matéria seca ($P \geq 0,05$) (Tab. 7). Tal fato evidencia que não houve alteração na palatabilidade das dietas, em função da inclusão dos níveis crescentes de farelo de crambe, sendo valor este acima do recomendado por Valadares Filho et al. (2006) de 12.765 gMS/dia. Este consumo, acima do previsto, pode ser atribuído ao reestabelecimento da condição corporal dos animais durante os primeiros períodos do experimento.

Não foi observada diferença significativa ($P \geq 0,05$) entre os níveis de inclusão de farelo de crambe para a variável CFDN (gFDN/dia) (Tab. 7) com valor médio de 8.088,84 gFDN/dia, provavelmente devido à semelhança nos teores de FDN nas dietas.

Os valores médios para EAL (gMS/min) foram significativos com a inclusão do FC ($P < 0,05$) (Tab. 7), apresentando efeito linear decrescente com a inclusão do coproduto entre os níveis estudados ($\hat{Y} = 70,43175 - 0,15875x$). Tal fato, provavelmente, é devido à relação direta com o CMS e o tempo de alimentação, ampliando o padrão numericamente observado para a variável CMS.

Tabela 7: Consumo voluntário e parâmetros do comportamento ingestivo de bovinos alimentados com farelo de crambe em substituição ao farelo de soja

| Itens | Níveis de inclusão de farelo de crambe | | | | Equação | R ² | P | CV |
|--------|--|----------|----------|----------|---------------------------------|----------------|--------|-------|
| | 0FC | 33FC | 66FC | 99FC | | | | |
| CMS | 17.456,3 | 17.055,0 | 16.903,8 | 15.071,3 | $\hat{Y} = 16.621,60$ | -- | 0,8558 | 9,85 |
| CFDN | 7.995,3 | 8.329,5 | 8.517,1 | 7.513,5 | $\hat{Y} = 8.088,84$ | -- | 0,6631 | 19,28 |
| EAL | 71,3 | 64,0 | 59,8 | 55,2 | $\hat{Y} = 70,43175 - 0,15875x$ | 0,15 | 0,0307 | 14,56 |
| ERU | 36,1 | 34,4 | 35,3 | 30,4 | $\hat{Y} = 34,06$ | -- | 0,1162 | 12,10 |
| ERUFDN | 16,8 | 16,7 | 17,7 | 15,1 | $\hat{Y} = 16,54$ | -- | 0,4972 | 21,75 |
| TMT | 741,0 | 767,0 | 778,0 | 786,0 | $\hat{Y} = 768,18$ | -- | 0,0759 | 5,86 |

CMS: Consumo de matéria seca em g/dia, CFDN: Consumo de FDN em gFDN/dia, EAL: Eficiência de alimentação em gMS/min, ERU: Eficiência de ruminação em gMS/min, ERUFDN: Eficiência de ruminação da FDN em gFDN/min, TMT: Tempo de mastigação total em min/dia. Níveis de substituição de FS por FC: 0FC=0%, 33FC=2,8%, 66FC=6,4% e 99FC=11,0% de FC na MS da dieta.

Bürger et al. (2000) trabalhando com bezerros holandeses, alimentados com níveis crescentes de concentrado em 30%, 45%, 60%, 75% e 90%, com base na MS, observaram que a EAL, quando expressa em gMS/hora, registrou crescimento linear, apresentando comportamento oposto ao encontrado no presente trabalho, fato este, provavelmente, devido às diferenças nas proporções volumoso:concentrado e na composição do concentrado.

Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) nas variáveis ERU e ERUFDN, com médias de 34,06gMS/min e 16,54gFDN/min, respectivamente (Tab.7). De acordo com Carvalho (2008), as eficiências de ingestão e de ruminação são afetadas, primariamente, pelo consumo animal, que, por sua vez, podem promover alterações nos tempos despendidos na alimentação, ruminação e ócio. A semelhança nos tempos de ruminação e no CFDN podem ter contribuído para a não diferenciação na ERU e ERUFDN.

Mendonça et al. (2004) ao avaliarem os parâmetros do comportamento ingestivo de vacas em lactação puras e mestiças, alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar com relação volumoso:concentrado de 60:40 ou 50:50; ou silagem de milho com relação volumoso:concentrado de 60:40, não encontraram diferença significativa para ERU, expressa em gMS/h para as diferentes dietas. No entanto, a ERUFDN, expressa em gFDN/h, foi maior para a dieta à base de silagem de milho. Ambos fatores são influenciados pelo teor e qualidade da fibra, o que evidencia que não houve alteração dos mesmos no presente trabalho.

O TMT expresso em min/dia, é a soma diária dos tempos despendidos em alimentação e ruminação, ambos influenciados pelo consumo de matéria seca e pelo teor de FDN da dieta. De acordo com Welch (1993), a degradação das partículas durante a mastigação influencia, diretamente, na fermentação bacteriana, ao facilitar o acesso das bactérias, promovendo uma fermentação mais rápida em partículas menores. A variável em questão, não apresentou diferença significativa ($P \geq 0,05$), com média de 768,18 min/dia, acompanhando a resposta do tempo gasto em ruminação.

Não houve efeito dos tratamentos nos intervalos de tempo nem interação entre os fatores (tempo e tratamento) sobre as variáveis em pé e em decúbito (Tab. 8). No entanto, houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os intervalos de tempo, em que a maior ocorrência de animais em pé foi registrada no intervalo de 16-20 horas, coincidindo com o horário de fornecimento do alimento no período da tarde. Em contrapartida, a maior incidência de animais na posição em decúbito foi no período de 20-24 horas e de 24-04 horas, quando foram constatadas as temperaturas mais baixas (Anexo I).

A frequência e a duração dos períodos de descanso de animais em confinamento são determinadas pela qualidade da cama. Praticamente metade do tempo que um bovino adulto encontra-se acordado é gasta descansando, normalmente em decúbito, com pés e pernas embaixo do corpo (Degasperi et al., 2003).

Não houve efeito dos tratamentos nos intervalos de tempo, tampouco interação entre os fatores (tempo e tratamento) sobre a variável tempo de alimentação ($P \geq 0,05$). No entanto,

houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os intervalos de tempo, observando-se maior ocorrência de ingestão de alimentos durante o dia, verificando-se dois picos de alimentação bem claros, nos períodos de 08-12 horas e 16-20 horas, momentos estes imediatamente após o fornecimento das dietas. Este comportamento é mencionado por Oliveira et al. (2012). Segundo este autor, os horários de fornecimento das dietas tendem a influenciar os picos de ocorrência das atividades ingestivas.

De acordo com Fischer et al. (2000), ruminantes confinados, alimentados duas vezes ao dia apresentam, como padrão alimentar, duas refeições principais, logo após o arraçãoamento (por 1 a 3 horas), e um número variável de pequenas refeições no decorrer do dia.

Tabela 8: Valores médios do tempo em minutos em pé, em decúbito, alimentando, ruminando e em ócio nos intervalos de tempo pré-determinados de bovinos alimentados com farelo de crambe em substituição ao farelo de soja

| Dieta | Intervalos de Tempo | | | | | | Média dos tratamentos |
|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| | 04_08 | 8_12 | 12_16 | 16_20 | 20_24 | 24_04 | |
| | Estação | | | | | | |
| 0 | 119,0 | 124,0 | 131,0 | 146,0 | 45,0 | 44,0 | 101,5 |
| 33 | 119,0 | 118,0 | 122,0 | 158,0 | 41,0 | 32,0 | 98,3 |
| 66 | 120,0 | 135,0 | 116,0 | 147,0 | 55,0 | 31,0 | 100,7 |
| 99 | 116,0 | 127,0 | 131,0 | 155,0 | 54,0 | 41,0 | 104,0 |
| Média dos períodos | 118,5 ^b | 126,0 ^b | 125,0 ^b | 151,5 ^a | 48,8 ^c | 37,0 ^c | -- |
| | Decúbito | | | | | | |
| 0 | 121,0 | 116,0 | 109,0 | 94,0 | 195,0 | 196,0 | 138,5 |
| 33 | 121,0 | 122,0 | 118,0 | 83,0 | 199,0 | 207,0 | 141,7 |
| 66 | 120,0 | 105,0 | 124,0 | 93,0 | 185,0 | 209,0 | 139,3 |
| 99 | 124,0 | 112,0 | 109,0 | 85,0 | 186,0 | 200,0 | 136,0 |
| Média dos períodos | 121,5 ^b | 113,8 ^b | 115,0 ^b | 88,8 ^c | 191,3 ^a | 203,0 ^a | -- |
| | Alimentação | | | | | | |
| 0 | 21,0 | 95,0 | 49,0 | 90,0 | 14,0 | 28,0 | 49,5 |
| 33 | 14,0 | 89,0 | 33,0 | 90,0 | 6,0 | 11,0 | 40,5 |
| 66 | 14,0 | 105,0 | 34,0 | 84,0 | 14,0 | 7,0 | 43,0 |
| 99 | 17,0 | 106,0 | 55,0 | 89,0 | 14,0 | 14,0 | 49,2 |
| Média dos períodos | 16,5 ^c | 98,8 ^a | 42,8 ^b | 88,3 ^a | 12,0 ^c | 15,0 ^c | -- |
| | Ruminação | | | | | | |
| 0 | 62,0 | 62,0 | 73,0 | 62,0 | 114,0 | 108,0 | 80,2 |
| 33 | 58,0 | 54,0 | 86,0 | 61,0 | 123,0 | 115,0 | 82,8 |
| 66 | 68,0 | 56,0 | 76,0 | 64,0 | 131,0 | 124,0 | 86,5 |
| 99 | 61,0 | 61,0 | 75,0 | 57,0 | 118,0 | 119,0 | 81,8 |
| Média dos períodos | 62,3 ^c | 58,3 ^c | 77,5 ^b | 61,0 ^c | 121,5 ^a | 116,5 ^a | -- |
| | Ócio | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------|
| 0 | 155,0 | 81,0 | 116,0 | 86,0 | 115,0 | 109,0 | 110,3 |
| 33 | 169,0 | 97,0 | 120,0 | 88,0 | 113,0 | 113,0 | 116,7 |
| 66 | 159,0 | 77,0 | 129,0 | 93,0 | 96,0 | 109,0 | 110,5 |
| 99 | 161,0 | 74,0 | 116,0 | 94,0 | 104,0 | 105,0 | 109,0 |
| Média dos períodos | 161,0 ^a | 82,3 ^c | 120,3 ^b | 90,3 ^c | 107,0 ^b | 109,0 ^b | -- |

Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de SNK.

Não houve efeito dos tratamentos nos intervalos de tempo, tampouco interação entre os fatores (tempo e tratamento) sobre a variável tempo de ruminação ($P \geq 0,05$). A ruminação ocorreu, principalmente, no período noturno, concentrando-se entre 20-24 horas e 24-04 horas da manhã, com valores médios de 121,5 e 116,5 minutos respectivamente, com um importante pico de 77,5 minutos no início da tarde, no período de 12-16 horas. Pinto et al. (2010) apontou que, o tempo gasto em ruminação é mais elevado no período noturno, fato este também observado no presente trabalho, e, segundo Albright (1993), ocorre usualmente na posição deitada. Outro fator que pode ter contribuído para esse comportamento é o possível aumento da produção de calor devido aos processos digestivos, fazendo com que os animais, a fim de manterem a temperatura corporal, realizem esta atividade em horários de temperatura mais amena (Castro, 2012). De acordo com Albright (1987), os estímulos da ruminação contribuem para o descanso fisiológico e a recuperação física dos animais.

Não houve efeito dos tratamentos nos intervalos de tempo, tampouco interação entre os fatores (tempo e tratamento) sobre a variável tempo em ócio ($P \geq 0,05$). No entanto, os intervalos diferem entre si ($P < 0,05$), observando-se maior tempo em ócio no período noturno, com pico de ocorrência para o intervalo de tempo de 04-08 horas, correspondendo a 24% do tempo em que o animal permaneceu em ócio. Ao passo que os intervalos 8-12 e 16-20 horas apresentaram menores tempos para a referida variável, fato este justificado pelo fornecimento das dietas, e, conseqüentemente, maior ocorrência da ingestão de alimentos.

Conclusão

A substituição de farelo de soja por farelo de crambe não afeta o comportamento ingestivo, mas interfere, negativamente, na eficiência da alimentação, possivelmente pela redução no consumo, devido à presença do farelo de crambe.

Referências bibliográficas

- ALBRIGHT, J. L. Feeding Behavior of Dairy Cattle. Nutrition, feeding, and calves. **Journal of Dairy Science**. v.76, n.2, 1993.
- ALBRIGHT, J.L. Dairy Animal Welfare: Current and Needed Research. **Journal of Dairy Science**. v.70, n.12, 1987.
- ARMENTANO, L. E. e PEREIRA, M. Measuring the effective ness of fiber by animal response trials. **Journal Dairy Science**. v.80, p.1416-1425. 1997.
- BARBERO, R.P.; BARBOSA, M.A.F.; CASTRO, L.M.; et al. Comportamento ingestivo de novilhos de corte sob diferentes alturas de pastejo do capim Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 2, p. 3287-3294, 2012.
- BEAUCHEMIN, K.A.; YANG, W.Z. Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.1, p.2117-2129, 2005.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerras holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- BR-CORTE 2010, Disponível em <http://www.brcorte.com.br/br/alimento/> Acesso em 14 de Abril de 2014.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1982.
- CANAKCI, M. e GERPEN, J. V. Biodiesel production via acid catalysis. **American Society of Agricultural Engineers**. v. 42(5), p.1203-1210, 1999.
- CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 42, n. 3, p. 272-278, 2012.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.4, p.660-665, 2008.

CASTRO, K.J. Torta de babaçu: consumo, digestibilidade, desempenho, energia metabolizável, energia líquida e produção de metano em ruminantes. 2012. (Tese Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2012.

COLODETTI, T.V.; MARTINS, L.D.; RODRIGUES, W.N.; et al. Crambe: Aspectos gerais da produção agrícola. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia. v.8, n.14, p. 258, 2012.

COSTA, L.M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D.N.; et al. Qualidade dos frutos de crambe durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.2, p. 239-301, 2012.

DABDOUB, M. e BRONZEL, J.L. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p.776-792, 2007.

DADO, R. G., e ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal Dairy Science**.v.78, n.1, p.78:118. 1995.

DEGASPERI, S.A.R.; COIMBRA, C.H.; PIMPÃO, C.T.; et al. Estudo do comportamento do gado holandês em sistema de semi-confinamento. **Revista Acadêmica: Ciências agrárias e ambientais**. v.1, n.4, p.41-47, 2003.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. **Métodos para Análise de Alimentos -INCT- Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012, 214p.

DULPHY, J.P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP, p.103-122. 1980

DU PREEZ, J. D.; GIESECKE, W. H.; HATTINGH, P. J.; et al. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. II. Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observed true and predicted temperature-humidity index values. **Onderstepoort J. Vet. Res.** v. 57, p.183-187, 1990.

FISCHER, V. 1996. Efeito da pressão de pastejo, do fotoperíodo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes. Porto Alegre, UFRGS, 1996. 233 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1996.

FISCHER, V.; Deswysen, A.G.; Despres, L.; et al. Comportamento ingestivo de Ovinos recebendo dieta à base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira Zootecnia**. v5.p.1032-1038.1997.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; et al. Padrões Nectemerais do Comportamento Ingestivo de Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.362-369, 1998.

FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G.; et al. Aplicação de probabilidades de transição de estados dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.29, n.6, p.1811-1820, 2000.

FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **Journal of Animal Science**. v.66, p.2369-2379, 1988.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. cap. 1, p. 1-23.

GERON, L.J.V.; Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de animais de produção. PUBVET, Londrina, V. 1, N. 9, Ed. 9, Art. 312, 2007. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=312. Acesso em: 16/01/2014.

GONÇALVES, A.L., LANA, R.P., RODRIGUES, M.T., et al. Padrão nectemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.30, p.1886-1892, 2001.

GOULARTE, S.R.; SOUZA, A.D.V.; ÍTAVO, L.C.V.; et al. Parâmetros sanguíneos de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farelo de crambe em substituição ao farelo de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. XX. Anais... Palmas/TO, 2010.

JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P. R. A.; SEKI, A. S.; BUENO, O. C. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) produzida em plantio direto. IN: Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 395-403, 2010.

KNIGHTS, S.E. Crambe Anorth Dakota case study. **Rural industries research a development corporation**. February, 2002.

KRAUSE, L.C. Desenvolvimento do processo de produção de biodiesel de origem animal. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.

LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICHS, A.J.A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**. v.79, n.5, p.922-928, 1996

MARQUES, J.A.; MAGGIONI, D.; ABRAHAO, J.J.S.; et al. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivos Latinoamericanos de Produção Animal**. v.13, n.3, p. 97-102, 2005.

MAKKAR, H.P.S.; ADERIBIGBE, A.O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, v.62, p.207-215, 1998.

MAKKAR, H.P.S. e BECKER, K. Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds - Review. Asian - **Australasian Journal of Animal Sciences**, v.12, p.467-480, 1999.

MELLO, D.F.; FRANZOLIN NETO, R.; FERNANDES, L.B.; et al. Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.9, p.45-56, 2007.

MENDES, C.Q.; TURINO, V.F.; SUSIN, I.; et al. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.3, p.594-600, 2010.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES-FILHO, S.C.; et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.33, n. 3, p. 723-728. 2004.

MIZUBUTI, I, Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; et al. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns coprodutos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Ciências Agrárias**. Londrina, v. 32, p. 2021-2028.2011.

MOUSQUER, C.M.; FERNANDES, G.A.; CASTRO, W.J.R.; et al. Comportamento ingestivo de ovinos confinados com silagens. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v. 07, n. 2, p. 301-322, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; MÜHLBACH, P.R.F.; et al. Comportamento ingestivo de novilhos confinados com silagem de milho de diferentes tamanhos de partículas e alturas de corte. **Ciência Animal Brasileira**. v.10, n. 2, p. 462-473, abr./jun. 2009.

OLIVA, A. C. E. Qualidade das sementes de crambe a métodos de secagem e períodos de armazenamento. 2010. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu. 2010.

OLIVEIRA,P.T.L.; TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; et al. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, n. 1, 2012.

OPLINGER, E. S. **Crambe, alternative field crops manual**. University of Wisconsin and University of Minnesota. St. Paul, MN 55108. July, 1991. p.507-508.

PAZDIORA, R.D.; BRONDANI, I.L.; SILVEIRA, M.F.; et al. Efeitos da frequência de fornecimento do volumoso e concentrado no comportamento ingestivo de vacas e novilhas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.10, p.2244-2251, 2011.

PERRY, T. W.; KWOLEK, W. F.; TOOKEY, H. L.; et al. Crambe meal as a source of supplemental protein for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 4, p. 758-763, 1979.

PINTO, A.P.; MARQUES, J. A.; ABRAHÃO, J. J. S.; et al. Comportamento e eficiência ingestiva de tourinhos mestiços confinados com três dietas diferentes. **Archivos de Zootecnia**. v.59, n.227, p. 427-434, 2010.

PITOL, C. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno - Cultura do Crambe**. Eldorado: Fundação - MS, 88 p. 2008.

- PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe**. 2010. Maracaju. Fundação MS. 1ª ed. 2010.
- PRADHAN, A.; SHESTHA, D.S.; MCALOON, A.; et al. Energy life-cycle assessment of soybean biodiesel revisited. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**. v.54(3): p1031-1039. 2011.
- SANTOS, D.Q. Transesterificação de triacilglicerol de óleos de milho e soja: Análise quimiométrica de processo e propriedades físico-químicas essenciais do produto, para uso como biodiesel. 2010. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG. 2010.
- SAS – Statistical Analysis Systems. SAS user's guide: statistics, version 9.0. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.
- SHARMA, Y.C.; SINGH, B.; UPADHYAY, S.N. **Advancements in development and characterization of biodiesel**: A review. Elsevier. 2008.
- SILVA, T.A.R.; Biodiesel de óleo residual: Produção através da transesterificação por metanólise e etanólise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia/MG. 2011.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TRIPATHI, M.K; MISHRA, A.S. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technology**. 132, 2007,p.1–27.
- VALADARES FILHO, S.C.; AZEVÊDO, J.A.G.; PINA, D.S.; et al. Consumo de matéria seca de bovinos nelores e mestiços. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabela de composição de alimentos *BR-CORTE*. Viçosa: DZO/UFV, 2006. 1-11p.
- VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell. 476p.
- WELCH, J.G. Ingestión de alimentos y agua. In: CHURCH, C.D. **El Ruminante. Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1993. 117-126p.

ANEXO

Tabela 9: Valores médios de temperatura de globo negro, temperatura e umidade do período experimental

| Período | Temperatura | Umidade | ITU | Classificação* |
|---------|-------------|---------|-------|----------------|
| 1 | 26,5 | 48,9 | 52,48 | Normal |
| 2 | 25,1 | 42,3 | 51,07 | Normal |
| 3 | 25,1 | 53,1 | 52,24 | Normal |
| 4 | 24,1 | 42,6 | 50,67 | Normal |
| 5 | 25,9 | 58,9 | 53,34 | Normal |
| 6 | 25,1 | 92,2 | 56,46 | Normal |
| 7 | 25,0 | 84,1 | 55,50 | Normal |
| 8 | 26,0 | 65,7 | 54,19 | Normal |

ITU: Índice de Temperatura e Umidade.*Classificação segundo Du Perez et al. (1990), em que valores de ITU ≤ 70 : normal, entre 70 e 72: alerta, entre 72 e 78: alerta, e acima do nível crítico para produção de leite, entre 78 e 82: perigo e acima de 82: emergência.

Tabela 10: Valores médios de globo negro, temperatura e umidade dos intervalos de tempo de cada período experimental

| Período | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Globo Negro (°C) | | | | | | | | |
| 8_12 | 25,33 | 29,35 | 22,81 | 26,21 | 26,52 | 25,63 | 26,19 | 29,69 |
| 12_16 | 30,10 | 35,27 | 29,00 | 26,48 | 30,54 | 27,83 | 30,50 | 33,15 |
| 16_20 | 28,83 | 27,65 | 27,65 | 22,46 | 26,65 | 26,88 | 30,23 | 32,44 |
| 20_24 | 22,19 | 23,00 | 19,98 | 20,31 | 23,67 | 22,85 | 25,31 | 25,69 |
| 24_04 | 19,19 | 20,17 | 16,90 | 18,67 | 23,40 | 21,04 | 23,29 | 21,73 |
| 04_08 | 18,85 | 21,21 | 15,88 | 19,27 | 23,02 | 21,54 | 22,15 | 21,71 |
| Temperatura (°C) | | | | | | | | |
| 8_12 | 27,45 | 28,02 | 26,01 | 23,40 | 26,76 | 25,13 | 25,28 | 29,50 |
| 12_16 | 28,21 | 32,93 | 31,28 | 23,92 | 35,45 | 28,68 | 29,40 | 32,33 |
| 16_20 | 30,77 | 26,85 | 27,18 | 24,71 | 32,00 | 27,26 | 27,50 | 29,83 |
| 20_24 | 25,92 | 22,54 | 22,26 | 24,74 | 23,15 | 24,08 | 23,82 | 22,77 |
| 24_04 | 24,06 | 19,44 | 20,75 | 24,22 | 19,95 | 22,92 | 21,90 | 21,03 |
| 04_08 | 22,52 | 21,08 | 20,70 | 23,81 | 18,49 | 22,52 | 21,85 | 20,88 |
| Umidade Relativa (%) | | | | | | | | |
| 8_12 | 41,88 | 31,10 | 52,22 | 41,14 | 58,76 | 97,14 | 82,67 | 76,03 |
| 12_16 | 42,42 | 19,19 | 31,94 | 41,75 | 61,83 | 72,16 | 55,40 | 56,88 |
| 16_20 | 27,77 | 32,34 | 42,23 | 42,42 | 58,19 | 84,08 | 68,94 | 75,69 |
| 20_24 | 45,33 | 50,60 | 58,19 | 42,77 | 56,10 | 99,90 | 98,05 | 99,66 |
| 24_04 | 62,84 | 62,56 | 64,20 | 43,75 | 58,68 | 99,90 | 99,90 | 99,90 |
| 04_08 | 72,61 | 58,05 | 69,69 | 43,64 | 59,93 | 99,90 | 99,63 | 99,90 |
| ITU | | | | | | | | |
| 8_12 | 73,73 | 72,89 | 73,04 | 68,76 | 75,10 | 76,88 | 75,53 | 81,29 |
| 12_16 | 74,61 | 76,19 | 76,69 | 69,45 | 87,76 | 79,49 | 77,98 | 82,35 |

| | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 16_20 | 75,26 | 71,73 | 73,31 | 70,48 | 82,28 | 78,78 | 77,02 | 81,60 |
| 20_24 | 72,30 | 68,48 | 68,73 | 70,55 | 69,77 | 75,33 | 74,68 | 72,94 |
| 24_04 | 71,65 | 65,02 | 67,03 | 70,01 | 65,58 | 73,25 | 71,42 | 69,84 |
| 04_08 | 70,27 | 66,94 | 67,30 | 69,50 | 63,60 | 72,52 | 71,30 | 69,58 |

ITU: Índice de Temperatura e Umidade.*Classificação segundo Du Perez et al. (1990), em que valores de ITU ≤ 70 : normal, entre 70 e 72: alerta, entre 72 e 78: alerta, e acima do nível crítico para produção de leite, entre 78 e 82: perigo e acima de 82: emergência.