

# Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação

Nutritional quality indexes of lipid fraction of milk of Murrah buffalo, produced at different stages of lactation

RIALA6/1327

Luciana Albuquerque CALDEIRA<sup>1\*</sup>, Sibelli Passini Barbosa FERRÃO<sup>2</sup>, Sérgio Augusto de Albuquerque FERNANDES<sup>2</sup>, Ana Prudência Assis MAGNAVITA<sup>3</sup>, Tayse Dantas Rebouças SANTOS<sup>3</sup>

\* Endereço para correspondência: <sup>1</sup>Departamento de Ciências Agrárias, DCA. Universidade Estadual de Montes Claros/ UNIMONTES, Campus Janaúba, Avenida Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra, Janaúba, MG, Brasil. CEP: 39440-000. Fone: 3838213823. E-mail: luburq@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Departamento de Tecnologia Rural e Animal/DTRA, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, Itapetinga, BA, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB, Itapetinga, BA, Brasil

Recebido: 27.07.2010 – Aceito para publicação: 29.12.2010.

## RESUMO

As características do leite de búfalas da raça Murrah foram investigadas, utilizando-se como parâmetros a composição, com ênfase no perfil de ácidos graxos. As análises de composição foram realizadas por meio de equipamento Bentley 2000<sup>®</sup>, o perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa e a qualidade da fração lipídica foi avaliada, utilizando-se os índices nutricionais, através do perfil de ácidos graxos. A composição do leite de búfala sofreu influência da fase de lactação, com aumento de teor de gordura e redução da lactose no terço final da lactação. No total de ácidos graxos presentes no leite de búfala, as maiores concentrações de ácidos saturados foram encontrados no início da lactação. No final da lactação houve aumento da concentração de ácidos monoinsaturados. Considerando-se o perfil lipídico, a melhor qualidade nutricional foi observada na fase final de lactação.

**Palavras-chave.** composição, índices nutricionais, ácidos graxos

## ABSTRACT

The buffalo milk quality was evaluated based on the milk composition parameter, giving the emphasis to the profile of fatty acids at the early and the late lactation phases. The composition analysis was carried out by the equipment Bentley 2000<sup>®</sup>. The fatty acids profile was analyzed by means of gaseous chromatography. The quality of the lipid fraction was evaluated based on the data of fatty acids composition, using nutritional index. The milk composition was affected by lactation phase, considering the fat increase, and lactose reduction at third part of late lactation. In the total of fatty acid contents in milk, the highest rates of saturated acid concentrations were found in the early lactation. The increased monounsaturated acid concentration was observed in the late lactation phase. Taking into account the lipid profile, the best nutritional quality was observed at the final phase of lactation.

**Key words** composition, nutritional quality, lipids

## INTRODUÇÃO

A composição lipídica do leite possui importância fundamental nas qualidades tecnológicas e nutricionais. Ainda está envolvida na produtividade, firmeza e cor dos produtos, além do envolvimento com o sabor dos mesmos. Atualmente, outra variável tem sido associada aos lipídios do leite, suas características nutracêuticas para os humanos<sup>1,2</sup>.

O teor médio de gordura no leite de búfalas situa-se entre 6 e 8%<sup>3-8</sup>. Por sua vez, o teor de proteína bruta no leite de búfalas situa-se entre 3,8% e 4,5%<sup>4-6,8</sup>. De forma geral, o teor de gordura e proteína bruta no leite de búfalas logo após o parto é elevado, sendo seguido por diminuição, voltando ao final da lactação a se elevar. No entanto, a lactose, principal carboidrato no leite, é o componente que menos varia, devido à sua osmolalidade<sup>9</sup>. O teor médio de lactose no leite de búfalas é de 5,2%, com elevação no pico da lactação<sup>4,5,8</sup>.

Parte dos ácidos graxos secretados no leite de bovídeos é obtida como ácidos graxos pré-formados (oriundos da dieta ou mobilizado das reservas corporais) do sangue. Cerca de 40% do ácido palmítico e os ácidos graxos com 18 ou mais átomos de carbono possuem esta origem, sofrendo, assim, importante influência da dieta e estágio de lactação. Em ruminantes, as reservas corporais (adipócitos, tecido muscular e glicogênio) são úteis em condições de déficit nutricional, observado mais especificamente na fase inicial da lactação. Assim, quando o animal se encontra em balanço energético negativo, observam-se maiores teores de ácidos graxos não esterificados (AGNE) no plasma sanguíneo. Os triglicerídeos encontrados nos adipócitos armazenam o ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0) e ácido oleico (C18:1). Dessa forma, sua mobilização irá fornecer estes ácidos graxos para os processos metabólicos da glândula mamária, sendo esta a fonte de 59% do C<sub>18:0</sub> e C<sub>18:1</sub><sup>10</sup>.

Outra parte dos ácidos graxos presentes no leite de bovídeos, como os de cadeia curta (C4:0-C10:0) e média (C12:0-C16:0) são sintetizados na própria glândula mamária (*síntese de novo*), a partir de acetato e b-hidroxibutirato<sup>11</sup>.

Fatores dietéticos também exercem influência sobre o perfil lipídico do leite de ruminantes, alterando-o. Assim, podem ser considerados: i) a espécie forrageira, que pode disponibilizar mais ou menos ácidos graxos poli-insaturados para o processo de biohidrogenação no rúmen, em especial o ácido linoleico (C18:2c9,c12) e o ácido alfa e/ou gama linolênico (C18:3)<sup>12,13</sup>; ii) a forma de oferecimento da mesma (fresca ou conservada sob a forma de feno ou ensilada),

visto que, o processamento das forrageiras pode diminuir ou indisponibilizar ácidos graxos para o animal<sup>12,14</sup>; iii) a concentração lipídica da dieta, pois dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados, refletirão sobre a composição dos produtos carne e leite, produzindo mais ácidos graxos com efeito nutracêutico, como o ácido rumênico (C18:2c9,t11)<sup>15</sup>.

É crescente o número de informações sobre a influência da gordura do leite sobre a saúde humana e estudos neste sentido têm orientado as autoridades mundiais na área de saúde pública. Estas têm recomendado à população não consumir mais que 7-10% das calorias diárias oriundas de ácidos graxos saturados, menos de 300 mg/dia de colesterol e evitar ao máximo a ingestão de ácidos graxos *trans*. Nesse sentido, têm-se buscado diminuir a concentração de ácidos graxos saturados nos produtos de origem animal, em especial os comprovadamente relacionados com problemas de saúde, como o ácido láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0)<sup>16</sup>.

Embora o leite apresente alta concentração de ácidos graxos saturados, a literatura tem indicado que, no perfil da gordura do leite, há vários compostos benéficos a saúde humana<sup>17</sup>. Os ácidos graxos poli-insaturados, como os da série ômega-3, e o ácido linoleico conjugado (CLA) estão relacionados à redução na incidência de doenças cardiovasculares, prevenção e tratamento de tumores e da osteoporose<sup>1,2</sup>.

Fatores dietéticos relacionados com a incidência de doenças crônicas, dentre elas as cardiovasculares, incluem aqueles ligados a composição da gordura dietética, que podem exercer efeitos promotores e/ou protetores dessas doenças. A avaliação da qualidade nutricional desta gordura tem sido realizada, com base na composição de ácidos graxos, por meio da determinação de índices que relacionam o conteúdo de ácidos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados séries w-6 w-3<sup>18</sup>.

Baseados em estudos científicos foram desenvolvidos índices que auxiliam na avaliação nutricional dos alimentos, destacando os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), ambos relacionados à fração lipídica dos mesmos. Os alimentos de origem animal possuem IA em faixas bem estabelecidas. Assim, a gordura da carne possui valores entre 0,5 e 1,0, enquanto a gordura do leite possui valor ao redor de 2,0<sup>19</sup>. Esta diferença se relaciona à diferença no perfil de ácidos graxos entre estes alimentos, visto que, o leite possui concentração maior de ácidos graxos de cadeia curta (C4 a C10) e média (C12 a C16), enquanto nos tecidos de ruminantes são observados ácidos graxos de cadeia média e longa<sup>20</sup>.

O leite e seus derivados podem ser denominados como alimentos funcionais, pois além de serem fontes de energia, proteínas de alta qualidade e certa variedade de vitaminas e minerais, alguns estudos mostraram contribuição destes na prevenção e tratamento de algumas doenças<sup>21</sup>. Dada a exiguidade de informações quanto à qualidade nutricional do leite de búfala, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade do leite de búfalas, utilizando como parâmetros o perfil de ácidos graxos e a composição do leite de animais da raça Murrah nas fases inicial e final da lactação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma fazenda localizada no município de Uruçuca, região Sul da Bahia. O leite utilizado foi obtido de 13 búfalas da raça Murrah de um único rebanho, alimentadas em pasto de *Brachiaria decumbens*, sem suplementação volumosa ou concentrada, por meio da ordenha mecânica com balde ao pé.

As amostras foram coletadas nos meses de junho e outubro de 2007. No início das coletas, todas as búfalas encontravam-se com mais de 60 dias em lactação. Após a ordenha de cada animal, o leite do latão foi homogeneizado por agitação manual com haste de aço inox, procedendo-se a coleta das amostras em frascos plásticos esterilizados com capacidade para 60 mL, contendo pastilha de conservante bronopol, e enviadas sob refrigeração (caixa isotérmica com gelo reciclável), a um dos laboratórios credenciados à Rede Brasileira de Qualidade do Leite para a determinação dos teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total e extrato seco desengordurado, mediante leitura de absorção de luz infravermelha, utilizando-se o equipamento Bentley 2000<sup>®</sup>. Amostras de 500 mL de leite de cada animal foram também coletadas, resfriadas imediatamente a 4°C e encaminhadas ao Laboratório de Processamento de Leite e Derivados da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB/*Campus* Itapetinga. Nestas amostras foram determinadas: a acidez (°D), obtida por meio do cálculo do percentual de ácido láctico na amostra pela titulação com NaOH 0,1%; densidade a 15°C, pelo termolactodensímetro de Quevenne e índice crioscópico (°H), utilizando-se crioscópio eletrônico Laktron 312-L (Laktron, Londrina, Paraná, Brasil), conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 68, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA<sup>22</sup>.

Amostras individuais de 100 mL de leite foram coletadas em garrafas de polietileno e acondicionadas em caixa isotérmica com gelo e, em seguida, congeladas

para realização da cromatografia gasosa. A extração de lipídeos com a finalidade de determinação da composição lipídica foi realizada segundo procedimentos estabelecidos por Hara & Radim<sup>23</sup>. O processo foi iniciado com o descongelamento da amostra, com posterior centrifugação sob rotação de 17800 G, a 8°C por 30 minutos, para concentração da gordura. Após essa etapa foram pesados 400 mg de gordura do sobrenadante e adicionado à solução de hexano-isopropanol. A metilação foi feita pelo uso de uma solução metanólica de metóxido de sódio, de acordo com Christie<sup>24</sup>. Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo modelo Focus CG-Finnigan<sup>®</sup> e o perfil de ácidos graxos foi determinado por meio da cromatografia gasosa utilizando coluna capilar de sílica fundida SP-2560 (100 m X 0,25 mm X 0,2 mm; Supelco) e detector de ionização de chama (FID). O gás de arraste foi o hidrogênio com fluxo de 40 mL/minuto e 18 psi de pressão na cabeça da coluna. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga. O perfil de ácidos graxos foi expresso em gramas por 100 gramas do total de ácidos graxos determinados pela cromatografia.

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada pelos dados de composição em ácidos graxos, empregando-se os seguintes cálculos: Índice de Aterogenecidade (IA) =  $\{(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)\} / (\Sigma AGMI + \Sigma w6 + \Sigma w3)$ ; e Índice de Trombogenicidade (IT) =  $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / \{(0,5 \times \Sigma AGMI) + (0,5 \times \Sigma w6 + (3 \times \Sigma w3) + (\Sigma w3 / \Sigma w6)\}$ , segundo Ulbrich & Southage<sup>25</sup>; b) Ácidos Graxos Desejáveis (AGD) = (insaturados + C18:0), segundo Costa et al<sup>26</sup>; c) razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados e razão entre w6 e w3.

Foi utilizado o teste t de Student para dados emparelhados, comparando-se as fases inicial e final de lactação para cada variável, ao nível de 5% de significância, por meio do programa estatístico SAS<sup>27</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade do leite é uma propriedade totalmente dependente da matéria dissolvida e suspensa no corpo em questão. Pode ser observado (Tabela 1) que houve diferença ( $p < 0,05$ ) para a densidade. Esta, na fase inicial apresentou valor de 1,031 g/L, sendo maior que o observado na fase final (1,028 g/L). Resultados superiores foram observados por Mesquita et al<sup>5</sup> que, avaliando a influência do estágio de lactação na composição do leite

bubalino, encontraram densidade de 1,036 g/L, 1,035 g/L e 1,033g/L para os estágios inicial, médio e final da lactação, respectivamente, ou seja, valores menores na fase mais avançada da lactação. De acordo com Walstra e Jenness<sup>28</sup>, a densidade sofre alterações em função das variações dos componentes do leite, principalmente

gordura, pois teores mais elevados desses componentes proporcionam densidades menores. Dessa forma, os dados aqui apresentados corroboram a afirmação desses autores, pois o teor de gordura no final da lactação (6,79%) foi maior ( $p < 0,05$ ) que o observado no estágio inicial da lactação (5,45%).

**Tabela 1.** Propriedades físico-químicas e composição do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação

Parâmetros	Início Lactação			Final Lactação		
	Média	D.P <sup>2</sup>	C.V <sup>3</sup>	Média	D.P <sup>2</sup>	C.V <sup>3</sup>
Densidade a 15°C (g/L)	1,031 <sup>a</sup>	0,0020	0,19	1,028 <sup>b</sup>	0,0015	0,14
Crioscopia (°H)	-0,541 <sup>a</sup>	0,007	1,31	-0,542 <sup>a</sup>	0,008	1,54
Acidez (°D)	18,00 <sup>b</sup>	1,71	9,33	19,00 <sup>a</sup>	1,23	6,31
Gordura (%)	5,45 <sup>b</sup>	1,39	25,18	6,79 <sup>a</sup>	1,47	21,40
Proteína (%)	3,88 <sup>a</sup>	0,28	7,21	3,80 <sup>a</sup>	0,35	9,17
Lactose (%)	5,17 <sup>a</sup>	0,31	5,93	4,98 <sup>b</sup>	0,35	6,99
Sólidos Totais (%)	15,75 <sup>b</sup>	1,27	7,94	16,87 <sup>a</sup>	1,59	9,32
ESD <sup>1</sup> (%)	10,30 <sup>a</sup>	0,40	3,79	10,09 <sup>b</sup>	0,51	5,03

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; <sup>1</sup>ESD = Extrato Seco Desengordurado; <sup>2</sup>DP = Desvio Padrão; <sup>3</sup>CV = Coeficiente de Variação

A crioscopia, análise que determina o ponto de congelamento do leite, foi um dos parâmetros que não apresentou diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre as fases de lactação estudadas. Os valores observados variaram de -0,543 °H a -0,526 °H. Resultados médios diferentes foram encontrados por Nader Filho et al<sup>29</sup> que observaram valores de -0,577 °H, no terço inicial da lactação, e -0,576 °H, no terço final da lactação, para o índice crioscópico.

A acidez titulável, expressa em graus Dornic (°D), foi influenciada pela fase de lactação. Na fase inicial esta foi de 18°D e na fase final se elevou para 19°D. A Instrução Normativa (IN) n° 51, do MAPA<sup>30</sup> determina que em leite bovino, a acidez titulável deve estar entre 14 e 18°D. Trabalhos relatam que a acidez titulável do leite de búfalas pode ser superior ao estabelecido pela IN 51, para leite bovino, com valores que variam de 18,98°D<sup>31</sup> e 20,0°D<sup>8</sup>. Assim, os dados observados neste trabalho corroboram os relatos que afirmam que a acidez do leite bubalino tende a ser maior que a observada no leite bovino. Esta afirmativa explica-se pelo fato do maior teor de proteína bruta observado no leite de búfalas, conseqüentemente, maior quantidade de caseína, com seus aminoácidos

com características anfotéricas, que agem como ácido na titulação<sup>29</sup>, além do seu maior diâmetro e número que o observado no leite bovino<sup>31</sup>.

Em relação ao teor de proteína bruta (PB) no leite de búfalas, não foi observada diferença estatística ( $p > 0,05$ ) quanto à fase de lactação (3,88% no início e 3,80% no final). Resultados superiores de PB no leite de búfalas foram encontrados por Fernandes et al<sup>8</sup>, que observaram efeito da fase de lactação sobre esse parâmetro no leite de búfalas da raça Murrah, com suplementação alimentar (volumosa ou concentrada) e relataram valores médios de 4,04%, no início, e 4,62% no final da lactação. Macedo et al<sup>31</sup> observaram teor de PB no leite de búfalas de 4,31%, superior aos aqui relatados.

Muitos fatores afetam a distribuição do nitrogênio nas diferentes frações nitrogenadas do leite, incluindo clima, doenças, estágio de lactação, parto, raça e nutrição. A importância de cada fator no mecanismo de secreção do nitrogênio do leite é difícil de ser determinada, mas De Peters & Cant<sup>32</sup> sugerem que a interação dos fatores pode afetar drasticamente a composição da fração nitrogenada do leite. Dentre esses, a nutrição exerce papel fundamental e animais em desequilíbrio nutricional podem apresentar teor

de PB no leite abaixo da média. Esta parece ser a provável explicação para os resultados observados neste trabalho, pois, no período experimental, os animais não receberam suplementação alimentar (volumosa ou concentrada).

Foi observada diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para os teores de gordura no leite (Tabela 1) entre as fases de lactação. Na fase inicial, o teor de gordura foi de 5,45%, e na fase final foi de 6,79%. Dessa forma, os dados aqui encontrados corroboram as observações de Faria et al<sup>7</sup>, que avaliaram o comportamento da composição físico-química do leite de búfala ao longo da lactação e encontraram diferença estatística entre as médias do início (6,2%) e do final (8,2%). É de se esperar que a percentagem de gordura se eleve ao longo da lactação, pois à medida que a produção cai ocorre elevação da concentração de alguns compostos, dentre eles a gordura<sup>8</sup>. Outro fator que pode ter elevado o teor de gordura no leite é o fato de que os animais encontravam-se em balanço energético positivo no final da lactação, ou seja, o consumo de matéria seca pelo animal é superior às necessidades de manutenção e produção, disponibilizando energia para a síntese de gordura.

O menor teor de lactose (4,98%) observado na fase final da lactação, pode ser explicado pela menor produção de leite neste estágio. A lactose está diretamente associada ao volume de leite produzido, devido à sua relação com a regulação da pressão osmótica da glândula mamária, sendo o componente que menos varia<sup>9</sup>. Duarte et al<sup>4</sup>, estudando rebanho bubalino no Estado de São Paulo, detectaram percentagem média de lactose de 5,2%, observando, também, pouca variação ao longo da lactação, similar ao encontrado por Mesquita et al<sup>5</sup>, cuja concentração média no início da lactação foi de 5,4%, atingindo o ponto mais alto no meio lactação (5,8%), voltando a cair no final (5,5%).

O período de lactação das búfalas influenciou o perfil de alguns ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados do leite (Tabela 2).

Na fase inicial da lactação das búfalas, o leite apresentou maior proporção de ácidos graxos saturados (67,1%), quando comparado à fase final de lactação (62,29%). A composição de ácidos graxos no leite é influenciada pelo período de lactação, em razão da necessidade de mobilização de reservas lipídicas no início da lactação, dentre outros fatores<sup>32, 10</sup>.

Segundo Palmquist et al<sup>11</sup>, a gordura do leite contém ácidos graxos derivados da síntese *de novo* na glândula mamária, principalmente, os de cadeia curta, C4:0 a C14:0. Os teores médios detectados neste trabalho para esses ácidos graxos foram influenciados pela fase de

lactação ( $p < 0,05$ ), com exceção do ácido butírico (C4:0) que foi semelhante ( $p > 0,05$ ) nas fases. Segundo De Peters e Cant<sup>32</sup>, o ácido butírico é próprio da gordura do leite dos ruminantes, sendo responsável, juntamente com o caproico (C6:0), pelo aroma característico do leite quando a gordura é hidrolisada pela ação das lipases.

Em leite de ruminantes, os ácidos graxos de cadeia curta e média correlacionam-se negativamente com os de cadeia longa<sup>11</sup>. Assim, o teor do conjunto de ácidos graxos com 18 ou mais átomos de carbono foi de 44,51%, no início, e 44,79% no final da lactação, resultados inferiores ao observado por Fernandes et al<sup>8</sup>, que encontraram valores variando de 46,06% a 53,84% para os ácidos graxos com 18 ou mais átomos de carbono.

Alguns ácidos graxos como láurico, mirístico e palmítico (C12:0, C14:0 e C16:0, respectivamente) presentes no leite estão relacionados a problemas cardiovasculares<sup>33</sup>. A diminuição do teor desses ácidos graxos tem sido almejada no intuito de melhorar a imagem, junto à opinião pública, dos produtos de origem animal. Os resultados médios encontrados para o conjunto destes ácidos graxos, neste trabalho, foram de 38,52% para a fase inicial de lactação e 37,66% para a fase final de lactação.

A fase de lactação influenciou ( $p < 0,05$ ) o teor de ácido esteárico (C18:0) que apresentou maior média no início da lactação (17,37%), quando comparado com o final da lactação (14,44%). Segundo Monteiro<sup>34</sup>, o ácido esteárico, ao contrário de outros ácidos graxos saturados, não está relacionado ao aumento de colesterol, pois, quando ingerido, é metabolizado a ácido oleico (C18:1). Assim, teores mais elevados encontrados podem ser favoráveis à dieta do homem, exaltando a qualidade do leite estudado.

Os ácidos graxos insaturados são extremamente importantes na saúde humana, sendo seus principais efeitos relacionados à redução do colesterol total e lipoproteínas de baixo peso molecular (LDL), sem reduzir as lipoproteínas de alta densidade (HDL)<sup>35</sup>. Vale ressaltar que, apesar dos ácidos graxos insaturados diminuírem os níveis séricos de colesterol e de alguns serem considerados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo, uma vez fornecidos na dieta, também podem ser precursores de várias substâncias, sendo algumas vasoativas. Estas substâncias podem influenciar também na viscosidade sanguínea, na permeabilidade dos vasos sanguíneos e na pressão arterial. O aumento de alguns desses ácidos insaturados, ou a alteração da razão entre eles, pode aumentar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, estão associados a doenças como trombozes, arritmias, artrite, asma e psoríase<sup>21</sup>.

**Tabela 2.** Perfil de ácidos graxos ( $\pm$  erro padrão) do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação

Ácidos graxos	Início da lactação (g/100 g)	Final da lactação (g/100 g)
<b>Saturados</b>	<b>67,15<sup>a</sup> <math>\pm</math> 2,52</b>	<b>62,28<sup>b</sup> <math>\pm</math> 4,33</b>
C4:0	3,38 <sup>a</sup> $\pm$ 0,43	3,19 <sup>a</sup> $\pm$ 0,28
C6:0	1,17 <sup>a</sup> $\pm$ 0,11	1,07 <sup>b</sup> $\pm$ 0,25
C8:0	0,48 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05	0,41 <sup>b</sup> $\pm$ 0,06
C10:0	0,92 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09	0,75 <sup>b</sup> $\pm$ 0,12
C12:0	1,36 <sup>a</sup> $\pm$ 0,11	1,17 <sup>b</sup> $\pm$ 0,15
C14:0	8,52 <sup>a</sup> $\pm$ 0,43	7,93 <sup>b</sup> $\pm$ 0,78
C15:0	2,86 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03	2,96 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04
C16:0	28,64 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03	28,56 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03
C17:0	2,45 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	1,80 <sup>b</sup> $\pm$ 0,05
C18:0	17,37 <sup>a</sup> $\pm$ 2,41	14,44 <sup>b</sup> $\pm$ 2,04
<b>Monoinsaturados</b>	<b>24,29<sup>b</sup> <math>\pm</math> 3,34</b>	<b>26,88<sup>a</sup> <math>\pm</math> 4,33</b>
C14:1 <i>cis</i> 9	0,34 <sup>b</sup> $\pm$ 0,15	0,48 <sup>a</sup> $\pm$ 0,13
C16:1	1,53 <sup>b</sup> $\pm$ 0,98	2,45 <sup>a</sup> $\pm$ 0,36
C17:1	1,09 <sup>a</sup> $\pm$ 0,08	1,03 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09
C18:1 <i>trans</i> 6-8	0,26 <sup>a</sup> $\pm$ 0,11	0,24 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09
C18:1 <i>trans</i> 9	0,42 <sup>a</sup> $\pm$ 0,13	0,53 <sup>a</sup> $\pm$ 0,19
C18:1 <i>trans</i> 11	0,39 <sup>a</sup> $\pm$ 0,08	0,40 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09
C18:1 <i>trans</i> 12	3,09 <sup>a</sup> $\pm$ 0,94	2,92 <sup>a</sup> $\pm$ 0,60
C18:1 <i>cis</i> 9	18,97 <sup>a</sup> $\pm$ 5,71	21,52 <sup>a</sup> $\pm$ 6,52
C18:1 <i>cis</i> 11	0,65 <sup>a</sup> $\pm$ 0,14	0,76 <sup>a</sup> $\pm$ 0,28
C18:1 <i>cis</i> 12	0,27 <sup>a</sup> $\pm$ 0,09	0,28 <sup>a</sup> $\pm$ 0,10
C18:1 <i>cis</i> 13	0,23 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,22 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02
C18:1 <i>trans</i> 16	0,20 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05	0,19 <sup>a</sup> $\pm$ 0,05
C20:1	0,11 <sup>a</sup> $\pm$ 0,13	0,14 <sup>a</sup> $\pm$ 0,12
C22:1	0,05 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,05 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01
<b>Poli-insaturados</b>	<b>2,5<sup>a</sup> <math>\pm</math> 0,42</b>	<b>3,1<sup>a</sup> <math>\pm</math> 0,51</b>
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>cis</i> 12	0,80 <sup>a</sup> $\pm$ 0,19	0,93 <sup>a</sup> $\pm$ 0,26
C18:3 w-6	0,25 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06	0,24 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04
C18:3 w-3	0,56 <sup>b</sup> $\pm$ 0,09	0,66 <sup>a</sup> $\pm$ 0,013
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11 (CLA)	0,75 <sup>b</sup> $\pm$ 0,11	1,10 <sup>a</sup> $\pm$ 0,21
C20:4 w-6	0,08 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	0,09 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01
C20:5 w-3	0,05 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02	0,06 <sup>a</sup> $\pm$ 0,02

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo Teste t ao nível de 5% de probabilidade

Para os ácidos graxos monoinsaturados houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as fases de lactação, onde a fase inicial apresentou menor porcentagem (24,29%) em relação à fase final (26,88%). Dentre esses ácidos graxos, o que mais contribuiu para o total de monoinsaturados foi o C18:1 *cis* 9 (um dos isômeros do ácido oleico), com valores médios de 18,97%, no início da lactação, e 21,52% no final da lactação ( $p > 0,05$ ). Valores semelhantes foram verificados por Mihaylova e Peeva<sup>35</sup>, com resultados médios de 18,79% do C18:1 *cis* 9.

Lock e Bauman<sup>1</sup> relataram evidências de que, ao contrário do consumo de gorduras hidrogenadas de origem vegetal, o consumo do ácido graxo C18:1 *trans*-11 é negativamente correlacionado ao risco de doenças coronarianas. Os valores encontrados para os isômeros *trans* do C18:1, neste trabalho, foram de 4,36% no início da lactação e 4,28% para o final da lactação. Mihaylova e Peeva<sup>35</sup> encontraram valores variando de 1,75% a 3,14%. Segundo Fernandes et al<sup>8</sup>, esse isômero apresenta fundamental importância devido à sua atuação como substrato para produção do ácido linoleico conjugado (CLA) na glândula mamária. Este isômero é substrato para a síntese de novo do ácido linoleico conjugado, CLA (18:2 *cis*-9 *trans* 11) em seres humanos e animais<sup>36</sup>.

No geral, para os ácidos graxos poli-insaturados, não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as fases de lactação. No entanto, os ácidos graxos  $\alpha$ -linolênico (18:3 *w*-3) e o CLA (18:2 *cis*-9 *trans* 11) apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ), com maiores concentrações na fase final de lactação. A produção de CLA, encontrado no leite e tecidos ocorre em duas etapas: i) a biohidrogenação ruminal dos ácidos linoleico e linolênico; e, ii) endogenamente, a partir do ácido vacênico (C18:1t11), intermediário na biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poli-insaturados linoleico e linolênico<sup>15</sup>. O efeito da fase de lactação foi observado sobre os teores de CLA (C18:2 *cis*-9 *trans* 11) no leite de búfala. A média observada foi de 0,75%, no início da lactação, e 1,10% no final da lactação. Fernandes et al<sup>8</sup> relataram variação entre 1,02% a 1,77% de CLA, superiores aos observados neste trabalho.

A concentração de CLA na gordura do leite é dependente da presença de ácidos graxos precursores, como o ácido linoleico e ácidos linolênico, na dieta. Os búfalos são animais poliéstricos estacionais, com o cio ocorrendo em dias curtos e frios, que ocorrem no outono/inverno, como na região estudada. Este período caracteriza-se pela baixa precipitação pluviométrica, que afeta a qualidade das forragens, diminuindo-a. Ressalta-se que a concentração de

CLA no leite é afetada pela quantidade de precursores (ácido linoleico e ácidos linolênico) na dieta. Este período coincide com a fase inicial da lactação. Por outro lado, a fase final da lactação coincide com o período das chuvas, que afetam a quantidade e qualidade das forrageiras. Os lipídios, nas forrageiras, correlacionam-se positivamente com os tecidos metabolicamente ativos<sup>11</sup>. Com as chuvas, as forrageiras reiniciam seu ciclo vegetativo, alterando seu aparato fotossintético. Esta alteração determina elevação da relação folha:caule. Com o aumento da quantidade de folhas ocorre elevação na concentração dos ácidos graxos precursores de CLA<sup>11</sup>. Fernandes et al<sup>13</sup> estudando o comportamento de gramíneas tropicais (*Brachiaria decumbens* e *Brachiaria ruziziensis*), de acordo com a época do ano, verificaram que no período seco (outono/inverno) ocorre diminuição do teor de extrato etéreo, conseqüentemente, ocorre diminuição da concentração dos precursores de CLA. O inverso ocorre no período das chuvas (primavera/verão), período no qual ocorre aumento na concentração destes precursores. Esta é a provável explicação para os resultados observados nesse trabalho, visto que, a fase inicial de lactação coincide com o período em que as forrageiras encontram-se com baixa qualidade e disponibilidade (outono/inverno) e, com a chegada das chuvas (primavera/verão), tanto a quantidade quanto a qualidade das forrageiras se elevam neste período, disponibilizando mais precursores para a biohidrogenação ruminal.

O perfil lipídico avaliado por diferentes índices qualitativos encontra-se descrito na Tabela 3. Foi observada diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as fases de lactação para a razão entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados (P/S), que apresentaram valores de 0,03 e 0,05, no início e final da lactação, respectivamente. Alimentos que apresentam esta razão de P/S abaixo de 0,45 têm sido considerados como indesejáveis na dieta<sup>37</sup>. Segundo Santos-Silva et al<sup>38</sup>, a relação entre ácido graxo poli-insaturado e saturado é normalmente utilizada para avaliar o valor nutricional da gordura. No entanto, a relação P/S é baseada na estrutura química do ácido graxo, podendo não ser o melhor caminho para se avaliar o valor nutricional da gordura, uma vez que se considera que todos os ácidos graxos saturados induzem ao aumento de colesterol e ignoram os efeitos dos ácidos graxos monoinsaturados. Assim, os autores recomendam que a melhor maneira de avaliar o valor nutricional da gordura seria a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos ácidos graxos como, por exemplo, a proporção entre ácidos graxos hipercolesterolêmicos/ hipocolesterolêmico.

**Tabela 3.** Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação

Componente	Início da lactação	Final da lactação
AGP/AGS	0,03 <sup>b</sup>	0,05 <sup>a</sup>
AGD	45,63 <sup>b</sup>	49,41 <sup>a</sup>
w6/w3	0,54 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>
IA	2,46 <sup>a</sup>	1,90 <sup>b</sup>
IT	3,25 <sup>a</sup>	2,53 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; AGP/AGS = ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados; AGD = ácidos graxos desejáveis; w6/w3 = série ômega 6/ série ômega 3; IA = índice de aterogenicidade; IT = índice de trombogenicidade

De acordo com os resultados observados nesse trabalho, a concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) no leite de búfala no estágio final de lactação apresentou média superior (49,41%), em relação ao estágio inicial de lactação (45,63%). Fernandes et al<sup>39</sup> observaram teor de AGD no leite de búfalas variando de 38,08 ( $\pm 6,54$ ) a 47,17 ( $\pm 7,88$ ). Segundo Costa et al<sup>26</sup>, a maior concentração de AGD se deve aos processos de biohidrogenação ruminal, relacionado com o ácido esteárico (C18:0) que compõe, junto aos ácidos graxos insaturados, os ácidos graxos desejáveis.

Por outro lado, não foi verificado efeito da lactação ( $p > 0,05$ ) sobre a razão w6/w3, que apresentou valores de 0,54 na fase inicial e 0,48 na fase final. Valores abaixo de 4,0 sugerem quantidades desejáveis destes ácidos graxos na dieta, que exercem ação preventiva sobre doenças cardiovasculares. Sendo assim, em ambas as fases o leite apresentou relação dentro dos padrões recomendados<sup>19</sup>.

O índice de aterogenicidade (IA) indica a razão entre a soma dos principais ácidos graxos saturados e a soma dos principais insaturados. Foi observado efeito ( $p < 0,05$ ) da fase de lactação sobre o IA no leite de búfalas. O IA na fase inicial foi de 2,46 e na fase final 1,9. De acordo com Bobe et al<sup>19</sup> produtos lácteos, geralmente, apresentam IA ao redor de 2. Bobe et al<sup>40</sup>, avaliando o IA, em leite bovino, relataram valores entre 1,51 e 2,83. Para estes autores o primeiro valor (1,51) é considerado baixo, enquanto 2,83 é considerado alto, para leite de bovídeos. Alguns fatores devem ser avaliados no sentido da compreensão da diferença observada neste trabalho. Como observado na Tabela 2, verifica-se diferença significativa entre as fases de lactação para o C 14:0, apresentando o menor teor na fase final. Este resultado

associado aos maiores teores de AGMI, w-3 e de CLA na fase final, determinou o menor IA nesta fase.

Na literatura são raras as referências que avaliam o IA, principalmente, no que se refere a leite de búfala. Fernandes et al<sup>39</sup> estudando o efeito dos diferentes sistemas de produção sobre a qualidade nutricional do leite de búfalas, encontraram IA variando entre 1,49 $\pm$ 0,43 e 2,35 $\pm$ 0,6.

Para definir o índice de trombogenicidade (IT) são considerados os ácidos graxos mirístico, palmítico e esteárico como pró-trombogênicos, enquanto os insaturados são admitidos como antitrombogênicos com diferentes potencialidades, isto é, os ácidos graxos monoinsaturados e ácidos graxos poli-insaturados w-6 são menos antitrombogênicos que o ácido graxo poli-insaturado w-3<sup>26</sup>. Os valores encontrados neste trabalho para este índice, apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as fases de lactação, estando a fase final com valores menores (2,53) que a fase inicial de lactação (3,25).

## CONCLUSÃO

O leite de búfala sofreu influência do estágio de lactação para alguns parâmetros estudados, sendo observado aumento na acidez titulável, teor de gordura e sólidos totais, enquanto, para densidade, lactose e sólidos não gordurosos, notou-se diminuição dos valores no final da lactação em relação ao início.

No total de ácidos graxos presentes no leite de búfala foram encontradas maiores concentrações de ácidos saturados no início da lactação. No final da lactação, houve aumento da concentração de ácidos monoinsaturados. Na avaliação da qualidade



nutricional da fração lipídica, na fase final de lactação o leite apresentou maior relação de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados, menor relação de ácidos hipercolesterolêmicos/ hipocolesterolêmicos, maior teor de ácidos graxos desejáveis e menores índices de aterogenicidade e trombogenicidade.

---

#### AGRADECIMENTO

À FAPEMIG e UESB pelo auxílio com bolsa.

---

#### REFERÊNCIAS

1. Lock AL, Bauman DE. Dairy products and milk fatty acids as functional food components. *Proceedings Cornell Nutrition Conference For Feed Manufacturers*. 1993; Ithaca: Cornell University. p.159-73.
2. Tapiero H, Nguyen BAG, Couvreur P. Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomed Pharmacoth*. 2002;56:215-22.
3. Tonhati H. Resultados do controle leiteiro em bubalinos. *Bubalinos: Sanidade, Reprodução e Produção*; 1999; Jaboticabal, São Paulo: Funep. p.90-109.
4. Duarte JMC. Efeitos ambientais sobre a produção no dia do controle e características físico-químicas do leite em um rebanho bubalino no Estado de São Paulo, Brasil. *Rev ILCT*. 2001;56(322):16-9.
5. Mesquita AJ, Tanezini CA, Pontes IS, Rocha JM, Souza JT, D'alessandr WT. Qualidade físico-química e microbiológica do leite cru bubalino. Goiânia: UFGO, 2001.
6. Bovera F, Cutrignelli MI, Calabrò S. Influence of diet characteristics and productions levels on blood and milk urea concentrations in buffalo. *World Buffalo Congress*, 6; 2001; Maracaibo: Zulia University Tech Park. p. 506-11.
7. Faria MH, Tonhati H, Ceron Munoz M, Duarte JMC, Vasconcellos B. Características do leite de búfalas ao longo da lactação. *Rev ILCT*. 2002;54(324): 2-7.
8. Fernandes SAA, Mattos WRS, Matarazzo SV, Tonhati H. Avaliação da produção e qualidade do leite de rebanhos bubalinos no estado de São Paulo. *Rev ILCT*. 2005;60:53-8.
9. Sutton JD. Altering milk composition by feedind. *J Dairy Sci*. 1989;72(10):2801-14.
10. Chilliard Y, Ferlay A, Rouel J, Lamberet G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat Milk lipid synthesis and lipolysis. *J Dairy Sci*. 2003;86(5):1751-70.
11. Palmquist DL, Beaulieu AD, Barbano DM. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J Dairy Sci*. 1993;76(6):1753-71.
12. Elgersma A, Ellen G, Van Der Horst H, Muuse BG, Boer H, Tamminga S. Comparison of the fatty acid composition of fresh and ensiled ryegrass (*Lolium perenne* L.), affected of cultivar and regrowth interval. *Anim Feed Sci Technol*. 2003;108:191-205.
13. Fernandes ASA, Mattos WRS, Matarazzo SV, Gama MAS, Lanna DPD, Rosseto CV. Perfil de ácidos graxos em alimentos de clima tropical utilizados nas dietas para ruminantes. *Bol Ind Anim*. 2007;64:19-27.
14. French P, Stanton C, Lawless F, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PJ et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J Anim Sci*. 2000;78:2849-55.
15. Bauman DE. Conjugated linoleic acid (CLA) and milk fat: a good news story. *Annual Arizona Dairy Production Conference*; 2003; Arizona. p.1-13.
16. Fehily AM, Pickering JE, Yarnell JWG, Elwood PC. Dietary indices atherogenicity and thrombogenicity and ischaemic heart disease risk: the Caerphilly prospective study. *Br J Nutr*. 1994;71:249-57.
17. Eifert EC, Lana RP, Lanna DPD, Leopoldino WM, Arcuri PB, Leão MI et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. *Rev Bras Zoot*. 2006;35(1):219-28.
18. Dietschy JM. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration. *J Nutr*. 1998; 128(2):444-8.
19. Bobe G, Zimmerman S, Hammond EG, Freeman G, Lindberg GL, Donald CB. Texture of butters made from milks differing in indices of atherogenicity. *Iowa State University Animal Industry Report. Dairy*. 3 p.2004.
20. Nuermberg K, Fischer A, Nuermberg G, Ender K, Dannemberger D. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. *Small Ruminant Res*. 2008;74:279-83.
21. Belda MCR, Pourchet-Campos MA. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. *Cienc Tecnol Aliment*. 1991;11(1):5-35.
22. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 68 de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF*. 14 dez 2006. Seção 1, nº 239. p.8-30.
23. Hara A, Radim NS. Lipid extraction of tissues with low toxicity solvent. *Anal Biochem*. 1978; 90:420-6.
24. Christie WW. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol ester. *J Lipid Res*. 1982;23:1072-5.
25. Ulbrich TLV, Southgate DTA. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*. 1991;338(19):985-992.
26. Costa RG, Mesquita IVU, Queiroga RCRE, Medeiros NA, Carvalho FFR, Beltrão Filho EM. Características químicas e sensoriais do leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. *Rev Bras Zoot*. 2008;37(4):694-702.
27. SAS Institute. 2000. SAS OnlineDoc, version 8. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

28. Walstra P, Jenness R. Química y física lactológica. Zaragoza: Acribia, 1987, 423p.
29. Nader Filho A, Amaral LA, Tonhatti H, Penha LHC, Toledo LM. Variação das características físico-químicas do leite de búfala, durante os diferentes meses do período de lactação. *Art Vet*. 1996;12(1):148-53.
30. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, 18 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite tipo B, Leite tipo C, Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 20 set 2006. Seção 1, nº 183. p.13.
31. Macedo MP, Wechsler FS, Ramos AA, Amaral JA, Souza JC, Resende FD et al. Composição Físico-Química e Produção do Leite de Búfalas da Raça Mediterrâneo no Oeste do Estado de São Paulo. *Rev Bras Zootec*. 2001;30(3):1084-8.
32. De Peters EJ, Cant JP. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A Review. *J Anim Sci*. 1992;75:2043-50.
33. Lock A, Garnsworthy JH. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and  $\Delta^9$  desaturase activity in dairy cows. *Livest Prod Sci*. 2003;79:47-59.
34. Monteiro EM. Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro [Tese de Doutorado] São Paulo. Universidade de São Paulo, 1998. 99p.
35. Mihaylova G, Peeva T. Trans fatty acids and conjugated linoleic acid in the buffalo milk. *Ital J Anim Sci*. 2007;6(1):1056-9.
36. Griinari JJ, Corl BA, Lacy SH, Chouinard PY, Nurmela KVV, Bauman DE. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. *J Nutr* 2000;130:2285-91.
37. Department of Health and Social Security (DHSS). Diet and cardiovascular disease. Report health and social subjects. 1984;28.
38. Santos-Silva J, Bessa RJB, Santos-Silva F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light Lamb. II Fatty acid composition of meat. *Liv Prod Sci*. 2002; 77:187-94.
39. Fernandes SAA, Mattos WRS, Matarazzo SV, Gama MAS, Malhado CHM, Etcheagaray MAL et al. Indices of atherogenicity and thrombogenicity in milk fat from Buffaloes raised under different feeding systems. *Rev Vet*. 2010;21:562-3.
40. Bobe G, Hammond EG, Freeman AE, Lindberg GL, Beitz DC. Texture of Butter from Cows with Different Milk Fatty Acid Compositions. *J Dairy Sci*. 2003; 86: 3122-7.