



Embrapa

Amazônia Oriental

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

SUELY CRISTINA GOMES DE LIMA

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE BÚFALAS, ANTES E APÓS
FERMENTAÇÃO, COM SUPLEMENTAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

BELÉM

2011



Amazônia Oriental

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

SUELY CRISTINA GOMES DE LIMA

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE BÚFALAS, ANTES E APÓS
FERMENTAÇÃO, COM SUPLEMENTAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de **Doutor**.

Orientador: Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior

Co-Orientador: Prof. Dr. André Guimarães Maciel e Silva

BELÉM

2011

Lima, Suely Cristina Gomes de

Produção e qualidade do leite de búfalas, antes e após fermentação, com suplementação de resíduos agroindustriais /Suely Cristina Gomes de Lima. - Belém, 2011.

130 f.:il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

1. *Bubalus bubalis* – leite – fermentação – Amazônia Oriental 2. *Bubalus bubalis* – leite - produção 3. Ruminante – nutrição 4. Perfil ácidos graxos 5. Torta de cupuaçu 6. Torta de murumuru I. Título

CDD – 636.2085



Amazônia Oriental

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA- UFRA
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

SUELY CRISTINA GOMES DE LIMA

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE BÚFALAS, ANTES E APÓS
FERMENTAÇÃO, COM SUPLEMENTAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de Doutor.

Aprovada em 30 de agosto de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior - Orientador
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

Prof^ª. Dra. Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro – 1o Examinador
INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ – CAMPUS CASTANHAL

Prof^ª. Dra. Luiza Helena Meller da Silva – 2o Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Prof. Dr. Cristian Faturi – 3o Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Prof^ª Dra. Rafaella de Andrade Mattietto – 4o Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

Filhos...Filhos? Melhor não tê-los! Mas se não os temos, como sabê-lo?
Se não os temos, que de consulta, quanto silêncio, como o queremos!
Banho de mar. Diz que é um porrete...Cônjuge voa. Transpõe o espaço.
Engole água. Fica salgada. Se iodifica. Depois, que boa. Que morenaço. Que a esposa fica!
Resultado: filho.

E então começa a aporrinhação: cocô está branco, cocô está preto, bebe amoníaco, comeu
botão.

Filho? Filhos, melhor não tê-los. Noites de insônia. Cãs prematuras. Prantos convulsos.
Meu Deus, salvai-o! Filhos são o demo. Melhor não tê-los... Mas se não os temos. Como
sabê-los? Como saber. Que macieza, nos seus cabelos. Que cheiro morno na sua carne. Que
gosto doce na sua boca! Chupam gilete. Bebem xampu. Ateiam fogo no quarteirão. Porém,
que coisa, que coisa louca, que coisa linda, que os filhos são!

Vinícius de Moraes

*Aos meus tão desejados e sonhados filhos: **Vinícius e Vitória**, que tornaram esta jornada
ainda mais difícil (noites em claro), porém muito mais doce.*

Amo vocês eternamente!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- A *Deus*, inteligência suprema e causa primária de todas as coisas (Kardec, 1804/1869), por sua presença constante em minha vida - “Deus é amor: aquele que permanece no amor permanece em Deus e Deus permanece nele. Que assim seja!” (João 4:16);
- Aos meus pais, *Carlos Alberto Figueiredo de Lima e Lina Maria Gomes de Lima*, por acreditarem em mim. Obrigada pelo apoio, conselhos, segurança, companheirismo e amordados de forma incondicional;
- Ao meu companheiro, *Pedro Danilo de Oliveira* “vida” pelo amor, apoio e estímulo em toda essa caminhada que temos feito juntos: você teve papel indispensável nessa conquista;
- Á minha irmã, *Marina* “maninha”, pelo exemplo, conselhos e estímulo a mim dado nos momentos de desânimo;
- Aos meus tios, primos e demais parentes, em especial as primas *Ruth e Lucidéia* “Deia”, pelo apoio com meus “pequenos” nos momentos de ausência, vocês são exemplo de luta e dedicação;
- Ás amigas e companheiras de trabalho, *Suezilde* “Suzi”, como ela gosta de ser chamada e *Regina*, vocês entraram na minha vida e já fazem parte da minha história, obrigada por tudo;
- Á amiga *Francimery* “Mery”, pelo seu apoio incondicional, nos momentos de desânimo, em especial durante minha gestação... Sinto sua falta!;
- Ao brilhante Dr *José de Brito Lourenço Júnior*, que foi mais que um orientador, foi um grande amigo e incentivador, que não me deixou desistir, mesmo nos momentos mais turbulentos, e que com sua grande sabedoria dosou a disciplina e a confiança, que em mim depositou, sem seu apoio, esse trabalho não teria sucesso;
- Ao Dr *André Guimarães Maciel e Silva*, por sua co-orientação e contribuição mais que brilhante neste trabalho, que sua inteligência e dedicação à pesquisa e produção deste País sirvam de exemplo a muitos;
- Aos companheiros de “fazenda”, *Lilaine e Michel*, por todos os momentos de convivência e por dividirem comigo os momentos de desespero e sufoco, não basta um muito obrigada!
- Aos ajudantes *Laurena e Bruno*, que conduziram o experimento com dedicação para que eu pudesse cumprir minhas responsabilidades da vida profissional;
- Ao Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal, pela concessão de afastamento total para conclusão deste trabalho, e por todo apoio de infra-estrutura e logística dado para execução

do experimento, especialmente nas pessoas do Diretor Geral Prof^o *Ednaldo Feitosa, Sávio e Gleice Isaura*;

- À Embrapa Amazônia Oriental, em especial aos Pesquisadores *Benjamim Nahúm e Alexandre Rosseto*, por todo apoio dado ao experimento;
- À Unidade de Produção Animal “Dr Felisberto Camargo”, nas pessoas do “tio”, “Caetano”, *Valci, Alfeu e Jurandir*, meus eternos agradecimentos por todo apoio dado a execução da parte experimental deste trabalho e pelos agradáveis e divertidos meses de convivência diária;
- À Embrapa Pecuária Sudeste, em nome da Dra *Ana Rita de Araújo Nogueira*, pela realização da análise dos micronutrientes;
- À Universidade Federal Rural da Amazônia;
- Á BERACA pela doação dos resíduos de cupuaçu e murumuru;
- À Universidade do Estado do Pará – UEPA/CCNT, em especial a *Suellen e Ilana*, por todo apoio dado na parte Laboratorial;
- Á Universidade Federal do Pará, em especial ao Professor Dr. *Antônio Manoel da Cruz Rodrigues*, pelo apoio dado na análise de reologia e textura;
- Às inestimáveis colaborações dos membros da banca Dra Suezilde, Dra Luiza, Dr Cristian e Dra Rafaella, pelas correções, sugestões e críticas que contribuíram de forma fundamental, para o engrandecimento deste trabalho;
- Á FAPESPA, pela concessão da bolsa de doutorado;
- E a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho, não bastaria meu muito obrigada!

A VITÓRIA

Quer vencer os desafios? Confie em Deus.

Quer ser bom no que faz? Pratique!

Quer alcançar o objetivo? Jamais desista!

Quer crescer? Tenha raízes.

Quer ver resultados? Persevere.

Quer ser feliz? Esqueça o passado.

Quer falar bem? Escute melhor.

Quer aprender? Persista em ler.

Quer realização pessoal? Sirva!

Quer fazer diferença? Pague o preço.

Aqueles que nada fazem e esperam algum tipo de vitória estão enganados.

A vitória é dos que lutam, dos que agem, dos que "saem do porto".

A vitória é dos que se arriscam para alcançar o alto da montanha.

Edilson Ramos

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação sobre a produção e composição do leite de búfalas leiteiras mantidas em pastagem cultivada de mombaça (*Panicum maximum*), bem como avaliar a influência da suplementação alimentar, tratamento térmico e período de estocagem nas suas características físicas, químicas, sensoriais e microbiológica, após fermentação. O experimento em campo foi conduzido na Unidade de Pesquisa Animal “Dr. Felisberto Camargo” da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-Pará, constituído de três períodos experimentais de 21 dias, dez para adaptação dos animais à dieta e onze para coleta de dados. Foram utilizadas doze búfalas primíparas, suplementadas em cochos individuais, distribuídas em quatro quadrados latinos 3 × 3. Utilizou-se concentrado à base de torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e de murumuru (*Astrocaryum murumuru*), em substituição parcial do milho e soja, nos tratamentos: 1 - **Controle** - 75% de farelo milho e 25% de farelo de soja; 2 - **Cupuaçu** - 50% de torta de cupuaçu + 30% de farelo milho e 20% de farelo de soja; e 3 - **Murumuru** - 37% de torta de murumuru + 39% de farelo milho e 24% de farelo de soja. Os animais foram ordenhados uma vez ao dia, durante o período experimental e a suplementação foi ofertada pela manhã e à tarde, ajustada com base na produção leiteira. Foram analisadas nove amostras de leite fermentado probiótico, elaboradas a partir da mistura de leite de quatro animais provenientes do terceiro período experimental, sob o mesmo tratamento suplementar (Controle, Cupuaçu e Murumuru) e em três tratamentos térmicos (80 °C/15minutos; 90 °C/10minutos; e 95 °C/5minutos). Para avaliação da qualidade da matéria-prima utilizada na elaboração do derivado, foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas. O leite fermentado foi analisado em sua qualidade microbiológica, composição físico-química, perfil de ácidos graxos e perfil sensorial um dia após a fabricação e analisados em relação à firmeza, elasticidade, coesividade, sinérese, comportamento reológico e acompanhamento do pH e acidez, durante o período de armazenamento, refrigerado a 6 °C±2 °C, nos dias 1, 14 e 28 após a fabricação. Para a determinação das propriedades reológicas foram testados três modelos: Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Hersch-Bulkley e Bingham. Os dados foram submetidos a análise de variância, com médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. A produção de leite corrigida ou não e seus componentes (gordura, proteína bruta, sólidos totais, extrato seco desengordurado, lactose e cinzas), não tiveram efeito significativo nos diferentes tratamentos utilizados. Na sua maioria, o perfil de ácidos graxos não foi influenciado pelos tratamentos estudados. A firmeza do leite fermentado não sofreu influência significativa da suplementação, nos diferentes tratamentos térmicos aplicados ao leite, nem do período de estocagem. A elasticidade sofreu efeito significativo do período de estocagem, porém, a suplementação e o tratamento térmico não a influenciaram. A coesividade apresentou influência significativa dos diferentes tratamentos térmicos aplicados ao leite, enquanto a sinérese sofreu influência da suplementação alimentar dos animais, tratamentos térmicos aplicados ao leite e período de estocagem. O tratamento térmico aplicado ao leite, utilizando-se o binômio tempo/temperatura de 95 °C/5 minutos, apresentou, de modo geral, menor sinérese aos 28 dias de estocagem. A 10 °C o leite fermentado apresentou comportamento não newtoniano. Os dados experimentais se adequaram melhor ao modelo de Oswald-Walle, com melhores resultados dos parâmetros reológicos e coeficientes de determinação. As amostras apresentaram valores de índice de comportamento (*n*) maiores que zero e inferiores a um, que caracteriza comportamento pseudoplástico e também, tixotrópico, por apresentar diminuição da viscosidade com o tempo de cisalhamento. O acompanhamento do processo fermentativo do derivado elaborado não indicou diferença significativa entre as amostras, em 180 minutos. As amostras de leite fermentado apresentaram diferenças significativas em sua composição, em relação ao teor de gordura e sólidos totais, devido a amostragem do leite ter sido inteiramente casualizada. A qualidade nutricional da fração lipídica do leite fermentado não é adequada ao consumo alimentar, do ponto de vista nutricional, entretanto, houve redução nos teores dos ácidos graxos mirístico e palmítico, considerados hipercolesterolêmicos, quando o derivado foi produzido com leite proveniente dos tratamentos Cupuaçu e Murumuru. O leite fermentado do tratamento Controle possuía maior percentual de ácido esteárico (C18:0), considerado ácido graxo neutro, e linolênico (C18:3), que promove efeitos benéficos a saúde humana, além da relação n-6/n-3 ser considerada ideal para os padrões nutricionais vigentes. Em relação aos micronutrientes ferro, zinco, cobre, selênio e molibdênio, todas as amostras apresentaram teores dentro do esperado para leite e derivado. Foi observado ligeira elevação da acidez titulável e diminuição do pH durante o período de estocagem, caracterizando fenômeno de pós-acidificação. Sensorialmente, as amostras de leite fermentado não apresentaram diferenças significativas nos atributos avaliados, com exceção da acidez. O derivado elaborado com leite proveniente do tratamento Cupuaçu apresentou maior percentual de preferência pelos consumidores.

Palavras-chave: Amazônia Oriental; *Bubalus bubalis*; Torta de cupuaçu; Torta de murumuru; Ruminante - alimentação; Perfil de ácidos graxos.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effect of supplementation on production and milk composition of dairy buffaloes kept in pasture for Mombaça (*Panicum maximum*) as well as evaluate the influence of supplemental food, heat treatment and storage period on their physical, chemical, sensory and microbiological character, after fermentation. The field experiment was conducted at the Animal Research Unit "Dr. Felisberto Camargo" (01 ° 26'S and 48 ° 24'W), Embrapa Eastern Amazon, Belém-Pará, consisting of three experimental periods of 21 days, ten to the animals adapt of the diet and eleven for data collection. Twelve primiparous buffaloes were used, supplemented in individual troughs, distributed in four Latin squares 3 × 3. Used to concentrate, cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pie and murumuru (*Astrocaryum murumuru*) pie, in partial substitution of corn and soy, the following treatments: 1 - **Control** - 75% corn bran and 25% soy bran; 2 - **Cupuaçu** - 50% cupuaçu pie + 30% corn bran and 20% soy bran, and 3 - **Murumuru** - 37% murumuru pie + 39% corn bran and 24% of soy bran. The animals were milked once a day during the experimental period and supplementation was offered morning and afternoon, adjusted based on milk production. Was analyzed nine samples of probiotic fermented milk, prepared from a mixture of milk of four animals from the third experimental period, under the same supplemental treatment (Control, Cupuaçu and Murumuru) and three heat treatments (80 °C/15 minutos, 90 °C/10 minutos, and 95 °C/5 minutos). To evaluate the quality of the raw material used in preparing the derived, were analyzed for microbiological and physical-chemical properties. The fermented milk was analyzed in its microbiological, physical and chemical composition, fatty acid profile and sensory profile one day after manufacture and analyzed in relation to firmness, elasticity, cohesiveness, syneresis, rheological behavior and monitoring the pH and acidity during the storage period, cooled to 6 °C ± 2 °C in 1 day, 14 and 28 after manufacture. For the determination of rheological properties were tested three models: Ostwald-de-Waele (Power Law), Herschel-Bulkley and Bingham. All evaluations were performed in triplicate. Data were subjected to analysis of variance with means compared by the Tukey test, the 5% significance level. Milk production corrected or not and its components (fat, protein, total solids, solids non fat, lactose and ash) had no significant effect in the different treatments. In general, can conclude that the buffalo milk, independent of supplementation, has good omega n-6/n-3 ratio, within the limits recommended for human diet. However, the concentration of PUFA is low, considering that the ratio PUFA / SFA is very low, showing the presence of high percentage of saturated fat. Most of the fatty acid profile was not influenced by treatments. The firmness of the fermented milk was not affected by supplementation in the different treatments applied to milk, or the storage period. The elasticity has a significant effect of storage period, however, supplementation and heat treatment did not influence. The cohesiveness showed significant influence of different heat treatments applied to milk, while syneresis was influenced by food supplementation of animals, heat treatments applied to milk and storage period. The heat treatment applied to milk, using the binomial time/temperature of 95 °C/5 minutes, showed, in general, lower syneresis at 28 days of storage in all samples of fermented milk. The 10 °C fermented milk showed non-Newtonian behavior. The experimental data are more appropriate for model Oswald-Walle, with better results of rheological parameters and coefficients of determination. The samples presented with behavior index (n) less than one, characterizing pseudoplastic behavior, because the viscosity of samples decreased with the applied strain rate and also thixotropic, due to its reduced viscosity with shearing time. Monitoring the fermentation process of the derivative produced no significant differences between samples in 180 minutes. The fermented milk samples showed significant differences in their composition, in relation to fat and total solids, suggesting the influence of food supplementation. The nutritional quality of lipid fraction of fermented milk is not suitable for food consumption, the nutritional point of view, however, there was a reduction in the levels of myristic and palmitic fatty acids, considered to be hypercholesterolemic when the derivative was produced with milk from treatments Cupuaçu and Murumuru. The fermented milk of the Control treatment had a higher percentage of stearic acid (C18: 0), considered a neutral fatty acid, and linolenic (C18: 3), which promotes the beneficial effects on human health, and the ratio n-6/n-3 be considered ideal for the current nutritional standards. Regarding the micronutrients iron, zinc, copper, selenium and molybdenum, all samples were within expected levels for milk and derived. Was observed a slight increase of acidity and decreased pH during the storage period, characterizing the phenomenon of post-acidification. Sensorially, fermented milk samples, showed no significant differences in the attributes evaluated, except for the acidity. The derived elaborate from the Cupuaçu treatment milk had a higher percentage preferred by consumers.

Key-words: Eastern Amazon; *Bubalus bubalis*; Cupuaçu pie; Murumuru pie; Ruminant – food; Fatty acid profile.

LISTA DE TABELAS

	Página
1	Composição dos resíduos de cupuaçu e murumuru, em base seca..... 41
2	Composição bromatológica dos concentrados utilizados em base seca..... 41
3	Perfil de ácidos graxos dos concentrados utilizados..... 42
4	Valores médios da composição química da forragem, em base seca.... 44
5	Perfil de ácidos graxos da forragem utilizada nos piquetes..... 46
6	Valores médios da produção de leite, consumo de concentrado e componentes do leite obtidos nos tratamentos experimentais..... 46
7	Perfil de ácidos graxos do leite, de acordo com a suplementação..... 49
8	Composição média do leite utilizado na elaboração das amostras de leite fermentado..... 64
9	Qualidade microbiológica do leite utilizado na fabricação do leite fermentado..... 66
10	Composição média das amostras do leite fermentado experimental.... 66
11	Firmeza (N), elasticidade (mm) e coesividade das amostras do leite fermentado experimental durante o período de estocagem..... 67
12	Efeito dos tratamentos e do período de estocagem das amostras de leite fermentado, na sinérese..... 72
13	Parâmetros reológicos para o modelo de Ostwald de Waelle..... 75
14	Parâmetros reológicos para o modelo Herschel-Bulkley..... 76
15	Parâmetros reológicos para o modelo de Bingham..... 77
16	Efeito da dieta dos animais, tratamento térmico aplicado ao leite e período de estocagem das amostras de leite fermentado, na viscosidade..... 86
17	Composição média do leite utilizado na elaboração do leite fermentado..... 105
18	Qualidade microbiológica do leite utilizado na fabricação do leite fermentado..... 106
19	Composição média das amostras do leite fermentado..... 109
20	Perfil de ácidos graxos das amostras do leite fermentado..... 110

21	Índices de qualidade nutricional da fração lipídica das amostras do leite fermentado.....	111
22	Avaliação de minerais do leite e amostras do leite fermentado.....	113
23	pH e acidez das amostras do leite fermentado durante o período de estocagem.....	114
24	Qualidade microbiológica das amostras do leite fermentado analisadas após 1 dia de fabricação.....	116
25	Resultados obtidos na avaliação sensorial das amostras do leite fermentado nos períodos avaliados.....	117
26	Resultados obtidos na aceitação global das amostras do leite fermentado nos períodos avaliados.....	118
27	Percentual de preferência dos provadores das amostras do leite fermentado nos períodos avaliados.....	119

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Representação do “pull” realizado para obtenção do leite (L) com suplementação Controle (CT), Cupuaçu (C) e Murumuru (M) e tratamentos térmicos a que foram submetidos.....	61
2 Firmeza das amostras do leite fermentado nos dia 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais.....	69
3 Elasticidade das amostras do leite fermentado nos dias 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais.....	69
4 Coesividade das amostras do leite fermentado nos dias 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais.....	70
5 Sinérese das amostras do leite fermentado nos dias 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais.....	74
6 Curvas de fluxo a 10°C das amostras do leite fermentado (1º dia de estocagem): modelo de Ostwald-Waelle.....	80
7 Curvas de fluxo a 10°C das amostras do leite fermentado (14º dia de estocagem): modelo de Ostwald-Waelle.....	81
8 Curvas de fluxo a 10°C das amostras do leite fermentado (28º dia de estocagem): modelo de Ostwald-Waelle.....	82
9 Curvas de viscosidade a 10°C das amostras do leite fermentado analisados após 1 dia de estocagem refrigerada à 6 °C±2 °C.....	84
10 Curvas de viscosidade a 10°C das mostras do leite fermentado analisados após 14 dias de estocagem refrigerada à 6 °C±2 °C.....	84
11 Curvas de viscosidade a 10°C das amostras do leite fermentado analisados após 28 dias de estocagem refrigerada à 6 °C±2 °C.....	85
12 Representação do “pull” realizado para obtenção do leite (L) com suplementação Controle (CT), Cupuaçu (C) e Murumuru (M).....	100
13 Valores médios de pH durante o processo de fermentação das amostras do leite fermentado.....	107
14 Valores médios de acidez expresso em ácido láctico durante o processo de fermentação das amostras do leite fermentado.....	108
15 Efeito do período de estocagem sobre o pH das amostras do leite fermentado.....	115
16 Efeito do período de estocagem na acidez das amostras do leite	

	fermentado.....	116
17	Frequência de notas da avaliação sensorial para aceitação global das amostras do leite fermentado em dezembro/2010 (1-desgostei extremamente; 5-nem gostei/nem desgostei; 9-gostei extremamente)	118
18	Frequência de notas da avaliação sensorial para aceitação global das amostras do leite fermentado em fevereiro/2011 (1-desgostei extremamente; 5-nem gostei/nem desgostei; 9-gostei extremamente)	119

LISTA DE ABREVIACOES, SIGLAS E SÍMBOLOS

SNG	Sólidos não gordurosos
PB	Proteína bruta
UFC	Unidade formadora de colônia
NMP	Número mais provável
PLCG	Produção de leite corrigida para 4% gordura
ASE	Amostra seca em estufa
ASA	Amostra seca ao ar
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente cido
AGCC	cidos graxos de cadeia curta
AGCM	cidos graxos de cadeia média
AGS	cidos graxos saturados
AGI	cidos graxos insaturados
MUFA	cidos graxos monoinsaturados
PUFA	cidos graxos poliinsaturados
n6	Série mega 6
n3	Série mega 3
k	ndice de consistência
n	ndice de comportamento
τ	Tensão de cisalhamento
τ_0	Tensão de cisalhamento inicial
η_{pl}	Viscosidade plástica
γ	Taxa de deformação
η	Viscosidade
Pa	Pascal
Pa.s	Pascal segundo
IA	ndice de Aterogenicidade
IT	ndice de Trombogenicidade

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	30
2 PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE BÚFALAS SUPLEMENTADAS COM TORTAS DE CUPUAÇU E MURUMURU, EM BELÉM, PARÁ.	
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	37
2.1 INTRODUÇÃO.....	38
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
2.4 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	51
3 TEXTURA, REOLOGIA E SINÉRESE DE LEITE FERMENTADO DE BÚFALAS SUPLEMENTADAS COM TORTAS DE CUPUAÇU E MURUMURU, EM DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS E PERÍODO DE ESTOCAGEM.	
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	55
3.1 INTRODUÇÃO.....	57
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
3.4 CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS.....	88
4 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA, SENSORIAL E MICROBIOLÓGICA DO LEITE FERMENTADO DE BÚFALAS SUPLEMENTADAS COM TORTAS DE CUPUAÇU E MURUMURU.	

RESUMO.....	94
ABSTRACT.....	94
4.1 INTRODUÇÃO.....	97
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	99
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	104
4.4 CONCLUSÃO.....	120
REFERÊNCIAS.....	120
CONCLUSÕES GERAIS.....	125
ANEXOS	

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A população de búfalo (*Bubalus bubalis*) no mundo é estimada em aproximadamente 177,25 milhões de cabeças, das quais cerca de 171 milhões podem ser encontradas na Ásia (97%), destacando-se a Índia com 98,7 milhões de animais, o que representa 55,7% do total mundial (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2008).

Existe na América um grande entusiasmo acerca da produção de búfalo particularmente entre associações de gado e criadores de búfalos que é considerado o animal do futuro e seu número nos últimos 50 anos têm aumentado consideravelmente. Uma das características que faz com que seja amplamente usado é sua extraordinária habilidade para converter fibra em energia com o uso de forragens tropicais e subprodutos agrícolas, não competindo com os humanos pelos principais produtos agrícolas. Outra característica importante do búfalo é sua capacidade de adaptação em diferentes climas além de sua alta fertilidade, sempre superior aos bovinos. As raças de búfalos são sinônimos de baixos custos de produção e altos níveis de produtividade (BORGUESE, 2005).

A chegada dos búfalos no Brasil foi caracterizada por entradas de pequenos lotes de animais em épocas distintas. Como relatado por Santiago (2000) o primeiro aporte da espécie se deu na Amazônia por volta de 1980/1985 quando indivíduos da variedade Malaia ou da China foram trazidos por refugiados da Guiana Francesa. Já no início do século XX tem-se confirmado as importações feitas por Bertino Lobato de Miranda e Vicente Chermont de Miranda para a Ilha do Marajó. Após este período outros criadores importaram búfalos italianos e concomitantemente foram introduzidos animais provenientes da Índia. A partir da importação de animais puros da raça Murrah e Jafarabadi em 1962 a bubalinocultura vem se consolidando como uma opção pecuária relevante, no entanto, particularidades do sistema nacional estatístico oficial onde, em muitas situações, o registro de búfalos se confunde com o de bovinos, resultam na subestimação da dimensão real do rebanho bubalino. Assim, apesar de estimado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como sendo de 1,2 milhões de cabeças, a Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB), por levantamentos indiretos e avaliações de abate/desfrute, aponta que o rebanho bubalino brasileiro atinge cerca de 3,5 milhões de animais e apresenta um crescimento anual de pelo menos 3 a 3,5%. Os búfalos vêm sendo criados usualmente em pequenas e médias propriedades e, grandes rebanhos são encontrados principalmente na região Norte onde são

mantidos em regime de criação extensiva, sendo explorados principalmente para a produção de carne e leite (BERNARDES, 2007).

Nestas condições, a produtividade leiteira não alcança os níveis de produção encontrados em outros países como é o caso da Itália, onde se tem feito um programa muito rigoroso de melhoramento animal, no entanto, a fabricação de queijos e outros produtos têm experimentado um crescente aumento de produção e consumo no Brasil em função da grande aceitação no mercado, observando-se elevado crescimento das unidades industriais produtoras de derivados de leite de búfala, principalmente, a partir dos anos 90. Tal crescimento se deve ao alto rendimento industrial do leite bubalino e à possibilidade de se agregar maior valor aos seus derivados do que aos derivados do leite bovino. Além da tradicional mozzarella, existe a possibilidade de se produzir, a partir do leite de búfala, queijos tipo minas frescal, ricota, doce de leite, queijo tipo coalho, iogurte, provolone, dentre outros (ANDRIGHETTO, 2005; BERNARDES, 2007; ABCB, 2009).

A qualidade do leite da búfala apresenta-se como diferencial no aproveitamento final do produto porque é um leite com menos água e maiores teores de proteína, gordura e minerais. Estas vantagens podem ser materializadas porque existe uma tendência mundial em pagar o leite pelo peso e quantidade de seus constituintes. Por isto, a produção de leite das búfalas pode ser compensada pelo maior preço pago em virtude da qualidade do leite produzido (TEIXEIRA; BASTIANETTO; OLIVEIRA, 2005).

E mais, seu rendimento industrial é efetivamente extraordinário, chegando, comparativamente, suplantar o rendimento do leite bovino em mais de 40%. Não há dúvida de que, em relação ao bovino, o leite bubalino possui muito menos água; o teor de gordura é sempre muito elevado; a média do conteúdo de sólidos não gordurosos (SNG) é mais alta; e os teores de proteínas e caseína são bem mais elevados. Os dados encontrados a respeito da composição do leite de búfalo são muito variados, o que é normal considerando-se os diversos fatores que agem sobre a mesma. Têm especial importância na composição do leite as condições de clima, de alimentação, raça e manejo (TONHATI et al., 2000; SINDHU; SINGHAL, 1988; ROSATI; VAN VLECK, 2002).

Com relação à alimentação dos animais, constituída de uma fração volumosa, oferecida à vontade e outra concentrada, com oferta limitada, deve-se observar os objetivos a serem alcançados em termos de desempenho animal, respeitando-se obviamente, a relação custo/benefício no momento de se determinar qual a participação do concentrado na ração total. O volumoso, na grande maioria das situações, é o ingrediente mais barato da ração total, devendo o seu uso ser sempre maximizado. A produção de volumosos deve ser buscada

sempre se preocupando com altos índices de produtividade, associados à qualidade nutricional superior e, evidentemente, a custos reduzidos. Com a obtenção eficiente de volumosos, e seu uso maximizado, o produtor se torna menos dependente da utilização de concentrados, reconhecidamente mais caros. Já na fração concentrada da dieta, os grãos participam em níveis acima de 50% e são os ingredientes que mais oneram a mistura concentrada, principalmente no Brasil, onde a relação preço do grão / preço do produto (carne/leite) é, na maioria das vezes, desvantajosa. Desta forma, alternativas devem ser buscadas à substituição dos ingredientes clássicos que entram na formulação dos concentrados, notadamente milho e soja, por ingredientes de menor custo, mas que não limitem o desempenho animal ou que limitem a um certo ponto, de forma que o balanço final entre o custo da alimentação e a receita gerada seja positivo (COSTA, 2003).

Das espécies forrageiras com destaque potencial para produção leiteira está o capim mombaça, cultivar de *Panicum maximum* lançada em 1993, que é considerada planta cespitosa, com altura média de 1,65 m, cujas folhas são quebradiças, com largura média de 3,0 cm e sem cerosidade (SANTOS, 1997). Comparado a outros cultivares da mesma espécie, apresenta maior altura, com produtividade elevada, especialmente em sistemas intensificados de produção animal. Segundo Euclides et al. (2008) é baixa a variabilidade, em termos de valor nutritivo, entre gêneros, espécies e cultivares de plantas forrageiras, quando comparados sob as mesmas condições de manejo. Dados relatados pela Embrapa - Gado de Corte apresentaram valores para o mombaça de 13,4% de proteína bruta nas folhas e 9,7%, nos colmos. Sob pastejo rotacionado, em amostras de forragem simulando o pastejo animal, o conteúdo de proteína bruta e digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica, nos períodos das águas e da seca, foram de 12,0%; 6,0%; 63,4% e 52,3%, respectivamente (MOCHEL FILHO, 2009).

O Brasil produz, anualmente, 40 milhões de toneladas de frutas, ocupando a segunda colocação no ranking mundial. Embora a maior parte das frutas produzidas seja comercializada na forma “in natura”, nos últimos anos o mercado de produtos processados (conservas, polpas congeladas e sucos) vem apresentando um crescimento na ordem de 10% ao ano. De acordo com dados da FAO, citados por Lousada Júnior et al. (2005), calcula-se que, nos países em desenvolvimento, como resultado do processamento de frutas, sejam gerados 40% de resíduos agroindustriais. Tais resíduos representam custos operacionais para as empresas, uma vez que estas precisam dar destino adequado a este material, evitando que se tornem fontes de contaminação ambiental (LOUSADA JÚNIOR et al., 2005).

Desta forma, diversos subprodutos da agroindústria, encontrados em determinadas regiões do território nacional, podem ser utilizados na alimentação de ruminantes, contribuindo significativamente para reduzir os custos alimentares e diminuir o impacto ambiental da indústria de processamento de frutas (DANTAS FILHO et al., 2007).

Os ruminantes, através de sua flora microbiana presente no rúmem, têm a capacidade de aproveitar alimentos grosseiros, porção fibrosa das plantas e subprodutos diversos, com posterior metabolização, que originam produtos de elevado valor nutritivo, como leite e carne. Portanto, exercem importante papel no aproveitamento de resíduos da agricultura e subprodutos da agroindústria, reciclando-os e reduzindo a demanda por alimentos mais nobres, destinados à alimentação humana (COSTA et al., 1996).

A utilização de fontes alimentares alternativas na dieta de ruminantes, como aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas, tem-se mostrado uma ótima alternativa nutritiva para estes animais, suprimindo assim suas necessidades nas épocas de seca, e para os produtores, que diminuem os custos com a alimentação de seus rebanhos. A disponibilidade e a qualidade desses materiais são bastante variáveis em função do nível de industrialização e de acordo com as características de cada região (LINHARES; SOUZA JÚNIOR, 2008).

Também o desenvolvimento da fruticultura em diversas áreas da Região Norte e Nordeste nos últimos anos, tem proporcionado a produção desde a fruta de mesa até industrializados como: polpa, sucos, doces, entre outros. Em todos os estados dessas regiões, há produção de algum resíduo agroindustrial com potencial para uso como alimento para os animais. Na Bahia e em Sergipe, destaca-se a produção de resíduo da cultura de citrus, no Maranhão, a casca do arroz, no Ceará, o bagaço de caju, no Rio Grande do Norte, o aproveitamento dos resíduos da fruticultura irrigada (melão, principalmente). No estado do Pará, atualmente, as agroindústrias têm disponibilizado resíduos importantes, dentre os quais tortas de cupuaçu e murumuru (LINHARES; SOUZA JÚNIOR, 2008).

Outro importante fator relacionado ao uso dos subprodutos é o valor nutritivo. Estes podem ser consumidos na sua forma *in natura*, bem como desidratados na forma de feno e, também, sob a forma de silagem. Na inclusão de subprodutos na dieta dos rebanhos, deve-se atentar para a composição química e balanço dos nutrientes.

Peixoto Joele et al. (2011) avaliou a qualidade da carne de búfalos suplementados com resíduos agroindustriais (coco e dendê) e concluiu que não houve diferença significativa nas características físicas, químicas e sensoriais, quando comparada à carne de animais que receberam suplementação tradicional á base de milho.

Búfalos alimentados com suplemento padrão (13,5% de proteína bruta e 70% de nutrientes digestíveis totais) e outro com torta de dendê e melão, nas proporções de 92,5% e 7,5%, indicaram que a substituição total do concentrado padrão, por torta de dendê/melão, diminuiu o rendimento em 40%, enquanto a substituição até 60% promoveu decréscimo de 21% (BATUBARA; BOER; ALIESER., 1993). Na ilha de Marajó, Pará, bubalinos suplementados com torta de dendê, associada ao farelo de trigo, na proporção de 39%, obtiveram ganhos de peso de 644 a 754 g/animal/dia, no período seco (LOURENÇO JÚNIOR et al., 1998).

A torta do cupuaçu é o resíduo da extração do óleo da semente seca, livre de qualquer resíduo da polpa, por prensagem mecânica, através do qual retira-se 80% do óleo total da semente, resultando num resíduo com aproximadamente 11% de extrato etéreo, 19% de proteína bruta e de 89% de matéria seca (CARVALHO, 2004)

Pereira (2009) pesquisou a utilização da torta de cupuaçu na alimentação de ovinos e concluiu que a inclusão de altos níveis de torta de cupuaçu à dieta afetou a digestão “*in vitro*” dos demais ingredientes, em particular dos que possuem maior composição fibrosa. Porém quando administrada a torta de cupuaçu na proporção de 50% de substituição da fonte protéica da dieta não causou prejuízos ao desempenho dos cordeiros e às características de suas carcaças e carne.

Rodrigues et al. (2010) avaliaram o consumo voluntário de torta de cupuaçu em vinte carneiros, com inclusão de níveis gradativos e concluíram que até 40% de substituição, a torta de cupuaçu constitui alternativa como ingrediente na formulação de dieta, nos sistemas de produção de ruminantes.

O murumuru (*Astrocaryum murumuru* Mart.) está distribuída em todos os estados amazônicos, ao longo dos rios, nas áreas temporariamente inundadas e em formações florestais densas ou semi-abertas. As comunidades amazônicas conhecem as propriedades fibrosas de suas folhas e estipe, seu palmito e óleo comestíveis. Apesar do seu potencial econômico, a espécie é pouco explorada comercialmente, provavelmente pela dificuldade em seu manuseio, visto que possui inúmeros espinhos. Atualmente existem no mercado produtos que utilizam como matéria-prima óleos extraídos de seus frutos, um produto que reúne triglicerídeos saponificados de palmeiras do gênero *Astrocaryum*, utilizando-os como aditivos em formulações de sabonetes. O resíduo da extração do óleo tem em média 11% de extrato etéreo, 7% de proteína e 94% de matéria seca (MIRANDA et al., 2001).

Para avaliar a utilização da torta de murumuru, Menezes et al. (2010), utilizou 20 ovinos e submeteu-lhes a tratamentos com inclusão gradativa da torta, e concluiu que a torta

de murumuru constitui alternativa como ingrediente na formulação de dieta, nos sistemas de produção de ruminantes, em níveis de até 40%.

A utilização destas formas alternativas de alimentos na alimentação dos ruminantes é viável economicamente, visto que a alimentação ocupa de 70% a 80% dos custos de produção. Portanto, há a necessidade de mais estudos para saber quais os melhores alimentos alternativos a serem utilizados nas diferentes espécies e em diferentes estados fisiológicos dos animais, com o intuito de fornecer energia, proteína, vitaminas e minerais necessários para o seu desenvolvimento ponderal e produtivo.

As exigências mercadológicas têm imposto mudanças aceleradas à cadeia produtiva do leite, já que o consumidor contemporâneo exige que, além das características nutricionais normais, o alimento seja um provedor de bem-estar e qualidade de vida, visão conhecida como Nutracêutica. Atendendo a esta nova realidade, a manipulação da dieta possibilita o incremento do perfil de ácidos graxos dos produtos oriundos de animais ruminantes, permitindo acrescentar ácidos graxos de interesse, que desempenham diversas atividades fisiológicas, atendendo assim à nova perspectiva de consumo (ALMEIDA, 2008).

Como os ácidos graxos constituem cerca de 90% dos triglicerídeos e, estes, quase a totalidade dos lipídeos do leite e dos tecidos adiposos dos animais, o perfil de ácidos graxos é determinante nas propriedades físicas, químicas e sensoriais dos alimentos. Os ácidos graxos secretados no leite de ruminantes têm duas origens distintas: parte é obtida da circulação como ácidos graxos pré-formados oriundos da dieta ou mobilização das reservas corporais, enquanto que a outra parte é sintetizada na própria glândula mamária, a partir de acetato e beta-hidroxibutirato. Este último mecanismo é denominado síntese *de novo*, no qual são formados os ácidos graxos de cadeia curta (C4-C10) e média (C12-C16) secretados no leite (FONSECA; SANTOS, 2000).

Parte dos ácidos graxos com átomos de 16 carbonos e aqueles com mais de 18 são obtidos da circulação (TONHATI et al., 2011). Os principais ácidos graxos do leite apresentam cadeia carbônica entre 4 e 20 átomos, sendo os principais ácidos graxos saturados: palmítico (C16:0), mirístico (C14:0) e esteárico (C18:0), destacando-se o primeiro como o de maior teor. Entre os insaturados, destaca-se o ácido oléico (C18:1), principalmente o *cis* 9 (KAY et al., 2004).

A principal característica do leite de ruminantes é sua grande proporção em ácidos graxos de cadeia curta e média, que está relacionada com o aroma e o sabor, assim como com a sua fluidez (SANTOS et al., 2001). De acordo com Fernandes (2004), os ácidos graxos de maior participação no leite de búfala, em ordem crescente são C16:0, C18:1, C18:0 e C14:0,

sendo também os de maior participação no leite bovino, de acordo com resultados encontrados por Palmquist, Beaulieu e Barbano (1993).

A associação entre a ingestão de gordura e problemas de saúde colocou-a no foco das atenções. Em especial, relacionou-se a gordura de origem animal, mais saturada, a problemas de coração. Porém é necessário caminhar para um grau de desagregação maior, até chegar aos ácidos graxos isoladamente. Neste particular, nenhum exemplo é mais eloquente do que o do ácido linoléico conjugado (CLA), apontados como anticarcinogênicos e modulador do sistema imune (MEDEIROS, 2002).

Apesar da grande polêmica atual envolvendo alimentos que contém gorduras do tipo trans, a gordura trans formada por ruminantes tem uma composição diferente de ácidos graxos do que a gordura trans formada a partir da hidrogenação de óleos. A gordura trans formada pelos ruminantes atua de forma diferente em termos de efeitos na saúde humana. Dados do Nurse's Health Study revelaram que a gordura trans derivada de gordura vegetal aumenta o risco de doenças cardíacas coronárias, enquanto que a gordura trans de origem animal não somente não aumenta o risco, como também é capaz de diminuí-lo (TALPUR; BHANGER; KHUHAWAR, 2006).

A gordura trans presente no leite, o ácido vacênico, é precursora de ácidos graxos específicos de ruminantes, como os ácidos linoléicos conjugados. O ácido linoléico conjugado representa uma mistura de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoléico (18:2), com duplas ligações conjugadas. Os diferentes isômeros de CLA têm diferentes efeitos fisiológicos, sendo já comprovada a atividade biológica de dois dos seus isômeros, o 18:2 c9t11 e o 18:2 t10c12 (SEÇKIN et al., 2005; SIEBER et al., 2004).

Em toda manipulação nutricional de ruminantes em produção, é crucial atentar para as possíveis limitações impostas por ela, especialmente àquelas relacionadas à ingestão, uma vez que é considerada como a barreira primária para que os animais de alta produção externem plenamente seu potencial (ALLEN, 2000).

Embora as rações tradicionais de ruminantes apresentem reduzido teor de gordura, geralmente menos que 3% (PALMQUIST; JENKINS, 1980), a introdução de maiores quantidades, especialmente daquelas ricas em ácidos graxos poliinsaturados, tem despertado crescente interesse.

A gordura ingerida por animais em lactação pode ser direcionada para três finalidades metabólicas: incorporação no tecido adiposo, oxidação para fornecimento de energia e para secreção direta no leite (PALMQUIST, 1994). Esta última rota, segundo Palmquist e Mattos (1978), pode requisitar até 75% dos ácidos graxos absorvidos.

A possibilidade da manipulação da dieta é de especial interesse para ruminantes leiteiros, devido ao seu leite ser destinado à produção de derivados, como queijos e leites fermentados, cujo rendimento e qualidade final, especialmente firmeza, cor e sabor são intimamente dependentes da composição do leite que lhes deram origem. Neste sentido cabe ressaltar que o leite de búfala é um alimento com elevado teor de nutrientes, e uma fonte de proteínas de alto valor biológico, ou seja, possui os aminoácidos essenciais em proporções adequadas para a utilização pelo organismo (FARIA; BENEDET; LE GUERROUE, 2006).

Quando submetido à fermentação, ocorrem modificações nos nutrientes, com o aumento da digestibilidade e da absorção de proteínas, lipídeos e carboidratos. As proteínas sofrem hidrólise parcial e originam polipeptídeos, peptídeos e aminoácidos, formando um coágulo finamente dividido. A absorção de cálcio e de ferro é aumentada. O cálcio passa da forma de caseinato de cálcio para lactato de cálcio e a acidez aumentada auxilia sua absorção (GOMES; MALCATA, 1999).

A fermentação caracteriza-se pela utilização parcial dos nutrientes por micro-organismos ácido lácticos, que utilizam principalmente a lactose, dando origem ao ácido láctico e a outros ácidos orgânicos, como o acético e o propiônico. Estes agem aumentando a acidez até alcançar o ponto isoelétrico da caseína. A acidificação do meio aumenta a solubilidade de minerais como o cálcio orgânico e o fósforo, contidos na micela, tornando-os gradualmente solúveis na fase aquosa. A micela desintegra e a caseína precipita, com posterior agregação como resultado de interações hidrofóbicas entrópicas, que modificam a fluidez (FERREIRA, 2001).

A fermentação é um método de preservação largamente utilizado desde os primórdios da civilização, pela ausência de métodos de refrigeração ou pasteurização. Historicamente, o processo de fermentação envolvia a coagulação do leite por micro-organismos presentes no meio, obtendo-se um produto final com características e propriedades físico-químicas diferentes da matéria-prima (ALM, 1991).

As bactérias acidoláticas utilizadas atualmente para a produção de leites fermentados pertencem principalmente aos gêneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, entre outros, e são assim denominadas por fermentarem açúcares, produzindo ácido láctico como principal produto do metabolismo. Estas bactérias agem acidificando os produtos alimentares, impedindo o desenvolvimento de bactérias indesejáveis e aumentando o período de conservação dos produtos fermentados em relação à matéria-prima não fermentada (PIARD et al., 1997).

Dentre os diferentes tipos de leites fermentados que podem ser obtidos, os produtos elaborados com bactérias probióticas tem despertado grande interesse. São micro-organismos vivos que, ingeridos em determinadas quantidades, exercem efeitos benéficos à saúde do hospedeiro, além dos relacionados aos efeitos nutricionais em geral (VRESE et al., 2001).

Considera-se que alguns leites fermentados apresentam propriedades terapêuticas por serem elaborados com bactérias que incluem lactobacilos, bifidobactérias e estreptococos, cuja origem geralmente é o trato gastrointestinal humano e que apresentam, além dos efeitos bioquímicos e biológicos sobre os nutrientes do leite, efeitos fisiológicos e terapêuticos sobre o consumidor. Destas bactérias, em especial os lactobacilos e bifidobactérias possuem características que permitem sua classificação como probióticas (ALM, 1991).

Schrezenmeir e Vrese (2001) propuseram a seguinte definição para probióticos: “Uma preparação ou um produto contendo micro-organismos definidos e viáveis em número suficiente, que alteram a microbiota (por implantação ou colonização), em um compartimento do hospedeiro e que exercem efeitos benéficos à saúde deste hospedeiro” Entre os efeitos terapêuticos designados às bactérias probióticas, podem ser citados o alívio da intolerância à lactose, modulação do sistema imune, prevenção de distúrbios intestinais, além da possível ação na redução do colesterol sanguíneo e ações antitumorais (VRESE et al., 2001).

Os veículos existentes para carrear bactérias probióticas integram três grandes grupos: alimentos infantis, preparações farmacêuticas e produtos lácteos. Destes, o grupo mais representativo é o dos produtos lácteos, principalmente leites fermentados, iogurtes, sorvetes e queijos, nos quais utilizam-se frequentemente culturas iniciadoras, como os lactobacilos, e como aditivo ou suplemento, as bifidobactérias (GOMES; MALCATA, 1999). Os diferentes leites fermentados apresentam fases de produção similares, como padronização do conteúdo de gordura, aumento dos sólidos não gordurosos do leite, homogeneização, desaeração e tratamento térmico. O leite bubalino, por apresentar composição diferente do bovino, com maior conteúdo de sólidos totais e de desengordurados, não requer o aumento de sólidos não gordurosos para a elaboração de iogurte e de outros leites fermentados, obtendo-se viscosidade, textura e aparência adequadas sem a necessidade desta adição

Para determinar quando a fermentação deve ser finalizada, pode-se utilizar como parâmetro, a porcentagem de ácido lático, sendo que o valor deve ser de no mínimo 0,60%, para que haja inibição do crescimento de bactérias patogênicas ou deteriorantes que eventualmente estejam presentes no produto (BRASIL, 2000). Portanto, na produção de um alimento probiótico, é fundamental que a bactéria probiótica possa ser cultivada em escala industrial, sendo que o produto final deve ter vida média satisfatória, variando de 15 a 30 dias,

e propriedades sensoriais (cor, aroma, sabor e textura) aceitáveis, com os micro-organismos presentes no produto viáveis e em número elevado ($>10^6$ UFC/mL) durante a vida-de-prateleira (BRASIL, 2000).

A utilização do leite de búfala para elaborar produtos que tradicionalmente são derivados do leite de vaca é justificada quando se compara a qualidade nutricional e tecnológica destes. O leite de búfala, em relação ao de vaca, apresenta menor conteúdo de água e maior conteúdo de proteína, gordura e minerais (NASCIMENTO; CARVALHO, 1993).

Produtos lácteos elaborados com leite bubalino, como mozzarella e iogurte, apresentam melhor qualidade e rendimento que os produtos de leite bovino (rendimento de 39 e 40% a mais, respectivamente). Além disso, a elaboração de iogurte e outros leites fermentados, utilizando leite bovino, normalmente requer o aumento dos sólidos não gordurosos pela adição de substâncias espessantes para obter melhor viscosidade, textura e aparência no produto. Os mesmos produtos, elaborados a partir do leite de búfala, não necessitam dessas adições em virtude do maior conteúdo de sólidos totais e sólidos desengordurados. Portanto, o leite de búfala representa uma alternativa para o aproveitamento tecnológico (BENEVIDES, 1998).

Devido a existência de poucas especificações do padrão de qualidade de leites fermentados, torna-se difícil padronizar sua qualidade até mesmo devido às diversas formas, variedades, métodos de fabricação, ingredientes e preferências do consumidor (PENNA; BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1997). Entretanto, essa avaliação pode ser orientada tanto por determinações físico-químicas (pH e acidez) como por avaliações instrumentais, como firmeza por exemplo, ou avaliação sensorial de sabor, aparência e textura (KROGER, 1976)

Géis de leites fermentados tipo firme devem apresentar consistência semi sólida e suave sem soro na superfície, sem fendas, orifícios ou outros defeitos (LUCEY; SINGH, 1998). Schmidt et al. (1980) relataram que iogurtes feitos de leites aquecidos a 90 °C/30 minutos apresentavam-se com aparência “granulosa”, enquanto iogurtes preparados de leites aquecidos a 80 ou 85 °C/30 minutos foram descritos como “suaves e de corpo firme”.

Géis ácidos preparados de leite aquecidos severamente com glucona- δ -lactona (GDL) apresentam uma superfície “áspera” com visíveis fendas e alguma separação de soro (LUCEY et al., 1997). Segundo os autores, a recomposição da rede após a formação do gel pode ser responsável por esses defeitos.

A mais importante propriedade estrutural do iogurte firme é a força de seu coágulo e sua consequente habilidade para imobilizar água (DANNENBERG; KESSLER, 1988). A

sinérese é um defeito comum nos produtos fermentados de leite e é consequência da contração do gel com concomitante expulsão do soro (LUCEY; SINGH, 1998).

Na prática, uma rápida acidificação do leite e uma temperatura de incubação alta podem ser as principais causas da separação do soro em géis ácidos como o iogurte. Outras possíveis causas para esse fenômeno são: tratamento térmico excessivo da mistura, baixo teor de sólidos totais (proteína e/ou gordura) da mistura, movimento ou agitação durante ou logo após a formação do coágulo e baixa produção de ácido ($\text{pH} \geq 4,8$) (LUCEY; SINGH, 1998).

Para se evitar este tipo de defeito pode-se recorrer a algumas práticas como: homogeneização da gordura ou aumento do conteúdo de proteínas para cerca de 3,5%; diminuição do conteúdo de minerais; tratamento térmico adequado; abaixamento da temperatura de incubação; resfriamento lento do coágulo; uso de culturas produtoras de substâncias viscosas; uso de estabilizantes e cuidados na manipulação e no transporte (KROGER, 1976).

A consistência do iogurte é um atributo tão importante quanto o sabor e o aroma. A firmeza adequada, sem separação de soro, é essencial para a máxima qualidade do produto (PENNA; BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1997).

Uma textura excessivamente firme pode ser causada por fatores como um alto teor de sólidos totais na mistura, adição de estabilizantes ou uma temperatura de incubação muito baixa. Um coágulo “fraco” pode ser causado por fatores como baixo teor de sólidos na mistura, tratamento térmico do leite insuficiente, baixa acidez e altas temperaturas de incubação (LUCEY; SINGH, 1998).

Defeitos como “grumoso”, “granular” ou presença de “nódulos” são desagradáveis uma vez que os consumidores esperam produtos “suaves” e de “corpo fino” (BODYFELT et al., 1988). “Grumoso” geralmente refere-se à presença de grandes agregados de proteína em iogurtes que podem muitas vezes atingir tamanhos de 1-5 mm. Produção excessiva de ácido a altas temperaturas de incubação, uso excessivo de cultura para inoculação foram associados com esse tipo de defeito (HUMPHREYS; PLUNKETT, 1969).

Tratamento térmico excessivo do leite e adição de altos teores de proteínas do soro tem sido também associados com outros defeitos na textura. Em amostras de iogurtes, onde mais de 20% de sólidos desengordurados do leite foram substituídos por CPS, uma textura “granulosa” foi observada (GREIG; VAN KAN, 1984).

A aplicação da análise sensorial em produtos lácteos tem sido utilizada, nos últimos anos, como uma ferramenta para se fazer a relação entre certos compostos alimentares da dieta animal e o sabor do leite, além de auxiliar na identificação de possíveis alterações de

processamento e sugerir correções (OGDEN, 1993). São escassos os trabalhos que abordam a avaliação sensorial de leites fermentados e iogurtes produzidos exclusivamente com leite de búfala. Faria, Benedet e Guerroue (2006) avaliando o leite de búfala fermentado por *Lactobacillus casei* e suplementado com *Bifidobacterium longum*, observaram boa aceitação do produto, com a média das notas dos julgadores variando de 6,68 a 6,98, que correspondem às classificações “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Chawla e Balachandran (1994) verificaram que o iogurte de leite de búfala, contendo 3,0% de gordura e 10% de sólidos não gordurosos (SNG), apresentou bom desempenho na avaliação sensorial realizada por provadores treinados. Os autores também observaram valores crescentes de viscosidade no iogurte contendo 9,0 a 15,0% de sólidos totais. Segundo Cunha Neto et al. (2005), o leite bubalino, por apresentar maiores concentrações de gordura e proteínas, confere características sensoriais peculiares aos derivados lácteos, o que permite a obtenção de produtos, como o iogurte, com propriedades diferentes das observadas do iogurte elaborado com o leite da espécie bovina. Em avaliação sensorial realizada em iogurtes com diferentes teores de gordura, os autores observaram que o iogurte padronizado, produzido exclusivamente com leite de búfala, apresentou notas maiores quanto ao sabor na análise sensorial nos tempos 15 e 30 dias de armazenamento, indicando um bom potencial para o consumo em condições nacionais.

Diante do exposto, o **Capítulo 2 - “Produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de búfalas suplementadas com tortas de cupuaçu e murumuru, em Belém, Pará”** tem como objetivo avaliar o efeito do fornecimento de torta de cupuaçu e torta de murumuru na composição química, no perfil de ácidos graxos e na produção de leite de búfalas primíparas, na Amazônia Oriental; no **Capítulo 3 - “Textura, reologia e sinérese de leite fermentado de búfalas suplementadas com tortas de cupuaçu e murumuru, em diferentes tratamentos térmicos e período de estocagem”** onde será avaliado esse derivado lácteo, em sua firmeza, elasticidade, coesividade, sinérese e comportamento reológico, durante seu período de estocagem, e finalmente, no **Capítulo 4 - “Qualidade físico-química, sensorial e microbiológica do leite fermentado de búfalas suplementadas com tortas de cupuaçu e murumuru”**, que visa determinar e avaliar as características físico-químicas, em relação à composição bromatológica, perfil de ácidos graxos e microelementos além da qualidade microbiológica da matéria-prima e derivado e perfil sensorial do leite fermentado probiótico, em função da alimentação suplementar.

REFERÊNCIAS

A.B.C.B, **Derivados de leite de búfalos**. Associação Brasileira de Criadores de Búfalos, disponível em:<www.bufalo.com.br>. Acesso em: jan. 2009

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p.1598-1624, 2000.

ALM, L. The therapeutic effects of various cultures – an overview. In: ROBINSON, R.K. (Ed.). **Therapeutic Properties of Fermented Milks**. London: Elsevier, 1991. p.45-64.

ALMEIDA, O. C. **Concentração arterial, retenção de metabólitos pela glândula mamária e concentração de CLA no leite de cabras, em resposta à ingestão de fontes de ácidos graxos poliinsaturados ou doses crescentes de óleo de soja**. 2008. 156f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2008.

ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A. M.; GOMES, M. I. F. V.; HOCH, A.; PICCININ, A. Efeito da monensina sódica sobre a produção e composição do leite, a produção de mozzarella e o escore de condição corporal de búfalas Murrah. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 641-649, 2005.

BATUBARA, L. B.; BOER, M.; ALIESER, S. The utilization of palm kernel cake and molasses to meet the protein and energy needs of buffaloes. **Journal Penelitian Paternakan Sungei Putih**, v. 1, n. 1, p. 16-18, 1993.

BENEVIDES, C. M. Leite de búfala: qualidades tecnológicas. **Higiene Alimentar**, v. 12, n. 54, p. 18-21, 1998.

BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 293-298, 2007.

BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. – **The sensory evaluation of dairy products**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1988, p. 227-299.

BORGHESE, A. Buffalo Production and Research, Rome 2005 **FAO. Food Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 9 jan. 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Resolução nº 5 de 13 de novembro de 2000**. Padrões de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Brasília, 2000.

CARVALHO, A. V. **Extração, concentração e caracterização físico-químicas e funcionais das proteínas da semente de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Shum.)**. 2004. 151f. Tese (Doutorado em Tecnologia dos Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

CHAWLA, A. K.; BALACHANDRAN, R. Studies on yoghurt buffalo milk: effect on different solids not fat content on chemical, rheological and sensory characteristics. **Indian Journal of Dairy Science**, v. 47, n. 1, p. 762-765, 1994.

COSTA, M. L. **Utilização de alimentos alternativos na alimentação de bovinos de corte**. 2003 Disponível em: [http:// www.rehagro.com.br/publicação.do?cdnoticia=447](http://www.rehagro.com.br/publicação.do?cdnoticia=447), acesso em 20/09/2010.

_____; MAGALHÃES, J. A.; TAVARES, A. C.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; SILVA NETTO, F. G. **Diagnóstico da pecuária em Rondônia**. Porto Velho, RO: EMBRAPA-CPAF, 1996. 34p.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A.; HOTTA, F. R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 448-453, 2005.

DANNENBERG, F.; KESSLER, H. G. Effect of denaturation of β -lactoglobulin on texture properties of set-style nonfat yoghurt. 1.Syneresis. **Milchwissenschaft**, v. 10, n. 43, p. 632-635, 1988.

DANTAS FILHO, L. A.; LOPES, J. B.; VASCONCELOS, V. R.; OLIVEIRA, M. E.; ALVES, A. A.; ARAÚJO, D. L. C.; CONCEIÇÃO, W. L. F. Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 147-154, 2007.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 18-26, 2008.

FAO. **Food Agriculture Organization of the United Nations**. 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 10 maio de 2011.

FARIA, C. P.; BENEDET, H. D.; GUERROUE, J. L. Parâmetros de produção de leite de búfala fermentado por *Lactobacillus casei*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 511-516, 2006.

FERNANDES, S. A. A. **Levantamento exploratório da produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de búfalas de cinco fazendas do Estado de São Paulo**. 2004. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2004.

FERREIRA, C. L. L. F.; MALTA, H. L.; DIAS, A. S.; GUIMARÃES, A.; JACOB, F. E.; CUNHA, R. M.; CARELI, R. T.; PEREIRA, S.; FERREIRA, S. E. R. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 56, n. 321, p. 152-158, 2001.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Contagem de células somáticas**. In: Qualidade do leite e controle de mastite, São Paulo: Lemos, 2000. p. 44-58.

GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. Y. *Bifidobacterium* spp. and *lactobacillus acidophilus*: biochemical, technological and therapeutical properties relevan for use as probiotics. **Trends in food science and technology**, v. 10, n. 4-5, p. 139-157, 1999.

GREIG, R. I.; VAN KAN, J. Effect of whey protein concentrate on fermentation of yoghurt. **Dairy Industries International**, v. 49, n. 10, p. 28-29, 1984.

HUMPHREYS, C. L.; PLUNKETT, M. – Yoghurt: a review of its manufacture. **Dairy Science Abstracts**, v. 31, n. 11, p. 607-622, 1969.

KAY, J. K.; MACLE, T. R.; AULDIST, M. J. N.; THOMSON, A.; BAUMAN D. E. Endogenous synthesis of *cis-9, trans-11* conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 2, p. 369-378, 2004.

KROGER, M. – Quality of yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 2, p. 344-350, 1976.

LINHARES, C. M.; SOUZA JÚNIOR, J. B. F. Alimentos alternativos para ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 34, 2008. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=337. Acesso em: 21/09/2010.

LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SIMÃO NETO, M.; LOURENÇO, A.V.; MORAES, M.P.S.; SILVA, J.A.R. Live weight gain of grazing water buffaloes supplemented with concentrates in Marajó Island, Brazil. **Buffalo Journal**, v. 14, n. 1, p. 11-19, 1998.

LOUSADA JÚNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; LOBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de subprodutos de processamento de frutos em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 659-669, 2005.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. – Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**. v. 30, n. 7, p. 529-542, 1998.

_____; VLIET, T. V.; GROLLE, K.; GEURTS, T.; WALSTRA, P. Properties of acid casein gels made by acidification with glucono- δ -lactone. I. Rheological properties. **International Dairy Journal**, v. 7, n. 6, p. 381-388, 1997.

MEDEIROS, S. R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite, com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificados**. 2002. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2002.

MENEZES, B. P.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SILVA, A. G. M.; RODRIGUES, L. S.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S. Consumo voluntário de subproduto da agroindústria cosmética por ovinos na Amazônia Oriental. In: IV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. 2010. Estância de São Pedro, São Paulo, **Anais...**2010. p. 291-292.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. **Frutos de palmeiras da Amazônia**. 1ed. Manaus: MCT INPA. 2001, p. 21-22,.

MOCHEL FILHO, W. J. E. **Fluxo de biomassa, produção de forragem e composição químico-bromatológica do capim-mombaça sob adubação e irrigação**. 2009. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará - Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2009.

NASCIMENTO, C.; CARVALHO, C. O. M. **Criação de búfalos**. Brasília: Embrapa, 1993.

ODGEN, L. V. Sensory evaluation of dairy products. In: HUI, Y. H. (Ed.). **Dairy Science and Technology Handbook**. New York, v.1. London: Elsevier, 1993. p.158- 274.

PALMQUIST, D. L.; BEAULIEU, A. D.; BARBANO, D. M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 6, p. 1753-1771, 1993.

_____. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. **Journal of Nutrition**, v. 124, n. 8, p. 1377S-1382S, 1994. Supplement.

_____ ; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 1, p. 1-14, 1980.

_____ ; MATTOS, W. Turnover of lipoproteins and transfer to milk fat of dietary (1-carbon-14) linoleic acid in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 5, p. 561-565, 1978.

PEIXOTO JOELE, M. R. S.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; FATURI, C.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S.; SILVA, L. H. M. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne de búfalos (*Bubalus bubalis*) suplementados com subprodutos da agroindústria, na Amazônia Oriental. In: 48ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 2011. Belém, Pará, **Anais...**, 2011. p.1-3.

PENNA, A. L. B.; BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Optimization of yogurt production using demineralized whey. **Journal of Food Science**, v. 62, n. 4, p. 846-850, 1997.

PEREIRA, E. M. O. **Torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) na alimentação de ovinos**. 2009. 126f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade de São Paulo. Jaboticabal, 2009.

PIARD, C.; HAUTEFORD, I.; FISCHETTI, V. A.; EHRLICH, D. S.; FORS, M.; GRUSS, A. Cell wall anchoring of the streptococcus pyogenes M6 protein in various lactic acid bacteria. **Journal of bacteriology**, v. 179, n. 9, p. 3068-3072, 1997.

RODRIGUES, L. S.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SILVA, A. G. M.; MENEZES, B. P.; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. S. Consumo voluntário de torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), por ovinos, na Amazônia Oriental. In: IV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. 2010. Estância de São Pedro, São Paulo, **Anais....**2010. p. 283-284.

ROSATI, A.; VAN VLECK, L. D. Estimation of genetic parameters for milk, fat, protein and mozzarella cheese production in the italian river buffalo population. **Production Science**, v. 74, n. 2, p. 185-190, 2002.

SANTIAGO, A. A. Introdução dos Búfalos no Brasil. **Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos**, 13p.,2000.

SANTOS, P. M. **Estudo de algumas características agronômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**, 1997. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SANTOS, F. L.; SILVA, M. T. C.; LANA, R. P. BRANDÃO, S. C. C.; VARGAS, L. H.; ABREU, L. R. Efeito da suplementação de lipídeos na ração sobre a produção de ácido linoléico conjugado (CLA) e a composição de gordura do leite de vacas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1931-1938, 2001.

SCHMIDT, R. H.; SISTRUNK, C. P.; RICHTER, R. L.; CORNELL, J. A. – Heat treatment and storage effects on texture characteristics of milk and yogurt systems fortified with oil-seed proteins. **Journal of Food Science**, v. 45, n. 3, p. 471-475, 1980.

SCHREZENMEIR, J.; DE VRESE, M. Probiotics, prebiotics and synbiotics – approaching a definition. **American journal of clinical nutrition**, v. 73, n. 2, p. 361S-364S, 2001.

SEÇKIN K. A.; GURSOY, O.; KINIK O.; AKBULUT, N. Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 8, p. 909–915, 2005.

SIEBER, R.; COLLOMBA, M.; AESCHLIMANN, A.; JELEN, P.; EYER, H. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products - a review. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 1-15, 2004.

SINDHU, J. S.; SINGHAL, O. P. Qualitative aspects of buffalo milk constituents for products technology. In: II WORLD BUFFALO CONGRESS, New Delhi - India, **Anais**.... p. 263-81, 1988.

TEIXEIRA, L. V.; BASTIANETTO, E.; OLIVEIRA, D. A. A. Leite de búfala na indústria de produtos lácteos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 96-100, 2005.

THALPUR, F. N.; BHANGER, M. I.; KHUHAWAR, M. Y. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Pakistani cow breeds. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6, p. 698-703, 2006.

TONHATI, H.; MUÑOZ, M. F. C.; OLIVEIRA, J. A.; DUARTE, J. M. C.; FURTADO, T. P.; TSEIMAZIDES, S. P. Parâmetros genéticos para a produção de leite, gordura e proteína em bubalinos. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1320-1325, 2000. Suplemento1.

_____; LIMA, A. L. F.; LANNA, D. P. D.; CAMARGO, G. M.F.; BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L. G.; MONTREZOR, J. M. C. D. Milk fatty acid characterization and genetic parameter estimates for milk conjugated linoleic acid in buffaloes. **Journal of Dairy Research**, v. 78, n. 2, p. 178-183, 2011.

VRESE, M.; STEGELMANN, A., RICHTER, B.; FENSELAU, S.; LAUE, C.; SCHREZENMEIR, J. Probiotic - compensation for lactose insufficiency. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 2, p. 421s-429s, 2001. Suplemento.

2 PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE BÚFALAS SUPLEMENTADAS COM TORTAS DE CUPUAÇU E MURUMURU EM BELÉM, PARÁ.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação sobre a produção, composição química e perfil de ácidos graxos do leite de búfalas leiteiras mantidas em pastagem cultivada de mombaça (*Panicum maximum*). O experimento em campo foi conduzido na Unidade de Pesquisa Animal “Dr. Felisberto Camargo” (01°26’S e 48°24’W), da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-Pará, constituído de três períodos experimentais de 21 dias, dez para adaptação dos animais à dieta e onze para coleta de dados. Foram utilizadas doze búfalas primíparas, suplementadas em cochos individuais, distribuídas em quatro quadrados latinos 3 × 3. Utilizou-se concentrado à base de torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e de murumuru (*Astrocaryum murumuru*), em substituição parcial do milho e soja, nos tratamentos: 1 - **Controle** - 75% de farelo milho e 25% de farelo de soja; 2 - **Cupuaçu** - 50% de torta de cupuaçu + 30% de farelo milho e 20% de farelo de soja; e 3 - **Murumuru** - 37% de torta de murumuru + 39% de farelo milho e 24% de farelo de soja. Os animais foram ordenhados uma vez ao dia, durante o período experimental e a suplementação foi ofertada pela manhã e à tarde, ajustada com base na produção leiteira. Foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas e perfil de ácidos graxos no leite. Os dados foram submetidos à análise de variância, com médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. A produção de leite corrigida ou não e seus componentes (gordura, proteína bruta, sólidos totais, extrato seco desengordurado, lactose e cinzas), não tiveram efeito significativo nos tratamentos utilizados. De modo geral, pode-se concluir que o leite bubalino, independente da suplementação, apresenta bom índice ômega n-6/n-3, dentro do limite recomendado para a dieta humana. No entanto, a concentração de PUFA é baixa, considerando-se que o índice PUFA/SFA é muito baixo, revelador da presença de percentual elevado de gordura saturada. Na sua maioria, o perfil de ácidos graxos não foi influenciado pelos tratamentos estudados.

Palavras-chave: Amazônia Oriental, *Bubalus bubalis*, perfil de ácidos graxos, resíduos agroindustriais.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effect of supplementation on production, milk composition and fatty acid profile of dairy buffaloes kept in pasture for Mombaça (*Panicum maximum*). The field experiment was conducted at the Animal Research Unit “Dr. Felisberto Camargo” (01 ° 26’S and 48 ° 24’W), Embrapa Eastern Amazon, Belém-Pará, consisting of three experimental periods of 21 days, ten to the animals adapt of the diet and eleven for data collection. Twelve primiparous buffaloes were used, supplemented in individual troughs, distributed in four Latin squares 3 × 3. Used to concentrate, cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pie and murumuru (*Astrocaryum murumuru*) pie, in partial substitution of corn and soy, the following treatments: 1 - **Control** - 75% corn bran and 25% soy bran ; 2 - **Cupuaçu** - 50% cupuaçu pie + 30% corn bran and 20% soy bran, and 3 - **Murumuru** - 37% murumuru pie + 39% corn bran and 24% of soy bran. The animals were milked once a day during the trial period and supplementation was offered morning and afternoon, adjusted based on milk production. Were analyzed for microbiological, physical, chemical and milk fatty acid profile. The data were subjected to analysis of variance with means compared by the Tukey test, the 5% significance level. Milk production corrected or not and its components (fat, protein, total solids, solids non fat, lactose and ash) had no significant effect on the treatments. In general, one can conclude that the buffalo milk, regardless of supplementation, has good omega n-6/n-3 ratio, within the limits recommended for human diet. However, the concentration of PUFA is low, considering that the ratio PUFA / SFA is very low, showing the presence of high percentage of saturated fat. Most of the fatty acid profile was not influenced by treatments.

Key-word: Eastern Amazon, *Bubalus bubalis*, fatty acid profile, agroindustrial residues.

2.1 INTRODUÇÃO

A bubalinocultura ocupa em regiões como a Ásia, importante papel como produtora de alimento de alto valor biológico para o homem. Na Europa, especialmente na Itália, destaca-se como importante atividade econômica. No Brasil, a bubalinocultura tem apresentado grande crescimento, causado, principalmente, pela produção leiteira, em decorrência das características físico-químicas peculiares do leite bubalino (FERNANDES, 2004).

O rebanho brasileiro de bubalinos soma um milhão e duzentas mil cabeças, com a maior parte desse rebanho concentrada na Região Norte (63%) tendo o Pará 435.937 cabeças, onde existem excelentes animais produtores, tanto de carne quanto de leite. Com relação à produção de leite há o destaque para o rebanho de produtores dos municípios de Santa Isabel do Pará, Nova Timboteua e Ipixuna, Pará, onde animais de excelente padrão racial já estão produzindo acima de 12 kg de leite/dia em uma ordenha diária, com suplementação de baixo custo (IBGE, 2009; BARBOSA, 2005).

Devido às suas características de alimento nutracêutico (alimentos com propriedades medicinais), após descoberta de que nutrientes contidos na fração lipídica do leite possuem ação preventiva contra doenças cardiovasculares e câncer, entre outras, foi observado grande incremento nas pesquisas que buscam entender a ação desses nutrientes, isoladamente, especialmente o Ácido Linoléico Conjugado (CLA, do inglês, *conjugated linoleic acid*), encontrado em muitos alimentos, destacando-se os de origem animal, principalmente o leite e seus subprodutos, como a maior fonte natural de CLA na dieta humana. Com isso tem-se buscado através de experimentos o incremento deste componente através da manipulação da dieta (FERNANDES, 2004; MARTINS et al., 2006).

Neste sentido, cabe salientar que a alimentação dos animais representa o maior custo da atividade pecuária, principalmente quando se usa fonte suplementar de alta qualidade nutricional como o milho e o farelo de soja, tornando-se necessária a utilização de fontes alimentares alternativas, com melhor relação custo/benefício, sem concorrer diretamente com a alimentação humana. Os subprodutos agro-industriais surgem como alternativa viável tanto do ponto de vista nutricional como econômico. Sendo assim, vários subprodutos originados de processamentos nas indústrias, têm potencial de uso, na maioria dos casos, com reduções nos custos da produção (SILVA et al., 2005).

Na região Norte, principalmente no Estado do Pará, há grande disponibilidade de resíduos da agroindústria, provenientes de espécies extrativistas e cultivadas, entre elas o

murumuru (*Astrocaryum murumuru*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), usados na indústria cosmética e alimentar, ambos nativos da Amazônia, que, no processo de extração de seus componentes comerciais, disponibiliza significativas quantidades de resíduos, os quais podem se constituir em problemas ecológicos, ao serem descartados no ambiente. Porém, por possuírem potencial nutritivo, podem servir como importantes componentes na elaboração de dietas para ruminantes, principalmente, para suprir as deficiências alimentares nos períodos de estiagem, o que contribui para elevar o uso do solo e, como consequência, reduzir a pressão de desmatamento da floresta, além de gerar emprego e renda, basicamente na pequena propriedade regional. Assim, além dos efeitos produtivos, econômicos, ecológicos, esses produtos e seus resíduos, favorecem os aspectos sociais.

A alimentação fornecida aos animais é fator determinante da produção e composição do leite. Inúmeros experimentos têm sido realizados com o propósito de adequar níveis de nutrientes capazes de assegurar as exigências de manutenção e os índices de produção pretendidos. Ainda são poucos os trabalhos realizados com torta de cupuaçu e murumuru na alimentação animal, por isso, não são encontrados dados que estabeleçam níveis de participação e combinação com concentrado em dietas para búfalas leiteiras, bem como seus efeitos nas características do leite.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do fornecimento das tortas de cupuaçu e murumuru, em substituição parcial ao milho e soja, na composição química, no perfil de ácidos graxos e na produção de leite de búfalas primíparas, na Amazônia Oriental.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi conduzido na Unidade de Pesquisa “Dr. Felisberto Camargo” (01°28’S e 48°27’W), Belém, Pará, Brasil, pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011. O tipo climático do local experimental é o Afí, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média de 3.001,3 mm/ano, bem distribuída ao longo dos meses, com período mais chuvoso de janeiro a junho e, menos chuvoso, de julho a dezembro. A temperatura média anual é de 26,4°C, com média de umidade relativa do ar de 84% e insolação anual de 2.338,3 horas/ano (BASTOS et al., 2002). O solo dessa área é do tipo Latossolo Amarelo, fase pedregosa I, de textura argilosa.

Os animais ficaram em uma área de 14 hectares dividida em 8 piquetes com capim *Panicum maximum* cv. mombaça, manejado em pastejo rotacionado, com quatro dias de ocupação e 28 dias de descanso, com ciclo de pastejo de 32 dias, os piquetes possuem sombreamento natural e cercas de arame liso com dois eletrificados. O plantio da forragem nos piquetes foi realizado em dezembro de 2008, com 46 kg de P₂O₅/hectare (200 kg de fosfato reativo Arad).

Foram utilizadas 12 fêmeas bubalinas lactantes primíparas, pertencentes ao rebanho da Embrapa Amazônia Oriental. As búfalas tiveram estros sincronizados, a partir do protocolo Ovsynch (GARCIA et al., 2006) e inseminação em tempo fixo. Esse protocolo visou a concentração de partições, para uniformidade da coleta de dados.

Foi adotado um delineamento experimental de quatro quadrados latinos 3 x 3, para as 12 búfalas (3 búfalas/quadrado). Os animais foram alojados em um dos quadrados de acordo com a data de partição (Anexo 1).

As búfalas receberam após a partição, duas vezes ao dia, suplementação a base de milho (75%) e farelo de soja (25%). Os animais entraram no experimento com aproximadamente 59±6 dias de lactação, quando então receberam os diferentes tratamentos utilizados no experimento, de acordo com a produção diária. Foram ofertados 1 kg de concentrado para animais que produziam até 5 kg de leite/dia e mais 1 kg de concentrado para cada 2 kg de leite/dia excedidos.

Cada animal do quadrado recebeu alternadamente três tratamentos suplementares (Controle, Cupuaçu e Murumuru) a cada 21 dias/tratamento, sendo os 10 primeiros de adaptação e os 11 últimos de coleta de dados.

Os tratamentos utilizados levaram em consideração uma suplementação de concentrados isoprotéicos com 18% de PB (proteína bruta) chamados de: **Controle**, constituído de suplementação com 75% de farelo de milho e 25% de farelo de soja; **Cupuaçu**, constituído de suplementação com 30% de farelo de milho, 20% de farelo de soja e 50% de torta de cupuaçu, e **Murumuru**, constituído de suplementação com 39% de farelo de milho, 24% de farelo de soja e 37% de torta de murumuru (Tabelas 1, 2 e 3). A torta de cupuaçu é o resíduo da extração do óleo da semente seca, livre de qualquer resíduo da polpa e a torta de murumuru é o resíduo da extração do óleo do fruto, por prensagem mecânica.

Os animais receberam a suplementação duas vezes ao dia, às 7:00 horas e 15:00 horas, em cochos individuais e foram ordenhados manualmente uma vez ao dia, adotando-se as Boas Práticas Agropecuárias que baseia-se na higiene dos animais e dos tetos antes e após a ordenha, bem como dos utensílios e mãos dos ordenhadores.

Tabela 1- Composição dos resíduos de cupuaçu e murumuru, em base seca.

Composição (% MS)	Torta de murumuru	Torta de cupuaçu
Matéria seca	93,70	89,60
Proteína bruta	7,70	13,40
Extrato etéreo	11,3	13,70
Resíduo mineral	2,30	10,00
FDN	66,20	46,70
FDA	61,00	38,50
Lignina	17,60	17,91

Tabela 2 – Composição bromatológica dos concentrados utilizados, em base seca.

Composição (% MS)	Controle	Cupuaçu	Murumuru
Matéria seca	87,18	88,28	89,50
Proteína bruta	18,06	18,67	17,87
Extrato etéreo	4,78	8,94	6,84
Cinzas	2,85	6,9	3,11
FDN	12,59	45,00	53,20
FDA	4,33	25,49	30,39
Lignina	1,51	9,24	7,53

Tabela 3- Perfil de ácidos graxos dos concentrados utilizados

Perfil de ácido graxo (%)	Controle	Cupuaçu	Murumuru
Ácido caprílico (C8:0)	-	-	1,85
Ácido cáprico (C10:0)	-	-	1,85
Ácido láurico (C12:0)	-	-	13,92
Ácido mirístico (C14:0)	0,60	0,58	9,07
Ácido palmítico (C16:0)	12,93	11,42	10,43
Ácido esteárico (C18:0)	4,65	14,68	3,59
Ácido oléico n-9 (C18:1)	28,61	32,98	22,80
Ácido linoléico n-6 (C18:2)	45,89	30,91	31,29
Ácido linolênico n-3 (C18:3)	3,90	2,63	2,63
Ácido araquídico (C20:0)	-	2,30	-
Ácido eicoseinóico (C20:1)	-	0,40	-
Ácido behênico (C22:0)	-	1,80	-
Outros	3,42	1,76	2,57

Foram ordenhados dois quartos dos tetos e o restante permanecia para os bezerros mamarem. Após a ordenha, os animais eram liberados para a pastagem, onde permaneciam até às 14:00 horas, quando os bezerros eram apartados, para a próxima suplementação das vacas lactantes experimentais. Os animais receberam água e sal mineral *ad libitum*.

A produção de leite foi avaliada nos sete últimos dias de cada período experimental. Para o cálculo da produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLCG 4%) foi utilizada a equação proposta por Gaines e Davidson (1925): $PLCG\ 4\% = (0,4 \times PL) + (0,15 \times PL \times G\%)$, em que: PL = produção de leite em kg/dia; e G% = porcentagem de gordura do leite

O consumo, com base na matéria seca (MS), dos concentrados foi avaliado nos sete últimos dias de cada período experimental pela diferença da quantidade de concentrado ofertada e quantidade não consumida.

Foram coletadas três amostras da forragem no 14º dia de cada período. Foram mensuradas e registradas, ao acaso, 80 leituras da altura com uso de bengala graduada em 1 centímetro, e coletadas amostras de forragem, ao nível do solo, dentro de uma área de 50 cm x 50 cm, em quatro pontos pré-determinados pela altura (pontos da altura média), adaptado de Sollenberger e Cherney (1995). As amostras foram retiradas dos piquetes, colocadas em sacos de plástico identificados, pesadas, homogeneizadas e armazenadas em freezer à temperatura - 18 °C, e posteriormente levadas ao laboratório para processamento, onde foram separadas

manualmente em folha (lâmina) e colmo (colmo + bainhas). As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de cerca de 55 °C, por 72 horas, para determinação da matéria seca, de acordo com Silva e Queiroz (2002). Depois de moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, as amostras foram levadas à estufa a 105 °C, por 24 horas, para obtenção do percentual de MS da amostra seca na estufa (ASE). O percentual de MS final correspondeu ao produto da ASA (amostra seca ao ar) e ASE, dividido por 100 (SILVA, 1998).

ASA foram analisadas quanto aos conteúdos de proteína bruta, pelo método micro Kjeldahl (AOAC, 1997), o extrato etéreo foi obtido por extração com éter de petróleo, através do método de Soxhlet (AOAC, 1997). O percentual de cinzas obtido pela incineração das amostras em mufla, a 550 °C, os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e celulose pela metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Foram coletadas amostras individualizadas de leite no 21º dia de cada período em coletores universais estéreis com capacidade para 50 mL e acondicionadas em caixas térmicas, contendo gelo e encaminhadas ao Laboratório da Unidade de Pesquisa Animal “Senador Álvaro Adolpho” (1º25’S e 48º26’W), pertencente a Embrapa Amazônia Oriental, onde foram realizadas análises de proteína, teor de gordura, extrato seco desengordurado e lactose, utilizando analisador ultrassônico Marca Ekomilk total, e cinzas, por incineração da amostra, em mufla, a 550 °C e extrato seco total, obtida em estufa com circulação de ar forçada regulada a 105 °C, até peso constante, utilizando-se metodologia da AOAC (1997).

Os concentrados utilizados nos tratamentos foram avaliados quanto à matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, FDN, FDA e lignina. Os conteúdos de proteína bruta foram obtidos pelo método micro Kjeldahl (AOAC, 1997), o extrato etéreo, através do método de Soxhlet, por extração com éter de petróleo (AOAC, 1997). Os teores de matéria seca, cinzas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados pela metodologia de Silva e Queiroz (2002).

A análise de ácidos graxos foi realizada no Laboratório de análises químicas, microbiológicas, ambientais e estudos de estabilidade, M.CASSAB Comércio e Indústria LTDA. A extração da gordura das amostras foi realizada seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005), enquanto a esterificação seguiu metodologia preconizada pela AOAC (1997) e a leitura dos ésteres efetuada em cromatógrafo Thermo Focus GC, com temperatura inicial de 50 °C por 2 minutos, rampa 3,5 °C por minuto até 250 °C por 17 minutos; fluxo constante 1,1; gás de araste hélio; detector 240 °C; modo de injeção: Splitless; Coluna RT

2560 (100m x 0,25mm x 0,2 μ m). O teor dos ácidos graxos foi expresso em g/100 g do total de ácidos graxos detectados.

Os resultados das análises foram avaliados de acordo com métodos de estatística descritiva, calculando-se os valores médios, coeficiente de variação e desvio padrão para todas as variáveis (SAMPAIO, 1998). Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey para comparação de médias utilizando-se o Software Statistica versão 7.0. Em todas as análises foi considerado nível de significância de $p \leq 0,05$.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volumoso da dieta dos animais experimentais apresentou ao longo do período avaliado diferença significativa em seu teor de proteína e extrato etéreo, tanto na folha como no colmo (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios da composição química da forragem em base seca

Composição (% MS)	Período			CV (%)
	1	2	3	
	Folha			
Matéria seca final	34,90 ^a ±0,26	27,18 ^b ±0,30	23,55 ^b ±0,04	0,21
Proteína bruta	5,39 ^c ±0,10	6,93 ^b ±0,21	8,30 ^a ±0,26	2,76
Gordura	1,36 ^b ±0,09	1,68 ^a ±0,03	1,68 ^a ±0,03	2,99
Cinzas	4,08 ^b ±0,24	4,05 ^b ±0,06	6,32 ^a ±0,63	6,39
FDN	78,88 ^a ±1,42	79,81 ^a ±0,3	77,61 ^a ±1,62	1,41
FDA	43,94 ^a ±1,03	44,51 ^a ±0,25	42,27 ^a ±0,43	1,30
Lignina	8,75 ^a ±0,78	8,06 ^a ±0,82	8,11 ^a ±0,45	8,22
Celulose	32,13 ^a ±0,15	32,11 ^a ±0,89	31,94 ^a ±0,33	1,42
	Colmo			
Matéria seca	29,89 ^a ±0,08	23,77 ^a ±0,02	19,98 ^a ±0,45	0,19
Proteína bruta	2,67 ^c ±0,08	3,05 ^b ±0,10	3,43 ^a ±0,02	2,20
Gordura	0,63 ^a ±0,01	0,39 ^b ±0,01	0,38 ^b ±0,02	2,88
Cinzas	3,82 ^b ±0,14	3,01 ^c ±0,19	4,75 ^a ±0,06	3,30

FDN	74,62 ^a ±0,43	72,99 ^a ±0,99	72,09 ^a ±1,02	1,11
FDA	50,18 ^a ±1,15	49,16 ^a ±1,13	47,25 ^a ±0,34	1,78
Lignina	11,68 ^a ±0,37	11,14 ^a ±0,70	11,12 ^a ±0,54	4,74
Celulose	35,23 ^a ±0,57	34,74 ^a ±1,03	33,15 ^a ±0,5	2,03

Período – referente aos três períodos experimentais de 21 dias cada; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; ^{abc} Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, apresentam diferença significativa entre si ($P < 0,05$).

Observa-se que nos dois primeiros períodos experimentais o teor de proteína bruta (PB) das folhas encontrava-se com valores próximo ou abaixo de 7% que é considerado crítico segundo Milford e Minson (1965), abaixo do qual poderia ocorrer restrição do consumo voluntário, por reduzir a atividade de micro-organismos no rúmen e, assim, a taxa de digestão da celulose, aumentando o tempo de retenção da forragem no rúmen. Os teores de PB dos colmos foram inferiores aos encontrados nas folhas, estando de acordo com relatos de Torregroza Sanches (1993); Santos (1997); Brâncio et al. (1997); Diogo, Nascimento Júnior e Torregrosa (1995).

O teor de extrato etéreo da folha e do colmo apresentou diferença significativa apenas no primeiro período experimental e o teor de cinzas apresentou diferença no último período experimental para a folha e diferiu ao longo do experimento para o colmo.

O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN), segundo Mertens (1994), está relacionado com o mecanismo de regulação do consumo, e foi semelhante em amostras de folhas e colmo, ao longo do período experimental ($P < 0,05$). Em todos os períodos, os valores de FDN nas folhas foram, em geral, superiores a 75%, o que atuou, provavelmente, como regulador do consumo de matéria seca. Os valores para fibra em detergente ácido (FDA), lignina e celulose permaneceram semelhantes ao longo do período experimental, na folha e colmo. Os valores dos componentes das partes da forragem se assemelham aos encontrados por Brâncio et al. (2002). O perfil de ácidos graxos da forragem (Tabela 5) apresentou-se dentro do esperado para forragem de clima tropical, com maiores teores de ácido graxo linoléico (27,9%) e menores de ácido graxo linolênico (23,4%), além de alto conteúdo de ácido palmítico (30,3%).

Tabela 5- Perfil de ácidos graxos da forragem utilizada nos piquetes.

Perfil de ácido graxo (%)	Forragem	
	<i>Panicum maximum</i> cv mombaça	CV (%)
Ácido Butírico (C4:0)	0,19±0,01	5,26
Ácido Caprílico (C8:0)	0,26±0,02	7,69
Ácido Cáprico (C10:0)	0,23±0,01	4,35
Ácido Láurico (C12:0)	0,23±0,01	4,35
Ácido Mirístico (C14:0)	0,69±0,03	4,34
Ácido Pentadecanóico (15:0)	0,12±0,01	8,33
Ácido Palmítico (C16:0)	30,30±0,35	1,15
Ácido Heptadecanóico (C17:0)	0,20±0,01	5,00
Ácido Esteárico (C18:0)	4,10±0,15	3,66
Ácido Oleico ω9 (C18:1)	6,50±0,36	5,54
Ácido Linoléico ω6 (C18:2)	27,90±0,45	1,61
Ácido Linolenico ω3(C18:3)	23,40±0,65	2,78
Outros	5,88±0,25	4,25

A introdução dos resíduos agroindustriais (torta de cupuaçu e murumuru) na alimentação dos animais experimentais não influenciou a produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura e consumo de concentrado (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios da produção de leite, consumo de concentrado e componentes do leite obtidos nos tratamentos experimentais.

Item	Controle	Cupuaçu	Murumuru	CV (%)
Produção de leite (kg/dia)	6,81 ^a ±1,55	6,70 ^a ±1,40	6,49 ^a ±1,79	2,44
Produção leite corrigida 4 % gordura	9,77 ^a ±2,51	9,54 ^a ±3,30	9,42 ^a ±3,22	1,86
Consumo de concentrado (Kg/dia)	1,92 ^a ±0,65	1,83 ^a ±0,69	1,80 ^a ±0,77	3,38
Gordura (%)	6,91 ^a ±1,77	6,76 ^a ±2,27	6,92 ^a ±1,49	1,31
Proteína bruta (%)	5,10 ^a ±0,26	5,14 ^a ±0,34	5,09 ^a ±0,27	0,52
Lactose (%)	5,03 ^a ±0,45	5,08 ^a ±0,56	5,02 ^a ±0,45	0,64
Sólidos totais (%)	17,87 ^a ±1,58	17,84 ^a ±2,28	17,86 ^a ±1,85	0,09
Cinzas (%)	0,83 ^a ±0,06	0,86 ^a ±0,09	0,83 ^a ±0,07	2,06
Extrato seco desengordurado (%)	10,95 ^a ±0,76	11,08 ^a ±0,97	10,94 ^a ±0,78	0,71

Controle - farelo de milho (75%) e farelo de soja (25%); Cupuaçu - farelo de milho (30%), farelo de soja (20%) e torta de cupuaçu (50%); Murumuru - farelo de milho (39%), farelo de soja (24%) e torta de murumuru (37%);
^{ab} Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, apresentam diferença significativa entre si (P < 0,05).

A manutenção na produção de leite corrigido a 4% (PLCG 4 %) foi fruto da manutenção na produção diária de leite e na manutenção do seu percentual de gordura. Os resultados do presente experimento estão embasados no fato de os tratamentos terem sido balanceados para atender os requerimentos produtivos dos animais, já que a energia parece ser o fator mais importante para a produção de leite. Conforme pode ser observado, nenhum dos componentes teve a concentração alterada durante o período experimental, fato que sugere que a inclusão dos resíduos (cupuaçu e murumuru) não ocasionou efeitos negativos no rúmen, nem na glândula mamária. A gordura, componente sujeito à maior oscilação, sendo a principal causa da variação de origem nutricional (SILVA; VELOSO, 2011), não sofreu mudanças em sua concentração. Os tratamentos não induziram alterações na produção de proteína, fato resultante da manutenção da produção diária de leite e da concentração desse componente, o que é pertinente, pois esse componente só é passível de alteração quando os animais passam por mudanças bruscas na alimentação ou por problemas metabólicos. A lactose e o teor de cinzas, também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados e uma vez que não houve mudanças nas concentrações dos componentes do leite o teor de sólidos totais e o teor de extrato seco desengordurado não sofreram alterações.

Os valores encontrados neste trabalho, para os componentes do leite assemelham-se aos obtidos por Coelho et al. (2004) que analisaram amostras de leite de búfala, das raças Mediterrânea e Murrah de 19 rebanhos no estado de São Paulo, por meio de analisadores automáticos e obtiveram valores médios de 4,2% de proteína, 6,83% de gordura, 5,2% de lactose e 17,23% de sólidos totais. Apesar desses dados aproximarem-se dos encontrados por estudiosos brasileiros (BORGES; MEDEIROS; CORREIA, 2009; CUNHA NETO et al., 2005; MACEDO et al., 2001; YUNES; BENEDET, 2000), os autores expressam a existência de uma variação bastante significativa entre os valores máximos e mínimos de cada componente analisado (proteína: 2,51 a 6,33%; gordura: 2,02 a 12,26%; lactose: 2,02 a 5,99 % e sólidos totais: 9,55 a 23,22%). Os mesmos ainda ressaltam a necessidade de estudos nas diferentes regiões do Brasil de modo a estabelecer padrões e limites de variação para as propriedades físico-químicas do leite bubalino.

Patiño (2004) estudou as características físico-químicas do leite de búfalas da raça Murrah e de raças mestiças (½ Murrah e ½ Mediterrânea). Os teores médios para proteína, gordura, lactose, sólidos totais, pH e acidez foram, respectivamente, 3,85%, 7,22%, 4,49%, 16,35%, 6,71 e 19,65°D. Os resultados ainda mostraram que à medida que o período de lactação avançou, houve uma elevação significativa dos teores de gordura, sólidos totais e

acidez. Cabe destacar que as variações nos percentuais de proteína, gordura e acidez também podem ocorrer em função do manejo alimentar, sanitário e genético adotado pelo criador, o qual pode beneficiar ou prejudicar a qualidade do leite (BASTIANETTO; ESCRIVÃO; OLIVEIRA, 2005)

Verruma e Salgado (1994) observaram que os ácidos graxos insaturados de cadeia longa, palmitoléico (C16:1) e linoléico (C18:2) estavam presentes em quantidade superior no leite bubalino (quando comparado ao bovino), enquanto o miristoléico (C14:1) e o oléico (C18:1), inferior. Os autores considerados, também perceberam uma maior concentração de ácidos graxos saturados de cadeia longa como palmítico (16:0) e esteárico (18:0).

Segundo Palmquist, Beaulieu e Barbano (1993), a gordura do leite contém ácidos graxos derivados da síntese *de novo* pela glândula mamária, principalmente os que apresentam de 4 a 14 carbonos em sua cadeia. Os teores médios detectados neste estudo (Tabela 7) para esses ácidos graxos não foram influenciados pela suplementação ($p < 0,05$), com exceção do ácido láurico (C12:0) e ácido mirístico (C14:0) que diferiram ($p > 0,05$) no tratamento Murumuru, apresentando teores mais elevados, provavelmente devido o alto teor encontrado desses ácidos no concentrado Murumuru a base de torta de murumuru. Os ácidos graxos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) presentes no leite estão relacionados à problemas cardiovasculares (LOCK; GARNSWORTHY, 2003). Desse modo, a diminuição do teor desses ácidos graxos tem sido almejada no intuito de melhorar a imagem, junto aos consumidores, dos produtos de origem animal. Os resultados para o conjunto de ácidos graxos hipercolesterolêmicos (C12:0, C14:0 e C16:0) observados neste trabalho foram de 38,33% para o tratamento Controle, 38,37% para o tratamento Cupuaçu e 42,57% para tratamento Murumuru e de forma geral, são inferiores aos reportados em estudo com leite bovino, como o apresentado por Palmquist, Beaulieu e Barbano (1993) que encontraram 47,4% e Souza et al. (2003), que citaram valor de 46,69%.

Os ácidos graxos de cadeia ímpar refletem a síntese de ácidos graxos de origem microbiana, que são produzidos a partir da utilização do propionato (EIFERT et al., 2006). Considerando estes ácidos graxos, observou-se que os tratamentos não apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) nos teores dos ácidos margárico (C17:0) e pentadecílico (C15:0).

O tratamento Cupuaçu influenciou ($p < 0,05$) o teor de ácido esteárico (C18:0) que apresentou maior média (16,63%), quando comparado aos tratamentos Controle e Murumuru (14,11 e 14,05%, respectivamente), devido aos altos teores deste ácido, encontrados no concentrado Cupuaçu. Estas médias foram superiores às encontrados na literatura para leite de búfala. Fernandes (2004) e Mihaylova e Peeva (2007) encontraram valores médios de 10,65%

e 10,58%, respectivamente. Segundo Monteiro (1998), o ácido esteárico, ao contrário de outros ácidos graxos saturados, não está relacionado ao aumento de colesterol, pois, quando ingerido, é metabolizado a ácido oléico (C18:1). Dessa maneira, teores mais elevados encontrados podem ser favoráveis à dieta do homem, exaltando a qualidade do leite estudado.

Tabela 7 -Perfil de ácidos graxos do leite, de acordo com a suplementação.

Perfil de ácidos graxos (%)	Tratamento / Leite			CV (%)
	Controle	Cupuaçu	Murumuru	
Ácido Butírico (C4:0)	5,11 ^a ±1,05	5,19 ^a ±1,11	5,22 ^a ±1,10	1,10
Ácido Caprónico (C6:0)	1,95 ^a ±0,44	1,95 ^a ±0,43	1,94 ^a ±0,43	0,30
Ácido Caprílico (C8:0)	0,88 ^a ±0,22	0,85 ^a ±0,20	0,90 ^a ±0,25	2,87
Ácido Cáprico (C10:0)	1,50 ^a ±0,38	1,50 ^a ±0,36	1,55 ^a ±0,42	1,90
Ácido Láurico (C12:0)	2,29 ^b ±0,50	2,27 ^b ±0,55	3,27 ^a ±0,96	21,90
Ácido Tridecanóico (C13:0)	0,06 ^a ±0,01	0,06 ^a ±0,01	0,04 ^a ±0,02	21,65
Ácido Mirístico (C14:0)	8,38 ^b ±2,12	8,29 ^b ±2,15	10,68 ^a ±2,44	14,86
Ácido Miristoleico (C14:1)	0,64 ^a ±0,16	0,62 ^a ±0,15	0,67 ^a ±0,18	3,91
Ácido Pentadecanóico (C15:0)	0,92 ^a ±0,22	0,94 ^a ±0,23	0,95 ^a ±0,25	1,63
Ácido Palmítico (C16:0)	27,66 ^a ±0,94	27,81 ^a ±0,62	28,62 ^a ±0,61	1,84
Ácido Palmitoleico (C16:1)	1,68 ^a ±0,30	1,70 ^a ±0,31	1,73 ^a ±0,32	1,42
Ácido Heptadecanóico (C17:0)	0,68 ^a ±0,16	0,69 ^a ±0,15	0,67 ^a ±0,15	1,47
Ácido Esteárico (C18:0)	14,11 ^b ±0,33	16,63 ^a ±0,45	14,05 ^b ±0,30	9,86
Ácido Oleico ω9 (C18:1)	20,69 ^a ±0,24	20,62 ^a ±0,22	20,63 ^a ±0,10	0,18
Ácido Linoléico ω6 (C18:2)	0,91 ^a ±0,21	0,71 ^b ±0,17	0,70 ^b ±0,24	15,32
Ácido Linolenico ω3(C18:3)	0,35 ^a ±0,09	0,36 ^a ±0,10	0,35 ^a ±0,09	1,63
Outros	12,19±0,90	9,81±0,50	8,03±0,34	20,85
¹ AGCC (C4-C11)	9,52 ^a	9,57 ^a	9,69 ^a	0,91
² AGCM (C12-C17)	39,99 ^b	42,38 ^b	46,63 ^a	7,82
³ AGS	65,15 ^b	66,67 ^b	68,10 ^a	2,21
⁴ AGI	25,34 ^a	25,08 ^a	24,27 ^b	2,24
⁵ MUFA	23,88 ^a	23,15 ^a	23,03 ^a	1,97
⁶ PUFA	1,46 ^a	1,07 ^a	1,05 ^a	19,37
⁷ n-6/n-3	2,6 ^a	1,97 ^a	2,00 ^a	16,23

^{A,B,C / ab} Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, apresentam diferença significativa entre si (P < 0,05); ¹ácidos graxos de cadeia curta; ²ácidos graxos de cadeia média; ³ ácidos graxos saturados; ⁴ácidos graxos insaturados, ⁵ácidos graxos monoinsaturados; ⁶ácidos graxos poliinsaturados; n-6/n-3:Σsérie ômega 6/Σsérie ômega 3

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 moléculas (LDL), sem reduzir as lipoproteínas de alta densidade (HDL) (MIHAYLOVA;

PEEVA, 2007). Para os ácidos graxos insaturados, houve diferença estatística ($p < 0,05$) para os tratamentos Controle e Cupuaçu que apresentaram maior porcentagem (25,24% e 25,08%, respectivamente) em relação ao tratamento Murumuru (24,27%).

O ácido graxo que mais contribuiu para o total de insaturados foi o C18:1 *cis* 9 (um dos isômeros do ácido oléico), com valores médios de 20,69, 20,62 e 20,63 para Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente. Valores semelhantes foram verificados por Mihaylova e Peeva (2007), com resultados médios de 18,79% do C18:1 *cis* 9 e Fernandes (2004) que encontrou valor de 21,86%, em trabalhos com leite bubalino.

Com relação aos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) não foram registradas diferenças significativas em seus teores nos tratamentos estudados. A relação n-6/n-3 no leite proveniente dos tratamentos experimentais mostrou-se dentro da faixa nutricionalmente satisfatória. A FAO em 1994 sugeria como recomendável que as dietas apresentassem um razão n-6/n-3 entre 5/1 a 10/1. Atualmente, reconhece-se que as dietas devem apresentar uma relação entre ácidos n-6/n-3 que se aproxime de 4/1 ou 5/1, de forma a reduzir o risco de prevalência de doenças crônicas, características das sociedades desenvolvidas (SIMOPOULOS, 2002). O Department of Health (1994) também sugeriu que o balanço entre os PUFA n-6 e n-3 da dieta não deve exceder 4,0. O National Institute of Health dos EUA (citado por Simopoulos, 2002) refere um razão de n-6/n-3 de 1 a 2.

2.4 CONCLUSÃO

A substituição parcial da soja e do milho nos concentrados ofertados aos animais experimentais, por resíduos de cupuaçu e murumuru, não provocaram mudanças significativas na produção do leite e seus componentes, o que demonstra a viabilidade do seu uso em dietas para búfalas leiteiras.

De um modo geral, o leite bubalino, independente da suplementação, apresentou bom índice n-6/n-3, dentro do valor recomendado para a dieta humana.

A concentração de PUFA foi reduzida, com índice PUFA/SFA baixo, revelador da presença de percentual elevado de gordura saturada. Na sua maioria, o perfil de ácidos graxos não foi influenciado pelos tratamentos estudados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.). **Official methods of analysis**. IS.ed. Washington, 2v, 1997.

BARBOSA, N. G. S. Bubalinocultura no Estado do Pará. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n.1, p. 34-38, 2005.

BASTIANETTO, E.; ESCRIVÃO, S. C.; OLIVEIRA, D. A. A. Influência das características reprodutivas da búfala na produção, composição e qualidade do leite. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 1, p. 49-52, 2005.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém no últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).

BORGES, K. C.; MEDEIROS, A. C. L.; CORREIA, R. T. P. Iogurte de leite de búfala sabor cajá (*Spondias lútea L.*): caracterização físico-química e aceitação sensorial entre indivíduos de 11 a 16 anos. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 2, p. 295-300, 2009.

BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, P.; MORAES, E. A.; REGAZZI, A. J.; LEITE, G. G. Avaliação de pastagem nativa dos cerrados submetida à queima anual. 2. qualidade da dieta de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 3, p. 438-442, 1997.

_____; NASCIMENTO JÚNIOR, P.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: Composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1605-1613, 2002.

COELHO, K. O.; MACHADO, P. F.; COLDEBELLA, A.; CANOLI, L. D.; CORASSIN, C. A. Determinação do perfil físico-químico de amostras de leite de búfalas, por meio de analisadores automatizados. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, n. 3, p. 167-170, 2004.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A.; HOTTA, F. R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 448-453, 2005.

DEPARTMENT OF HEALTH (1994) - Nutritional Aspects of Cardiovascular disease: **Report on Health and Social Subjects**. nº 46. (1994) HMSO, London

DIOGO, J. M. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; TORREGROSA, S. L. J. Composição botânica da dieta selecionada por novilhos em pastagem natural de Viçosa-MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 884-895, 1995.

EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D.; TEIXEIRA, R. M. A.; ARCURI, P. B.; LEÃO, M. I.; OLIVEIRA, M. V. M.; VALADARES FILHO, S. C. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácido linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1829-1837, 2006 (suplemento).

FERNANDES, S. A. A. **Levantamento exploratório da produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de búfalas de cinco fazendas do Estado de São Paulo**. 2004. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2004.

GAINES, W. L.; DAVIDSON, F. A. The effect of advance in lactation and gestation on mammary activity. **The Journal of General Physiology**, v. 9, n. 3, p. 325-332, 1925.

GARCIA, A.R.; GONÇALVES, K.S.; NAHÚM, B.S.; MATOS, L.B.; BARBOSA, D.L.M.; SIMÕES, A.R.; MONTEIRO, P.J.C. Eficiência da detecção de estros em fêmeas bubalinas (*Bubalus bubalis*) criadas na Amazônia. In: XVII CONGRESSO ESTADUAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DO RIO GRANDE DO SUL, 2006, Gramado-RS. **Anais...**, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p.1020, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra – Banco de dados agregados**. Brasília: IBGE 2009. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>. Acesso em: 07 jan. 20011.

LOCK, A.L.; GARNSWORTHY, P.C. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and $\Delta 9$ -desaturase activity in dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 79, n. 1, p. 47-59. 2003.

MACEDO, M. P.; WECHSLER, F. S.; RAMOS, A. A.; AMARAL, J. B.; SOUZA, J. C.; RESENDE, F. D.; OLIVEIRA, J. V. Composição Físico-Química e Produção do Leite de Búfalas da Raça Mediterrâneo no Oeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 1084-1088, 2001. (suplemento).

MARTINS, P. R. G.; SILVA, C. A.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JÚNIOR, W.; ZANEL, M. B. Produção e qualidade do leite na bacia leiteira de Pelotas-RS em diferentes meses do ano. **Ciência Rural**. v. 36, n. 1, p. 209-214, 2006.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. et al. (Eds.). **Forage quality evaluation and utilization**. Nebraska: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, 1994. 988p.

MIHAYLOVA G, PEEVA T. Trans fatty acids and conjugated linoleic acid in the buffalo milk. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, n. 2 ,p. 1056-1059, 2007. (Suplemento).

MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 1965, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1965. **Anais...**, 1965, p. 815-822.

MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro**. 1998. 99f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 1998.

PALMQUIST, D. L.; BEAULIEU, A. D.; BARBANO, D. M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 6, p. 1753-1771, 1993.

PATIÑO, E. M. Factores que afectan las propiedades físicas y la composición química de La leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) em Corrientes, Argentina. **Revista Veterinária**, v. 15, n. 1, p. 21-25, 2004.

SAMPAIO, I. B. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia. 1998. 221p

SANTOS, P. M. **Estudo de algumas características agronômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**, 1997. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998.

_____; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; CARVALHO, G. G. P.; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C. C. Digestibilidade aparente de dietas contendo arelo de cacau e torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 405-411, 2005.

SILVA, J. C. P. M.; VELOSO, C. M. **Manejo para maior qualidade do leite**. 1ª ed. Viçosa: Aprenda fácil, 2011. 181p.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p.365-379, 2002.

SOLLENBERGER, L. E.; CHERNEY, D. J. R. Evaluating Forage Production and Quality. **The Science of Grassland Agriculture**, p. 97-110, 1995.

SOUZA, L. G.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; MAKSUSHITA, M.; SAKAGUTI, E. S.; RIBAS, N. P.; VILALBA, R. G. Avaliação da composição e do perfil de ácidos graxos do leite de vaca cru e pasteurizado em minilaticínios. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 331-337, 2003.

TORREGROZA SANCHEZ, L. J. **Composição botânica e qualidade da dieta de novilhos esôfago-fistulados em pastagem natural de Viçosa**. 1993. 101f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.

VERRUMA, M. R; SALGADO, J. M. Análise química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Scientia Agrícola**, v. 1, n. 51, p. 131-137, 1994.

YUNES, V. M.; BENEDET, H. D. Desenvolvimento experimental de queijo fresco de leite da espécie bubalina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 285-290. 2000.

3 TEXTURA, REOLOGIA E SINÉRESE DE LEITE FERMENTADO DE BÚFALAS SUPLEMENTADAS COM TORTAS DE CUPUAÇU E MURUMURU EM DIFERENTES TRATAMENTOS TÉRMICOS E PERÍODO DE ESTOCAGEM.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a influência da suplementação alimentar, tratamento térmico e período de estocagem no perfil de textura, sinérese e comportamento reológico de leite fermentado de búfalas leiteiras mantidas em pastagem cultivada de mombaça (*Panicum maximum*). O experimento em campo foi conduzido na Unidade de Pesquisa Animal “Dr. Felisberto Camargo” da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-Pará, constituído de três períodos experimentais de 21 dias, dez para adaptação dos animais à dieta e onze para coleta de dados. Foram utilizadas doze búfalas primíparas, manejadas em quatro quadrados latinos (3x3) e suplementadas em cochos individuais. Utilizou-se concentrado à base de torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e de murumuru (*Astrocaryum murumuru*), em substituição parcial do milho e soja, nos tratamentos: 1 - **Controle** - 75% de farelo milho e 25% de farelo de soja; 2 - **Cupuaçu** - 50% de torta de cupuaçu + 30% de farelo milho e 20% de farelo de soja; e 3 - **Murumuru** - 37% de torta de murumuru + 39% de farelo milho e 24% de farelo de soja. Foram analisadas nove amostras de leite fermentado probiótico, elaboradas a partir da mistura de leite de quatro animais (amostras inteiramente casualizadas) sob o mesmo tratamento suplementar (Controle, Cupuaçu e Murumuru) e em três tratamentos térmicos (80 °C/15 minutos; 90 °C/10 minutos; e 95 °C/5 minutos). As amostras de leite fermentado foram analisadas com relação à textura, sinérese e comportamento reológico, durante o período de armazenamento, refrigerado a 6 °C±2 °C, nos dias 1, 14 e 28 após a fabricação. Para a determinação das propriedades reológicas foram testados três modelos: Ostwald-de-Waele (Lei da Potência), Hersch-Bulkley e Bingham. Todas as avaliações foram realizadas em triplicata. Os dados foram submetidos a análise de variância, com médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. O tratamento térmico aplicado ao leite antes do processo de fermentação não influencia as características de textura do produto, no que se refere aos parâmetros de firmeza e elasticidade, porém influenciou a coesividade do produto e a sinérese. A viscosidade do leite fermentado também não sofreu influência do tratamento térmico aplicado ao leite. Os resultados mostram que pode-se aplicar tratamentos térmicos menos agressivos ao leite bubalino obtendo-se parâmetros de consistência semelhante aos obtidos com tratamentos mais rigorosos. As amostras de leite fermentado avaliadas neste trabalho apresentaram comportamento não newtoniano na temperatura de 10 °C. Os parâmetros reológicos foram obtidos para todos os modelos, sendo que o modelo da Ostwald Walle apresentou os melhores resultados. As amostras apresentaram valores de índice de comportamento (*n*) inferiores a um, caracterizando o comportamento pseudoplástico, visto que a viscosidade das amostras diminuiu com as taxas de deformação aplicadas e, também, tixotrópico, por apresentar diminuição da viscosidade com o tempo de cisalhamento.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais, firmeza, elasticidade, coesividade.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the influence of food supplementation, heat treatment and storage period on the texture profile, syneresis and rheological behavior of milk fermented dairy buffaloes kept in pasture for Mombasa (*Panicum maximum*). The experiment was conducted at the Animal Research Unit "Dr. Felisberto Camargo", Embrapa Amazônia Oriental, Belém-Pará, consisting of three experimental periods of 21 days, ten to the animals adapt to the diet and eleven for data collection. Twelve primiparous buffaloes were used, supplemented in individual troughs, distributed in four latin squares 3 × 3. Used to concentrate, tart cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) and murumuru (*Astrocaryum murumuru*), in partial substitution of corn and soybeans, the following treatments: 1 - **Control** - 75% corn bran and 25% soy bran ; 2 - **Cupuaçu** - 50% cupuaçu pie + 30% corn bran and 20% soy bran, and 3 - **Murumuru** - 37% murumuru pie + 39% corn bran and 24% of soy bran. We analyzed nine samples of probiotic fermented milk, prepared from a mixture of milk of four animals from the third experimental period, under the same supplemental treatment (Control, Cupuaçu and Murumuru) and three heat treatments (80 °C/15 minutos, 90 °C/ 10 minutes, and 95 °C/5 minutos). The fermented milk samples were analyzed for firmness, elasticity, cohesiveness, syneresis and rheological behavior during the storage period, cooled to 6 °C ± 2 °C on days 1, 14 and 28 after manufacture. For the determination of rheological properties were tested three models: Ostwald-de-Waele (Power Law), Herschel-Bulkley and Bingham. All evaluations were performed in triplicate. Data were subjected to analysis of variance with means compared by the Tukey test, the 5% significance level. The heat treatment applied to milk before

the fermentation process does not affect the texture characteristics of the product with regard to the parameters of firmness and elasticity, but affected the cohesiveness of the product and syneresis. The viscosity of the fermented milk also not influenced by the heat treatment applied to milk. The results show that we can apply heat treatment less aggressive buffalo milk obtaining parameters of a similar consistency to those obtained with more rigorous treatments. The fermented milk samples evaluated in this study showed non-Newtonian behavior at a temperature of 10 °C. The rheological parameters were obtained for all models, Oswald Walle's model showed the best results. The samples presented with behavior index (n) less than one, characterizing the shear thinning behavior, since the viscosity of samples decreased with the applied strain rate and also thixotropic, due to its reduced viscosity with shearing time.

Key-word: Agroindustrial residues, firmness, elasticity, cohesiveness.

3.1 INTRODUÇÃO

Não há dúvidas que os produtos lácteos são alimentos funcionais. Eles são uma das melhores fontes de cálcio, nutriente essencial, que pode prevenir a osteoporose e possivelmente câncer de cólon. Entretanto, além do cálcio, pesquisas têm focalizado especialmente outros componentes desses produtos, conhecidos como probióticos. O consumo de leites fermentados por muito tempo, esteve baseado no iogurte tradicionalmente produzido com fermentos compostos de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, o futuro aponta para o uso de probióticos, associados ou não às bactérias tradicionais, quer como agentes “biotecnológicos”, que melhoram as características do produto tradicional, como reduzir a pós-acidificação do iogurte, fato evidenciado pela ação de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* sp. quer como “agentes terapêuticos”, ou seja, micro-organismos que promovam efeitos benéficos nos indivíduos que os ingerem (ANTUNES, 2001).

A tradição brasileira de produzir leite fermentado a partir do leite bovino, vem sendo parcialmente substituída por outros tipos de leite que podem ser usados com sucesso na elaboração de lácteos, tais como o leite bubalino. O leite bubalino, por exemplo, apresenta características particulares que permitem um sabor mais adocicado e coloração mais branca aos seus produtos quando comparado ao leite bovino (BENEVIDES, 1998).

O rebanho brasileiro de bubalinos soma um milhão e duzentas mil cabeças, com a maior parte desse rebanho concentrada na Região Norte (63%) tendo o Pará 435.937 cabeças, onde existem excelentes animais produtores, tanto de carne quanto de leite. Com relação à produção de leite há o destaque para o rebanho de produtores dos municípios de Santa Isabel do Pará, Nova Timboteua e Ipixuna, Pará, onde animais de excelente padrão racial já estão produzindo acima de 12 kg de leite/dia em uma ordenha diária, com suplementação de baixo custo (IBGE, 2009; BARBOSA, 2005). Neste sentido pode-se apostar em grandes possibilidades de crescimento desta indústria na região.

No entanto, o ponto central para a produção de leite fermentado é a acidificação, e o entendimento desse fenômeno é crucial devido à sua importância para a produção deste derivado, já que nessa etapa acontece a síntese de compostos aromáticos responsáveis pelo odor característico do produto, além de significantes modificações estruturais que definem a textura final do alimento e, conseqüentemente, sua qualidade (ORDONEZ., 2005; GASTALDI et al., 1997). A principal modificação estrutural é a formação do gel, que pode

ser influenciada por ação enzimática, acidificação e/ou tratamento térmico do leite (LUCEY, 2002). Os géis, formados a partir da acidificação do leite, originam-se a partir de agregações de partículas, formando redes pela expansão de todo o volume (PHADUNGATH, 2005).

Horne (1999) considera que a maioria dos trabalhos a respeito de leite fermentado é de natureza tecnológica, não abordando em profundidade as características e parâmetros envolvidos no processo de produção. Segundo Dannenberg e Kessler (1988) os rearranjos na rede produzidos por forças atrativas entre as moléculas de caseína ou micelas agrupadas podem levar a formação de ligações intermoleculares adicionais e, conseqüentemente, a contração do gel com expulsão de líquido. Esse fenômeno, chamado sinérese é, portanto, causado pela liberação espontânea de água do gel acompanhada pela redução do seu volume e intensificado por mudanças na temperatura, valor de pH e fatores mecânicos. A suscetibilidade à sinérese tende a diminuir com o aumento da matéria sólida do leite fermentado (JAROS et al., 2002).

A determinação das propriedades reológicas dos alimentos auxilia o controle de qualidade dos produtos e propicia melhor entendimento de sua estrutura, além de ser necessária no cálculo de qualquer processo que envolva escoamento de fluido. De acordo com seu comportamento frente ao escoamento, os fluidos são classificados como Newtonianos e não Newtonianos. Nos fluidos não Newtonianos a relação entre tensão e taxa de cisalhamento não é constante, caracterizando uma interação entre seus componentes. Eles são classificados de acordo com o aspecto da curva de fluxo e correlação com alguma equação ou modelo matemático (MARCOTTE; HOSHAHILI; RAMASWAMY, 2001; ÜNAL; METIN; ISIKI, 2003).

Deve-se levar em conta também que cada tipo de leite se comporta de maneira diferenciada, tendo em vista as características peculiares a cada um deles. Como exemplo dessa situação, temos a ação do tratamento térmico e da temperatura de incubação sobre a formação do gel do iogurte (TAMINE; ROBINSON, 2000). O tratamento térmico do leite promove agregação proporcionando géis mais firmes e diminuindo o grau de acidificação necessário para provocar a associação da matriz protéica no leite fermentado (HAQUE; RICHARDSON; MORRIS, 2001). A adsorção das proteínas do soro às micelas de caseína, mediada pelo aquecimento do leite, é fundamental nas propriedades físicas e químicas das micelas e conseqüentemente influencia na textura de leites fermentados.

Essa pesquisa objetivou avaliar a influência da suplementação alimentar aplicada aos animais experimentais e dos tratamentos térmicos aplicados ao leite no perfil de textura, na

sinérese e no comportamento reológico, ao longo do período de estocagem do leite fermentado produzido.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi conduzido na Unidade de Pesquisa “Dr. Felisberto Camargo” (01°28’S e 48°27’W), Belém, Pará, Brasil, pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011. O tipo climático do local experimental é o Afí, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média de 3.001,3 mm/ano, bem distribuída ao longo dos meses, com período mais chuvoso de janeiro a junho e, menos chuvoso, de julho a dezembro. A temperatura média anual é de 26,4°C, com média de umidade relativa do ar de 84% e insolação anual de 2.338,3 horas/ano (BASTOS et al., 2002). O solo dessa área é do tipo Latossolo Amarelo, fase pedregosa I, de textura argilosa.

Os animais ficaram em uma área de 14 hectares dividida em 8 piquetes com capim *Panicum maximum* cv. mombaça, manejado em pastejo rotacionado, com quatro dias de ocupação e 28 dias de descanso, com ciclo de pastejo de 32 dias, os piquetes possuíam sombreamento natural e cercas de arame liso com dois eletrificados. O plantio da forragem nos piquetes foi realizado em dezembro de 2008, com 46 kg de P₂O₅/hectare (200 kg de fosfato reativo Arad).

Foram utilizadas 12 fêmeas bubalinas lactantes primíparas, pertencentes ao rebanho da Embrapa Amazônia Oriental. As búfalas tiveram estros sincronizados, a partir do protocolo Ovsynch (GARCIA et al., 2006) e inseminação em tempo fixo. Esse protocolo visou a concentração de parições, para uniformidade da coleta de dados.

Os animais foram manejados segundo delineamento experimental de quatro quadrados latinos 3 x 3, para as 12 búfalas (3 búfalas/quadrado). Os animais foram alojados em um dos quadrados de acordo com a data de parição (Anexo 1).

As búfalas receberam após a parição, duas vezes ao dia, suplementação a base de milho (75%) e farelo de soja (25%). Os animais entraram no experimento com aproximadamente 59±6 dias de lactação, quando então receberam os diferentes tratamentos utilizados no experimento, de acordo com a produção diária. Foram ofertados 1 kg de

concentrado para animais que produziam até 5 kg de leite/dia e mais 1 kg de concentrado para cada 2 kg de leite/dia excedidos.

Cada animal do quadrado recebeu alternadamente três tratamentos suplementares (Controle, Cupuaçu e Murumuru) a cada 21 dias/tratamento, sendo os 10 primeiros de adaptação e os 11 últimos de coleta de dados.

Os tratamentos utilizados levaram em consideração uma suplementação de concentrados isoprotéicos com 18% de PB (proteína bruta) chamados de: **Controle**, constituídas de suplementação com 75% de farelo de milho e 25% de farelo de soja; **Cupuaçu**, constituída de suplementação com 30% de farelo de milho, 20% de farelo de soja e 50% de torta de cupuaçu, e **Murumuru**, constituída de suplementação com 39% de farelo de milho, 24% de farelo de soja e 37% de torta de murumuru. A torta de cupuaçu é o resíduo da extração do óleo da semente seca, livre de qualquer resíduo da polpa e a torta de murumuru é o resíduo da extração do óleo do fruto, por prensagem mecânica.

Os animais receberam a suplementação duas vezes ao dia, às 7:00 horas e 15:00 horas, em cochos individuais e foram ordenhados manualmente uma vez ao dia, adotando-se as Boas Práticas Agropecuárias que baseia-se na higiene dos animais e dos tetos antes e após a ordenha, bem como dos utensílios e mãos dos ordenhadores.

Foram ordenhados dois quartos dos tetos e o restante permanecia para os bezerros mamarem. Após a ordenha, os animais eram liberados para a pastagem, onde permaneciam até às 14:00 horas, quando os bezerros eram apartados, para a próxima suplementação das vacas lactantes experimentais. Os animais receberam água e sal mineral *ad libitum*.

Foram desenvolvidos, dentro das Boas Práticas de Fabricação (BPF), nove amostras de leite fermentado probiótico, que foram elaboradas a partir da mistura de leite de quatro animais, em amostragem inteiramente casualizada, sob o mesmo tratamento de suplementação (Controle, Cupuaçu, Murumuru) e em três tratamentos térmicos (80 °C/15 minutos; 90 °C/10 minutos; 95 °C/5 minutos) adaptado de Thomopoulos, Tizia e Milka (1993) (Figura 1). Para avaliação da qualidade da matéria-prima utilizada na elaboração do derivado, foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas. As amostras foram analisadas em sua composição físico-química um dia após a fabricação e o perfil de textura, comportamento reológico e sinérese foram analisados durante o período de armazenamento (28 dias) refrigerado a $6\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

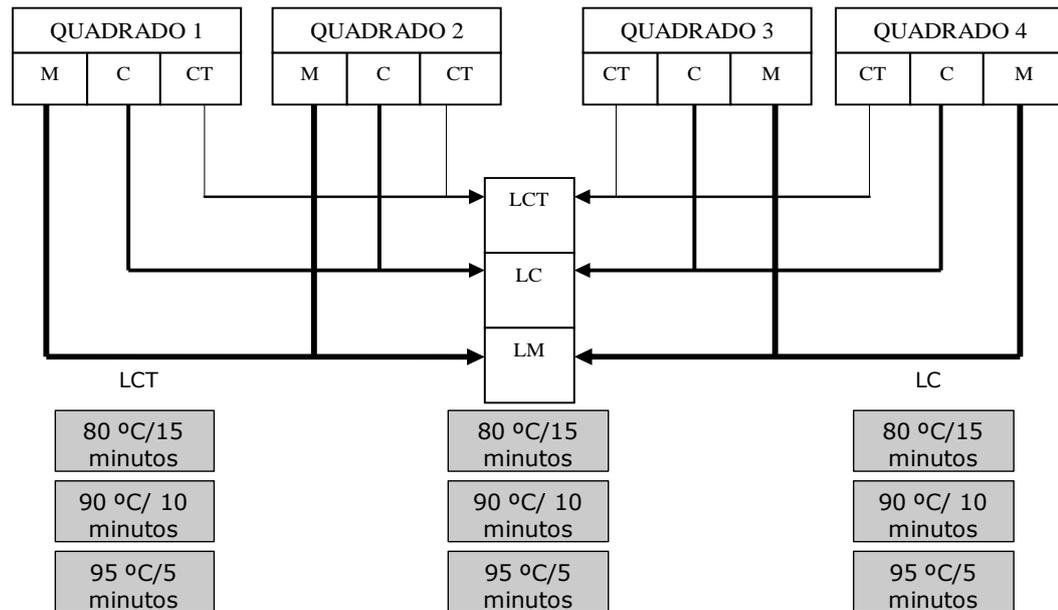


Figura 1 – Representação do “pull” realizado para obtenção do leite (L) com suplementação Controle (CT), Cupuaçu (C) e Murumuru (M) e tratamentos térmicos a que foram submetidos.

O leite utilizado na elaboração do derivado foi encaminhado ao Laboratório da Unidade de Pesquisa Animal “Senador Álvaro Adolpho” (1°25’S e 48°26’W), pertencente a Embrapa Amazônia Oriental, onde foram realizadas análises de pH, densidade, teor de gordura, proteína, extrato seco desengordurado (ESD) e lactose, utilizando analisador ultrassônico da Marca Ekomilk total. As análises de acidez foram obtidas por titulação com NaOH, cinzas por incineração da amostra, em mufla, a 550°C e extrato seco obtida em estufa com circulação de ar forçada regulada a 105°C, até peso constante, seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Para avaliação da qualidade microbiológica da matéria-prima, foram realizadas análises de contagem padrão em placas (CPP) de acordo com a Legislação para leite cru refrigerado (BRASIL, 2002). Mesmo não sendo exigidas pela Legislação para leite cru, foram realizadas análises de coliformes a 45°C e *Salmonella* sp seguindo a Legislação para leite pasteurizado (BRASIL, 2001) para verificar a qualidade das Boas Práticas Agrícolas durante a ordenha. Ambos procedimentos seguiram metodologia descrita por Vanderzant e Plittstoesser (1992) sendo consideradas amostras indicativas.

Cultura probiótica foi utilizada devido sua capacidade de redução do fenômeno de pós-acidificação, além de seus benefícios á saúde. A cultura láctica, utilizada no experimento contendo *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium spp*, foi preparada seguindo as técnicas recomendadas pelo fabricante, ou seja, um litro de leite bubalino foi tratado termicamente à temperatura de 110 °C por 10 minutos. Depois de resfriado a 45 °C foi adicionado 0,1% de cultura láctica liofilizada e incubado a 45 °C por 3 a

4 horas. Ao final da incubação, a cultura foi mantida sob refrigeração ($6\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) até o dia seguinte, quando foi utilizada para produção do leite fermentado.

Na mistura de leites proveniente dos tratamentos foi acrescido 2% de açúcar e submetida a três tratamentos térmicos ($80\text{ }^{\circ}\text{C}/15$ minutos; $90\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ minutos e $95\text{ }^{\circ}\text{C}/5$ minutos), resfriados a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ e inoculados com 2,5% (em relação ao volume de leite) de cultura láctica probiótica, previamente preparada, conforme descrição acima.

Após a inoculação, os leites foram agitados, com o objetivo de promover a perfeita distribuição da cultura láctica.

Em seguida, a mistura foi acondicionada em copos plásticos fechados com tampas plásticas e incubados em estufa a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ até pH 4,6. Após o final da fermentação os produtos foram resfriados a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ em banho de gelo e armazenados em câmara fria à temperatura de $6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, para posterior análise.

As amostras de leite fermentado obtido foram avaliadas quanto extrato seco total (EST), determinado em estufa com circulação de ar forçada regulada a 105°C , até peso constante; extrato seco desengordurado (ESD), pela diferença do EST e teor de gordura; proteínas totais, determinada pelo método Kjeldahl, utilizando-se 6,38, como fator de conversão e cinzas, por incineração da amostra, em mufla, a 550°C , segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e gordura, determinada pelo método de Bligh e Dyer (1959).

As determinações dos parâmetros de textura das amostras foram realizadas em triplicata, no dia seguinte a fabricação (1 dia) e após 14 e 28 dias. O perfil de textura dos leites fermentados foi determinado através de teste de dupla compressão (TPA – *Texture Profile Analysis*) das amostras com peso constante, contidas nas embalagens plásticas, utilizando *probe* cilíndrico de 38 mm de diâmetro, em analisador de textura QTS - 25 (Texture Analyser Brookfield). Os dados foram coletados através do programa “Texture Pro®” – versão 2.1. Foram analisados os atributos firmeza (força necessária para atingir uma deformação aplicada), coesividade (medida em que o material pode ser deformado antes de se romper) e elasticidade (taxa na qual o material deformado volta ao seu estado não deformado após a retirada da força deformante) e foram empregados os seguintes parâmetros: amostras de leite fermentado com altura de 35 mm e diâmetro de 50 mm, temperatura de $6\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, distância de 12 mm e velocidade de compressão de 60 mm/minuto, segundo metodologia adaptada de Penna, Subbarao Gurram e Barbosa-Cánovas (2006) .

Para determinação das medidas reológicas das amostras de leite fermentado utilizou-se um Reômetro R/S plus (Brookfield). As avaliações foram feitas a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ utilizando-se *spindle*

cilíndrico (CC25) e taxa de cisalhamento variando de 0,1 a 300 s⁻¹. A temperatura das amostras foi mantida constante durante o ensaio, através de um banho termostático acoplado ao equipamento. Os dados foram obtidos através do software RHEO 3000. Todas as avaliações foram realizadas em triplicata, no dia seguinte a fabricação (1 dia) e após 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado à 6 °C±2 °C, seguindo metodologia adaptada de Penna, Subbarao Gurram e Barbosa-Cánovas (2006).

Os modelos testados foram: Ostwald-de-Waelle (Lei da Potência) (Equação 1), Hersch-Bulkley (Equação 2) e Bingham (Equação 3) (STEFFE, 1996).

$$\tau = k\gamma^n \quad (1)$$

$$\tau = \tau_0 + k(\gamma)^n \quad (2)$$

$$\tau = \tau_0 + \eta_{pl} \cdot \gamma \quad (3)$$

Sendo:

k = índice de consistência (Pa.s);

n = índice de comportamento (adimensional);

τ = tensão de cisalhamento (Pa);

τ_0 = tensão de cisalhamento inicial (Pa); e

η_{pl} = viscosidade plástica (Pa.s); e

γ = taxa de cisalhamento (s⁻¹).

Foi determinada a sinérese através da quantidade de soro drenado das amostras de leite fermentado, por 1 hora a 6 °C±2 °C, usando uma peneira de aço inoxidável de 120 mesh, conforme descrito por De Wit (1988). Todas as avaliações foram realizadas em triplicata, no dia seguinte a fabricação (1 dia) e após 14 e 28 dias de armazenamento refrigerado. O esquema utilizado para análise está apresentado no Anexo 2.

Os resultados das análises foram avaliados de acordo com métodos de estatística descritiva, calculando-se os valores médios, coeficiente de variação e desvio padrão para todas as variáveis (SAMPAIO, 1998). Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey para comparação de médias utilizando-se o Software Statistica versão 7.0. Em todas as análises foi considerado nível de significância de 5%. Os dados experimentais de reologia foram processados utilizando o software Origin 8.0. Para todos os modelos foram determinados o parâmetro estatístico coeficiente de determinação (R²).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das análises físico-químicas dos leites bubalinos utilizados na elaboração das amostras de leite fermentado estão apresentados na Tabela 8. Os valores obtidos para todos os parâmetros apresentaram-se, de modo geral, dentro da normalidade esperada para o leite de búfala.

Vale ressaltar que o Brasil ainda não possui legislação federal específica que regularize o padrão de identidade e qualidade de leite bubalino. Apenas o estado de São Paulo, através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, dispõe de resolução que determina alguns parâmetros de qualidade (SÃO PAULO, 1994). Dentre eles, estabelece valores mínimos de 4,5% para o teor de gordura, acidez em graus Dornic entre 14 e 23, extrato seco desengordurado (ESD) mínimo de 8,57%; densidade a 15°C entre 1,028 e 1,034, e pH entre 6,4 e 6,9. No entanto não menciona valores aceitáveis para proteína, lactose e Extrato Seco Total (EST).

Tabela 8. Composição média do leite utilizado na elaboração das amostras de leite fermentado

Composição	Controle	Cupuaçu	Murumuru	CV (%)
pH	6,55 ^a ±0,21	6,43 ^a ±0,04	6,65 ^a ±0,35	1,68
Acidez (°Dornic)	17,00 ^a ±0,50	18,00 ^a ±0,50	16,00 ^a ±0,50	5,88
Densidade à 15°C	28,65 ^a ±0,92	31,00 ^b ±0,17	34,75 ^c ±0,21	9,78
Gordura (%)	9,12 ^a ±0,86	7,93 ^b ±0,41	5,20 ^c ±0,21	27,10
Proteína (%)	4,74 ^a ±0,28	4,96 ^a ±0,08	5,19 ^a ±0,19	4,53
EST (%)	20,00 ^a ±0,49	18,70 ^b ±0,46	17,28 ^b ±0,86	7,29
ESD (%)	10,18 ^a ±0,80	10,77 ^a ±0,06	11,43 ^a ±0,29	5,79
Lactose (%)	4,64 ^a ±0,49	5,00 ^a ±0,17	5,38 ^a ±0,11	7,39
Cinzas (%)	0,79 ^a ±0,08	0,80 ^a ±0,04	0,86 ^a ±0,06	4,64

Controle - milho (75%) e soja (25%); Cupuaçu - milho (30%), soja (20%) e torta de cupuaçu (50%); Murumuru - milho (39%), soja (24%) e torta de murumuru (37%); ^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$). EST: Extrato Seco Total; ESD: Extrato Seco Desengordurado.

Os valores médios encontrados para a acidez titulável foram de 17, 18 e 16°D, para as amostras de leite dos animais que estavam sob os tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente, dentro da faixa considerada normal para o leite bubalino e próximos aos encontrados por Macedo et al.(2001).

O teor de gordura das amostras de leite utilizadas para elaboração do leite fermentado foi alto se comparado ao leite bovino, mas dentro dos padrões da espécie bubalina, apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras (Tabela 8). Os valores médios encontrados neste trabalho foram superiores aos relatados por Cunha Neto et al. (2005) que, avaliando a composição do leite de búfala para ser empregado no processamento do iogurte, encontrou valor médio de 6,82% de gordura, com exceção da amostra proveniente da mistura do leite dos animais que estavam sob o tratamento Murumuru, que apresentou valor inferior (5,20%). Figueiredo e Porto (2002) citam que a gordura é um importante constituinte do leite fermentado e do ponto de vista sensorial é responsável pelo desenvolvimento de sabor e aroma, além de contribuir para a viscosidade.

Quanto ao teor de proteína, não foi verificada diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras de leite, porém os valores obtidos (Tabela 8) encontram-se acima do encontrado por Neves (2002), de 4,33% e Prudêncio et al. (2006), de 5,47%, que também avaliaram leite de búfalas.

A média do EST ficou acima do correspondente ao padrão para utilização em iogurtes, que segundo Tamine e Robinson (2000) deve ser de 16%. Este fato está relacionado com o conteúdo de gordura encontrado, que influenciou de forma direta o conteúdo de sólidos totais dos leites analisados. A correção do teor de sólidos do leite é feita, geralmente, com leite em pó desnatado, prática bastante comum quando utilizado o leite bovino, todavia, com a quantidade de sólidos encontrada no leite de búfala, não se fez necessário o uso deste procedimento. O ESD, lactose e cinzas encontram-se dentro do considerado normal para a espécie bubalina e sem diferença significativa para os tratamentos estudados.

Cada um dos componentes do leite exerce seu papel sobre a qualidade final do leite fermentado, mas os aspectos quantitativos e qualitativos relativos às proteínas, lipídios e lactose, são, sem dúvida, os mais importantes para a elaboração desse derivado lácteo.

Durante a fermentação do leite, a lactose é degradada pelo complexo enzimático das bactérias lácticas presentes com conseqüente acidificação. Esse processo, bem como outros tratamentos tecnológicos aplicados ao leite durante o processamento – tratamento térmico, homogeneização - têm impacto decisivo sobre a estrutura das proteínas e lipídios presentes.

Na Tabela 9 apresenta-se a qualidade microbiológica dos leites utilizados na fabricação dos produtos obtidos.

Tabela 9 - Qualidade microbiológica do leite utilizado na fabricação do leite fermentado.

Análise	Controle	Cupuaçu	Murumuru	Padrão ²
Coliformes a 45°C (NMP/mL)	< 4	< 4	< 4	< 4
¹ CPP (UFC/mL)	1x10 ⁵	1x10 ⁴	1x10 ⁵	1x10 ⁶
<i>Salmonella spp</i> (ausência em 25 mL)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

¹Contagem Padrão em Placas; ²BRASIL, 2001 e BRASIL, 2002; NMP: Número mais provável; UFC: Unidade formadora de colônia.

Os valores observados encontram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001; BRASIL, 2002) demonstrando que as condições de obtenção e transporte do leite até a unidade de beneficiamento foi satisfatória.

Os resultados físico-químicos obtidos (Tabela 10) em todas as amostras analisadas estiveram de acordo com os parâmetros mínimos definidos na legislação brasileira para o derivado conforme sua classificação em integral (BRASIL, 2000).

Os resultados correspondentes à porção protéica não constaram diferenças significativas ($p < 0,5$) entre as amostras de leite fermentado estudadas, com exceção para a amostra LFC80 que diferiu das demais. Ao estudar iogurte elaborado com leite de búfala, Verruma, Oliveira e Salgado (1993) observaram média de 4,5% de proteína, e Cunha Neto et al. (2005), observaram valores de 4,68% em iogurte natural bubalino, valores inferiores aos encontrados nesta pesquisa.

Quanto ao teor de gordura, observa-se que a amostragem utilizada para coleta do leite, influenciou o conteúdo nas amostras de leite fermentado analisadas, que refletiram a composição da matéria-prima que originou o leite fermentado (Tabela 9). Verruma, Oliveira e Salgado (1993) observaram percentual de gordura em iogurte de leite de búfala em torno de 7,10%, Rocha et al. (2004) perceberam teor de gordura igual a 6% em iogurtes de diferentes sabores.

Tabela 10 – Composição média das amostras do leite fermentado experimental.

Tratamento	Composição				
		Controle	Cupuaçu	Murumuru	CV (%)
80 °C/15 minutos	térmico (%)				
	Proteína	6,53 ^a ±0,11	4,74 ^b ±0,62	6,03 ^a ±0,00	16,02
	Lipídeos	9,16 ^a ±0,10	7,87 ^b ±0,16	5,10 ^c ±0,01	28,12
	EST	19,34 ^a ±1,05	15,89 ^b ±0,74	18,13 ^{ab} ±0,73	9,84
	ESD	10,18 ^b ±1,05	8,02 ^b ±0,74	13,03 ^a ±0,73	24,14

	Cinzas	0,66 ^a ±0,01	0,76 ^a ±0,10	0,84 ^a ±0,10	11,97
	Proteína	6,42 ^a ±0,95	6,79 ^a ±1,09	6,68 ^a ±0,78	2,87
	Lipídeos	9,09 ^a ±0,16	7,71 ^b ±0,70	5,02 ^c ±0,05	28,46
90 °C/10 minutos	EST	19,25 ^a ±1,15	18,51 ^a ±0,97	15,21 ^b ±0,80	12,18
	ESD	10,16 ^a ±1,15	10,80 ^a ±0,97	10,20 ^a ±0,80	3,45
	Cinzas	0,74 ^a ±0,13	0,83 ^a ±0,05	0,82 ^a ±0,18	6,19
	Proteína	4,77 ^a ±0,58	7,15 ^a ±0,24	6,31 ^a ±0,19	19,86
	Lipídeos	9,10 ^a ±0,05	7,10 ^b ±0,24	5,00 ^c ±0,02	29,01
95 °C/5 minutos	EST	23,11 ^a ±0,48	19,17 ^b ±0,70	17,24 ^b ±0,32	15,08
	ESD	14,01 ^a ±0,48	12,06 ^a ±0,70	12,25 ^a ±0,32	8,42
	Cinzas	0,84 ^a ±0,02	0,80 ^a ±0,05	0,80 ^a ±0,12	2,84

Controle - milho (75%) e soja (25%); Cupuaçu - milho (30%), soja (20%) e torta de cupuaçu(50%); Murumuru - milho(39%), soja (24%) e torta de murumuru (37%); ^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si (P ≤ 0,05).

A textura do leite fermentado é uma importante propriedade e determina sua qualidade e aceitabilidade. Ela pode ser influenciada pela concentração de proteínas, gordura, ácido láctico (AMATAYAKUL et al.,2006; JUMAH; SHAKER; ABU-JDAYIL, 2001; ORDÓÑEZ, 2005) e pelo tratamento térmico (SHAKER; JUMAH; ABU-JDAYIL, 2000). Keogh e O' Kennedy (1998) afirmam que alterações na textura e expulsão excessiva de soro, sinérese, são consideradas defeitos importantes e podem ser decorrência de variações sazonais na matéria-prima ou problemas durante a fabricação. Na Tabela 11 apresentam-se os valores médios obtidos na determinação dos parâmetros do perfil de textura selecionados (Firmeza, Elasticidade e Coesividade) das amostras de leite fermentado experimental, durante o período de estocagem.

Tabela 11 – Firmeza (N), elasticidade (mm) e coesividade das amostras do leite fermentado experimental durante o período de estocagem.

Tratamento térmico	Dia	Controle	Cupuaçu	Murumuru	CV (%)
		Firmeza (N)			
	1	5,21 ^{aA} ±0,15	5,13 ^{aA} ±0,03	5,10 ^{aA} ±0,05	1,09
80 °C/15 minutos	14	5,19 ^{aA} ±0,07	5,05 ^{aA} ±0,05	5,18 ^{aA} ±0,02	1,50
	28	5,14 ^{aA} ±0,04	5,18 ^{aA} ±0,09	5,22 ^{aA} ±0,06	0,80

	1	5,18 ^{aA} ±0,12	5,11 ^{aA} ±0,15	5,16 ^{aA} ±0,09	0,63
90 °C/10 minutos	14	5,10 ^{aA} ±0,05	5,09 ^{aA} ±0,02	5,21 ^{aA} ±0,02	1,19
	28	5,13 ^{aA} ±0,03	5,21 ^{aA} ±0,09	5,26 ^{aA} ±0,11	1,40
	1	5,18 ^{aA} ±0,08	5,12 ^{aA} ±0,03	5,15 ^{aA} ±0,06	0,52
95 °C/5 minutos	14	5,32 ^{aA} ±0,11	5,08 ^{aA} ±0,05	5,15 ^{aA} ±0,05	2,34
	28	5,20 ^{aA} ±0,13	5,16 ^{aA} ±0,10	5,16 ^{aA} ±0,07	0,45
	Elasticidade (mm)				
	1	4,81 ^{aA} ±2,02	3,66 ^{aA} ±0,96	3,25 ^{aA} ±0,27	20,74
80 °C/15 minutos	14	2,29 ^{aA} ±0,22	2,86 ^{aA} ±0,32	2,29 ^{aA} ±0,45	13,24
	28	2,07 ^{aA} ±0,75	2,66 ^{aA} ±0,35	2,45 ^{aA} ±0,21	12,26
	1	3,77 ^{aA} ±0,31	5,81 ^{aA} ±0,96	3,11 ^{aA} ±0,25	33,28
90 °C/10 minutos	14	3,40 ^{aA} ±2,91	2,60 ^{aB} ±0,40	2,53 ^{aA} ±0,44	17,00
	28	2,35 ^{aA} ±0,12	2,76 ^{aB} ±0,08	2,72 ^{aA} ±0,26	8,66
	1	3,39 ^{aA} ±1,33	4,22 ^{aA} ±0,55	3,76 ^{aA} ±0,31	10,97
95 °C/5 minutos	14	3,66 ^{aA} ±1,13	2,84 ^{aA} ±0,24	3,22 ^{aA} ±0,13	12,67
	28	3,52 ^{aA} ±0,93	4,16 ^{aA} ±0,62	4,55 ^{aA} ±0,94	12,76
	Coabilidade				
	1	0,84 ^{aA} ±0,09	0,94 ^{aA} ±0,06	0,97 ^{aA} ±0,04	6,85
80 °C/15 minutos	14	0,91 ^{aAB} ±0,05	0,95 ^{aA} ±0,03	0,96 ^{aA} ±0,03	2,81
	28	1,04 ^{aB} ±0,09	0,96 ^{aA} ±0,03	0,97 ^{aA} ±0,07	4,40
	1	0,80 ^{aA} ±0,04	0,77 ^{aA} ±0,08	0,88 ^{aA} ±0,06	6,96
90 °C/10 minutos	14	0,81 ^{aA} ±0,14	0,90 ^{aA} ±0,05	0,98 ^{aA} ±0,02	9,49
	28	0,85 ^{aA} ±0,02	0,82 ^{aA} ±0,07	0,94 ^{aA} ±0,05	7,18
	1	0,85 ^{aA} ±0,02	0,97 ^{aA} ±0,06	0,86 ^{aA} ±0,03	7,45
95 °C/5 minutos	14	0,83 ^{aA} ±0,06	0,97 ^{aA} ±0,02	0,93 ^{aA} ±0,04	7,92
	28	0,95 ^{aA} ±0,05	0,95 ^{aA} ±0,03	0,93 ^{aA} ±0,02	1,22

Controle - milho (75%) e soja (25%); Cupuaçu - milho (30%), soja (20%) e torta de cupuaçu(50%); Murumuru - milho(39%), soja (24%) e torta de murumuru (37%); Dia- referente aos dias de armazenamento que foram realizadas as análises; Médias seguidas de letras diferentes, (maiúscula na coluna, no mesmo tratamento térmico e minúscula na linha), apresentam diferença significativa entre si ($P < 0,05$).

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam o efeito dos tratamentos térmicos aplicados ao leite, na firmeza, elasticidade e coabilidade das amostras de leite fermentado durante o tempo de estocagem, respectivamente.

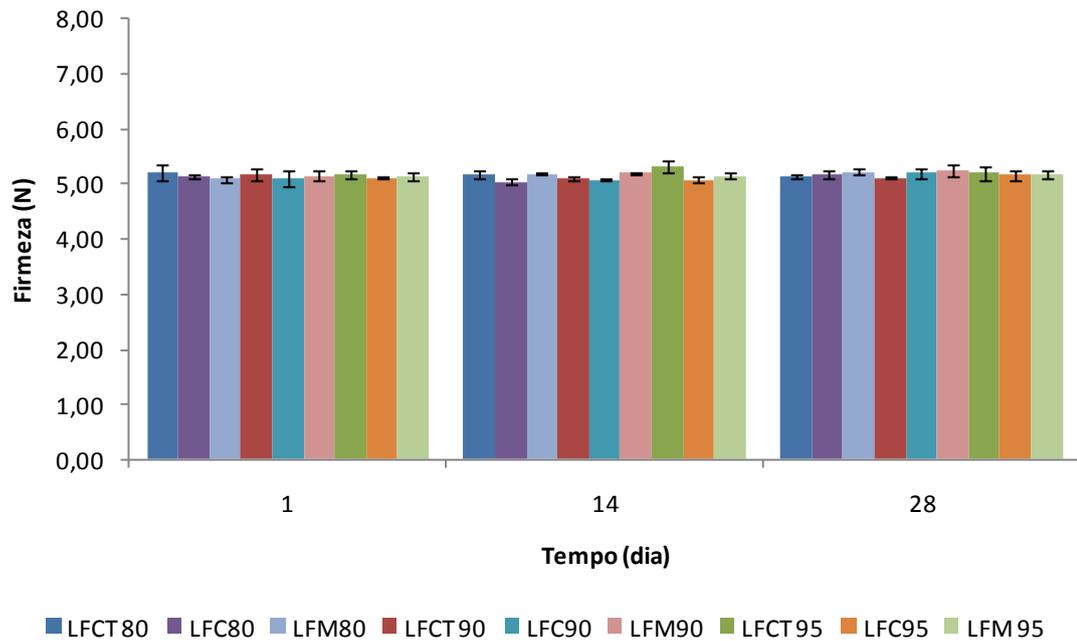


Figura 2 – Firmeza das amostras do leite fermentado nos dia 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

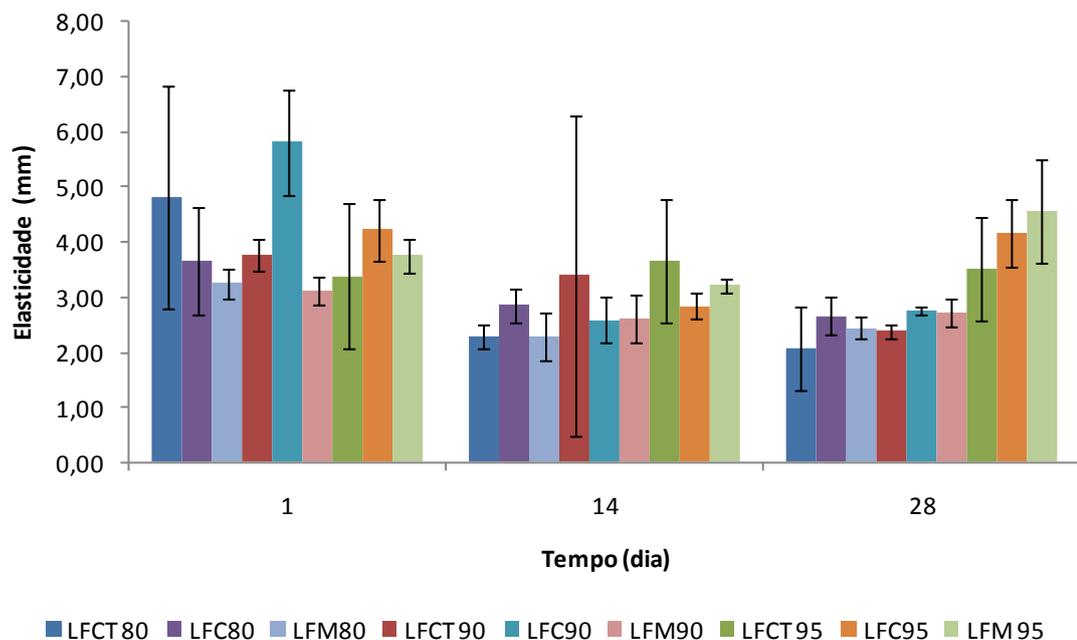


Figura 3 – Elasticidade das amostras do leite fermentado nos dias 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos

tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

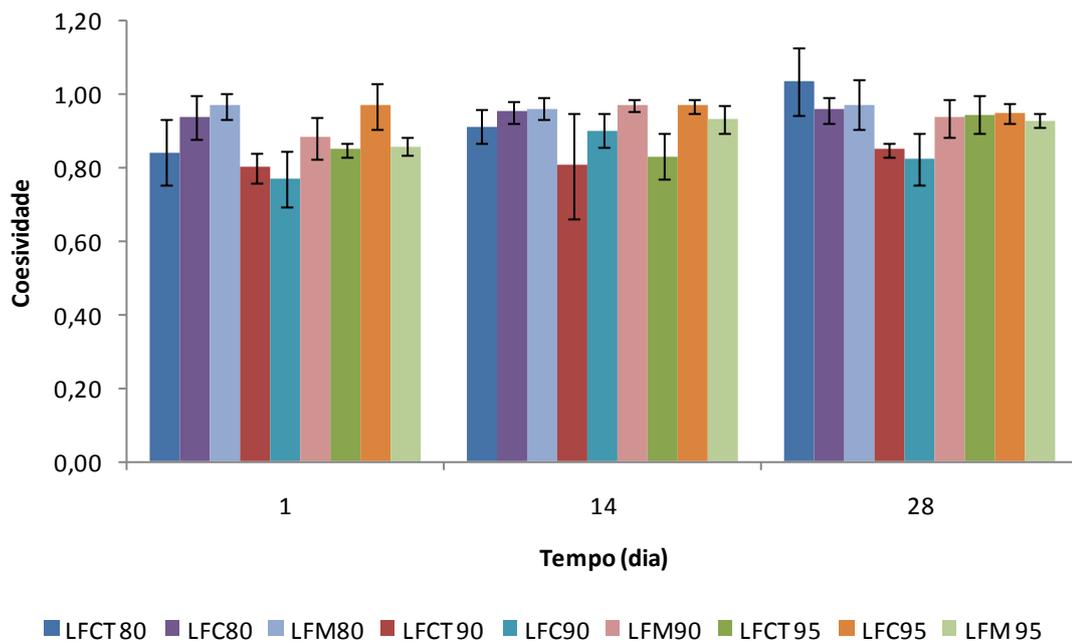


Figura 4 – Coesividade das amostras do leite fermentado nos dias 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

A dieta oferecida aos animais (Controle, Cupuaçu e Murumuru) (Tabela 4), bem como o tratamento térmico aplicado ao leite (80 °C/15 minutos, 90 °C/10 minutos e 95 °C/5 minutos) (Figura 2), não influenciaram significativamente ($p < 0,05$) na firmeza dos produtos. A literatura tem mostrado que o tratamento térmico aplicado ao leite, para obtenção de leite fermentado, promove alterações importantes que influencia a firmeza do produto obtido. Embora o tratamento térmico não altere a estrutura das caseínas em grande extensão, ele promove a desnaturação das proteínas do soro e sua consequente interação com a caseína. Esta interação aumenta as propriedades hidrofílicas da caseína aumentando a consistência do produto (TAMIME; ROBINSON, 2000).

A avaliação dos dados também demonstrou que o período de estocagem não influenciou significativamente ($p < 0,05$) a firmeza das amostras (Tabela 11). Durante o período de estocagem todas as amostras apresentaram manutenção na firmeza dos géis formados. Trabalhos realizados em leites fermentados bovino demonstram influência significativa do período de estocagem, na firmeza dos géis produzidos, com elevação na sua firmeza, ao final do período. Saccaro (2008) observou aumento da firmeza dos leites fermentados produzidos com diferentes associações de culturas iniciadoras e probióticas, durante o período de estocagem. Salvador e Fiszman (2004) também observaram o mesmo comportamento ao avaliarem a firmeza de iogurtes firmes, integrais e desnatados ao longo do período de armazenamento. No presente trabalho o comportamento diferenciado, pode ser atribuído ao alto nível de gordura do leite bubalino, que influencia a estruturação protéica do gel formado na fermentação. Durante o tratamento térmico aplicado ao leite, as proteínas do soro e as caseínas são adsorvidas na interface da gordura do soro, o que forma maiores associações com as micelas de caseína e provocam reforço na estrutura do gel (SANDOVAL-CASTILLA et al., 2004), o que pode explicar os resultados obtidos.

A estrutura do gel de caseína formado durante a fermentação é influenciada pela natureza do tratamento térmico aplicado ao leite. A associação da β -lactoglobulina desnaturada com a κ -caseína, conduz à formação de apêndices na superfície da micela. Este complexo protege a micela da excessiva fusão durante a fermentação. Isso favorece a formação de uma fina rede de gel, com estrutura mais firme (KALAB; EMMONS, 1976).

Os diferentes tratamentos ofertados aos animais experimentais (Tabela 11) e os tratamentos térmicos aplicados ao leite (Figura 3) não influenciaram significativamente a elasticidade dos produtos ($p < 0,05$), entretanto, esta foi significativamente influenciada pelo tempo de estocagem ($p < 0,05$) (Tabela 8). A coesividade dos produtos, diferente da elasticidade, não foi influenciada pelo período de estocagem ($p < 0,05$) (Tabela 11) nem pelos diferentes tratamentos ($p < 0,05$), entretanto foi influenciada de forma significativa pelos tratamentos térmicos aplicados ao leite (Figura 4), pode-se observar que a coesividade da amostra LFC90 diferiu de todas as amostras de leite fermentado sob o tratamento térmico 80 °C/15 minutos nos dias 14 e 28 após fabricação e da amostra LFC95 no dia 14 após fabricação, evidenciando a influencia dos tratamentos térmicos aplicados nesta variável.

Na Tabela 12 apresentam-se os resultados obtidos na análise de sinérese das amostras do leite fermentado experimental.

Tabela 12 - Efeito dos tratamentos e do período de estocagem nas amostras de leite fermentado, na sinérese.

Tratamento térmico	Dia	Sinérese (mL)			CV (%)
		Controle	Cupuaçu	Murumuru	
80 °C/15 minutos	1	28,67 ^{bA} ±0,76	35,00 ^{aA} ±0,76	28,67 ^{bA} ±1,26	3,02
	14	28,17 ^{bA} ±0,76	34,87 ^{aA} ±0,76	29,50 ^{bA} ±0,76	2,48
	28	24,83 ^{bB} ±0,76	29,00 ^{aB} ±0,76	31,00 ^{aA} ±0,76	2,70
90 °C/10 minutos	1	15,83 ^{bA} ±0,50	21,17 ^{aA} ±1,26	19,17 ^{aA} ±0,50	4,02
	14	16,17 ^{bA} ±0,81	21,50 ^{aA} ±0,50	19,93 ^{aA} ±1,00	4,01
	28	22,17 ^{bB} ±1,00	27,17 ^{aB} ±1,04	22,50 ^{bB} ±0,76	3,90
95 °C/5 minutos	1	20,17 ^{cA} ±0,76	23,00 ^{bA} ±1,04	30,83 ^{aA} ±0,76	3,47
	14	19,83 ^{cA} ±0,50	24,00 ^{bA} ±0,90	29,67 ^{aA} ±1,53	3,99
	28	17,67 ^{cA} ±1,00	27,83 ^{aB} ±0,50	21,83 ^{bB} ±0,76	3,36

Controle - milho (75%) e soja (25%); Cupuaçu - milho (30%), soja (20%) e torta de cupuaçu(50%); Murumuru - milho(39%), soja (24%) e torta de murumuru (37%); Dia- referente aos dias de armazenamento que foram realizadas as análises; Médias seguidas de letras diferentes, (maiúscula na coluna, no mesmo tratamento térmico e minúscula na linha), apresentam diferença significativa entre si ($P < 0,05$).

Observa-se que a maioria das amostras do leite fermentado experimental apresentaram aumento da sinérese durante o período de estocagem com exceção das amostras LFCT80, LFC80 e LFM95 que apresentaram diminuição da sinérese e das amostras LFCT95 e LFM80 que não apresentaram mudanças significativas nos valores da sinérese ao longo do período de estocagem.

Observa-se que a sinérese máxima (35 mL) foi da amostra de leite fermentado do tratamento cupuaçu, no tempo de 1 dia após a fabricação e elaborado com leite submetido ao tratamento térmico de 80 °C/15 minutos (LFC80), e o menor valor (15,83 mL) para a amostra de leite fermentado do tratamento Controle, no tempo de 1 dia após a fabricação e elaborado com leite submetido ao tratamento térmico de 90 °C/10 minutos (LFCT90). Quando o leite foi submetido ao tratamento térmico de 80 °C/15 minutos, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) ao longo do período de armazenamento da amostra LFC80 em relação ao LFCT80 e LFM80, com exceção para o 28º dia de estocagem que diferiu apenas de LFCT80. Com relação ao tratamento térmico de 90 °C/10 minutos, observa-se diferença significativa ($p < 0,05$) da amostra LFCT90 em relação ao LFC90 e LFM90, ao longo do período de estocagem e com o tratamento térmico de 95°C/5 minutos houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as amostras de leite fermentado, ao longo do período de estocagem.

Observa-se que as amostras que apresentaram maior porcentagem de aumento de sinérese durante a estocagem foram as elaboradas com leite submetido a tratamento térmico

de 90 °C/10 minutos (LFCT90 e LFC90). Este aumento foi de 40,05 e 28,34%, respectivamente, passando de 15,83 mL de soro exudado no primeiro dia para 22,17 mL 28 dias depois no caso do LFCT90 e de 21,17 mL para 27,17 mL para o LFC90. A amostra LFM95 apresentou a maior porcentagem de redução de sinérese durante a estocagem (29,19%) seguido das amostras LFC80 (17,14%) e LFCT80 (13,39%).

O processo de separação do soro está relacionado com a precipitação das caseínas a pH 4,6 que formam uma rede entre si através de interações hidrofóbicas (ORDOÑEZ, 2005). Quando esta rede porosa se torna mais densa vai perdendo gradativamente a habilidade de atrair o soro, ocorrendo a expulsão deste, que pode ser observado espontaneamente na superfície dos leites fermentados. Nesses produtos a sinérese, geralmente, está relacionada ao baixo nível de sólidos totais, elevada quantidade de micro-organismos inoculados e alta temperatura de incubação (LUCEY; SINGH, 1998; VARGHESE; MISHRA, 2008). No entanto, Lucey (2001) afirma que o armazenamento a baixas temperaturas favorece a reabsorção do soro da superfície do coágulo e os géis menos porosos, com baixa permeabilidade e elevada firmeza têm tendência reduzida de separação do soro. É importante destacar que como a formação do gel está intimamente ligada ao rearranjo das proteínas, em especial as caseínas, a forma como estas se estruturam pode exercer influência na consistência do coágulo formado. Esse comportamento, por sua vez, depende do tipo de leite presente, tendo em vista que existem variações entre os tipos de caseína presentes em diferentes tipos de leite (CLARCK; SHERBON, 2000).

Tal comportamento pode ser explicado em função do percentual de sólidos totais do leite utilizado na preparação do leite fermentado. Os leites de búfala utilizados na elaboração do derivado apresentaram teores de sólidos de 20%, 18,7% e 17,28% para os tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru respectivamente, favorecendo assim a formação de coágulo mais firme. Rasic e Kurmann (1978), afirmam que o nível de desnaturação das proteínas do soro, requerido é dependente do conteúdo de sólidos da mistura utilizada para fabricação do produto. Uma mistura com baixo conteúdo de sólidos (9,5 a 12%) requer maior desnaturação das proteínas do que uma mistura com um teor mais elevado de sólidos (> 14%), portanto para leites com maior conteúdo de sólidos não se faz necessário tratamentos térmicos rigorosos. Comportamento idêntico foi observado previamente por Shaker et al. (2000) e Mahdian e Tehrani (2007), ambos analisando iogurte produzido com leite bovino. Dentre os sólidos totais presentes, a gordura parece exercer papel destacado. Storry et al. (1983) ao analisarem a coagulação enzimática do leite, observaram que a sinérese se relacionou inversamente ao conteúdo de gordura. No presente trabalho, observou-se o menor valor de

sinérese para o leite fermentado de maior conteúdo de gordura, porém o maior valor de sinérese não seguiu a mesma tendência, sendo observado no leite fermentado de conteúdo de gordura intermediário, este maior desprendimento pode ter sido ocasionado por fatores externos, como por exemplo, o transporte das amostras até o local de armazenamento, causando movimento ou agitação logo após a formação do coágulo.

A Figura 5 mostra a influência dos tratamentos térmicos aplicados no leite na sinérese ao longo do período de estocagem.

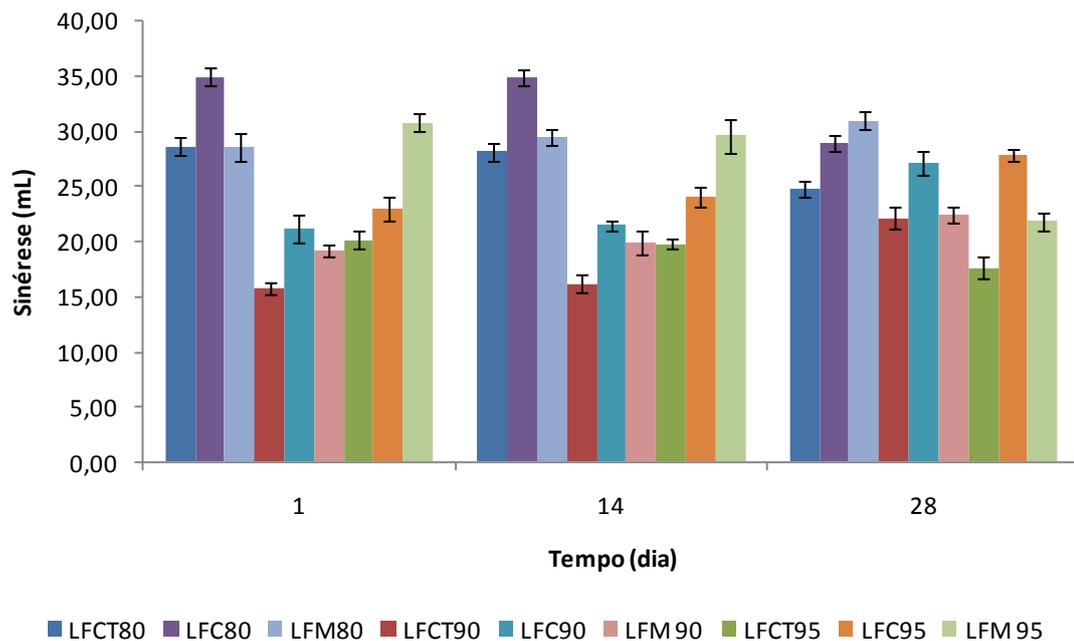


Figura 5 – Sinérese das amostras do leite fermentado nos dias 1, 14 e 28 após fabricação nos tratamentos experimentais. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

Nas Tabelas 13, 14 e 15 são apresentados os parâmetros dos modelos reológicos utilizados para ajustes dos dados experimentais, obtidos a partir dos resultados da tensão e da taxa de cisalhamento dos leites fermentados elaborados.

Ao analisar os parâmetros reológicos, deve-se levar em consideração o complexo comportamento viscoso dos alimentos e sua forte dependência da temperatura utilizada, das taxas de cisalhamento aplicadas, do volume hidrodinâmico das micelas e do teor de gordura (YANES; DURAN; COSTELL, 2002).

Ao comparar os parâmetros estatísticos dos ajustes para os três modelos estudados, observou-se que os dados obtidos se ajustaram ao modelo Ostwald-de-Waelle, apresentando melhores resultados para o coeficiente de determinação (R^2) (Tabela 13). Os dados não se ajustaram ao Modelo Herschell-Buckley, apesar de apresentarem coeficiente de determinação próximos de 1, visto que quase todas as amostras de leite fermentado apresentaram valores negativos para o parâmetro tensão de cisalhamento inicial (t_0) (Tabela 14). O modelo de Bigham (Tabela 15) também apresentou valores inferiores para o coeficiente de determinação (R^2), quando comparado ao modelo de Ostwald-de-Waelle. Sendo assim, o modelo de Ostwald-de-Waelle foi selecionado para análise e discussão dos parâmetros por apresentar melhores resultados para os índices de comportamento e consistência para a maioria das amostras de leite fermentado em estudo.

Tabela 13 – Parâmetros reológicos para o modelo de Ostwald de Waelle

Amostras	Parâmetros	Período		
		1	14	28
LFCT80	k	78,0385	80,8417	66,1373
	n	0,0699	0,1246	0,1490
	R^2	0,9783	0,9605	0,9569
LFC80	k	21,6896	21,1417	19,1992
	n	0,2743	0,3161	0,3391
	R^2	0,9469	0,9510	0,9448
LFM80	k	52,2316	37,9629	39,3719
	n	0,1299	0,2206	0,2138
	R^2	0,9499	0,9605	0,9011
LFCT90	k	37,9536	63,3208	99,0215
	n	0,1936	0,1280	0,0632
	R^2	0,9898	0,9716	0,7632
LFC90	k	17,3899	33,2700	32,8299
	n	0,2901	0,2241	0,2257
	R^2	0,9936	0,9109	0,9769
LFM90	k	15,1614	38,8228	49,2329
	n	0,3056	0,1829	0,1397
	R^2	0,9821	0,9816	0,8921

LFCT 95	k	54,0585	33,8138	179,0570
	n	0,1187	0,2883	-0,0725
	R ²	0,9726	0,8834	0,7997
LFC95	k	12,5439	12,0688	12,2088
	n	0,3390	0,3817	0,3669
	R ²	0,9968	0,9888	0,9969
LFM95	k	17,3243	35,2193	49,5926
	n	0,2717	0,1995	0,1512
	R ²	0,9801	0,9569	0,5048

LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos; Período- referente aos dias de armazenamento que foram realizadas as análises; k = índice de consistência [P.sⁿ]; n = índice de comportamento [adimensional]; R²: Coeficiente de determinação; Modelo Ostwald de Waelle: $\tau = k\gamma^n$.

Tabela 14 – Parâmetros reológicos para o modelo Herschel-Bulkley.

Amostras	Parâmetros	Período		
		1	14	28
LFCT80	to	-72,6169	-676,7049	-1732,0567
	k	148,5162	738,9725	1770,5511
	n	0,0421	0,0227	0,0111
	R ²	0,9776	0,9661	0,9679
LFC80	to	-1887,8862	-1796,3211	-2033,0340
	k	1859,2952	1743,5660	1967,2728
	n	0,0120	0,0172	0,0167
	R ²	0,9692	0,9713	0,9670
LFM80	to	-78,5848	-1019,8796	-2954,8775
	k	124,3831	1015,7398	2948,2919
	n	0,0725	0,0222	0,0081
	R ²	0,9479	0,9689	0,9241
LFCT90	to	-20,0412	-978,7906	-1417,8751
	k	53,6881	1024,9260	1511,0460
	n	0,1609	0,0139	0,0056
	R ²	0,9894	0,9789	0,7642

LFC90	to	29,4249	-2650,0343	-812,0818
	k	3,8852	2639,1101	806,9312
	n	0,4865	0,0084	0,0249
	R ²	0,9957	0,9347	0,9844
LFM90	to	42,7168	70,2444	88,4177
	k	0,4424	0,7839	0,0033
	n	0,8139	0,6963	1,5608
	R ²	0,9967	0,9946	0,9926
LFCT95	to	60,8814	-4485,7943	121,3073
	k	7,4189	4424,1350	1,79 x 10 ⁻¹⁹
	n	0,3197	0,0091	8,0842
	R ²	0,9734	0,9115	0,9534
LFC95	to	-32,6758	12,4181	-23,1702
	k	32,3439	7,1835	24,5497
	n	0,2284	0,4517	0,2808
	R ²	0,9975	0,9887	0,9972
LFM95	to	44,2609	74,6333	92,4347
	k	0,3553	0,1381	1,1 x 10 ⁻¹⁸
	n	0,8246	0,9853	-3,9497
	R ²	0,9955	0,9918	0,9160

LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos; Período- referente aos dias de armazenamento que foram realizadas as análises; t_0 = tensão de cisalhamento inicial; k = índice de consistência [P.sⁿ]; n = índice de comportamento [adimensional]; R²: Coeficiente de determinação; Modelo Herschel-Bulkley: $\tau = \tau_0 + k(\dot{\gamma})^n$.

Tabela 15 – Parâmetros reológicos para o modelo de Bingham.

Amostras	Parâmetros	Período		
		1	14	28
LFCT80	t_0	102,4664	131,2368	118,0426
	n_{pl}	0,0499	0,1188	0,1302
	R ²	0,9195	0,8686	0,8481
LFC80	t_0	61,5703	69,5232	68,3949
	n_{pl}	0,1483	0,2066	0,2262

	R^2	0,8519	0,8696	0,8651
	t_0	86,5544	88,4189	89,9831
LFM80	n_{pl}	0,0823	0,1602	0,1522
	R^2	0,8683	0,8808	0,7734
	t_0	79,5906	104,2058	127,5327
LFCT90	n_{pl}	0,1248	0,0968	0,0503
	R^2	0,9491	0,8709	0,5765
	t_0	51,6845	78,9423	77,8082
LFC90	n_{pl}	0,1397	0,1425	0,1459
	R^2	0,9818	0,7883	0,9054
	t_0	47,4730	77,8465	83,4827
LFM90	n_{pl}	0,1395	0,1165	0,0943
	R^2	0,9951	0,9903	0,9790
	t_0	85,3735	101,1700	114,6564
LFCT95	n_{pl}	0,0761	0,2585	0,0539
	R^2	0,9548	0,7740	0,6211
	t_0	44,3865	49,3624	47,5245
LFC95	n_{pl}	0,1496	0,2011	0,1813
	R^2	0,9650	0,9722	0,9691
	t_0	48,0611	74,9125	78,1298
LFM95	n_{pl}	0,1198	0,1263	0,1023
	R^2	0,9941	0,9922	0,6241

LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos; Período- referente aos dias de armazenamento que foram realizadas as análises; t_0 = tensão de cisalhamento inicial; n_{pl} = viscosidade plástica; R^2 : Coeficiente de determinação; Modelo Bingham: $\tau = \tau_0 + \eta_{pl} \cdot \dot{\gamma}$

Autores como Koksoy e Kilic (2004) e Penna, Sivieri e Oliveira (2001) afirmam que o modelo Ostwald de Waelle é o mais satisfatório para bebidas lácteas, porém Teles e Flôres (2007) perceberam, ao estudarem o comportamento reológico de iogurte desnatado com adição de sólidos, que algumas amostras se ajustaram ao modelo de Ostwald de Waale e outras ao Herschell-Buckley.

O índice de comportamento (n) do modelo Ostwald de Waale (Tabela 13) apresentou valores maiores que 0 e menores que 1 para todos os grupos experimentais, definindo o comportamento das amostras de leite fermentado como pseudoplásticos de acordo com Machado (2002). Na indústria este comportamento reflete no aumento de velocidade de fluxo quando submetido a estreitamento de tubos (por exemplo, envase) e possibilidade de intensa homogeneização em processos de mistura.

Para Toralles, Vendruscolo e Vendruscolo (2006), a maior ou menor pseudoplasticidade pode ser identificada de acordo com o valor de n : quanto mais próximo de zero maior pseudoplasticidade apresenta o produto. Tomando como referência essa afirmação, pode-se perceber que as amostras LFCT80 ($n=0,0699$) e LFC80 ($n=0,0632$) apresentaram maior pseudoplasticidade. Isso significa que sua viscosidade tende a proporcionar valores menores, em comparação com as demais amostras de leite fermentado, com o aumento da taxa de cisalhamento. Observou-se que o maior índice de consistência (k) obtido foi para a amostra LFCT95 ($k=179,0570$) no 28º dia de estocagem, apresentando significativo aumento durante o armazenamento ($k=54,0585$ para $k=179,0570$).

As curvas de fluxo dos leites fermentados são apresentadas nas Figuras 6, 7 e 8, com característica típica de fluido não-Newtoniano, pois todos os grupos experimentais apresentaram curvas não lineares, ou seja, a relação entre tensão cisalhante e taxa de cisalhamento não foi constante.

Percebe-se, na Figura 6, semelhanças entre as amostras de leite fermentado LFM80, LFCT90 e LFCT95, enquanto os grupos (LFC90, LFM90, LFC95 e LFM95), mostram comportamento diferenciado e semelhante entre si, principalmente nos primeiros pontos. Vargas et al. (2008), atribuem tais diferenças a distribuição espacial desfavorável dos glóbulos de gordura agrupados na rede caseínica. O mesmo comportamento não é visualizado nas Figuras 7 e 8.

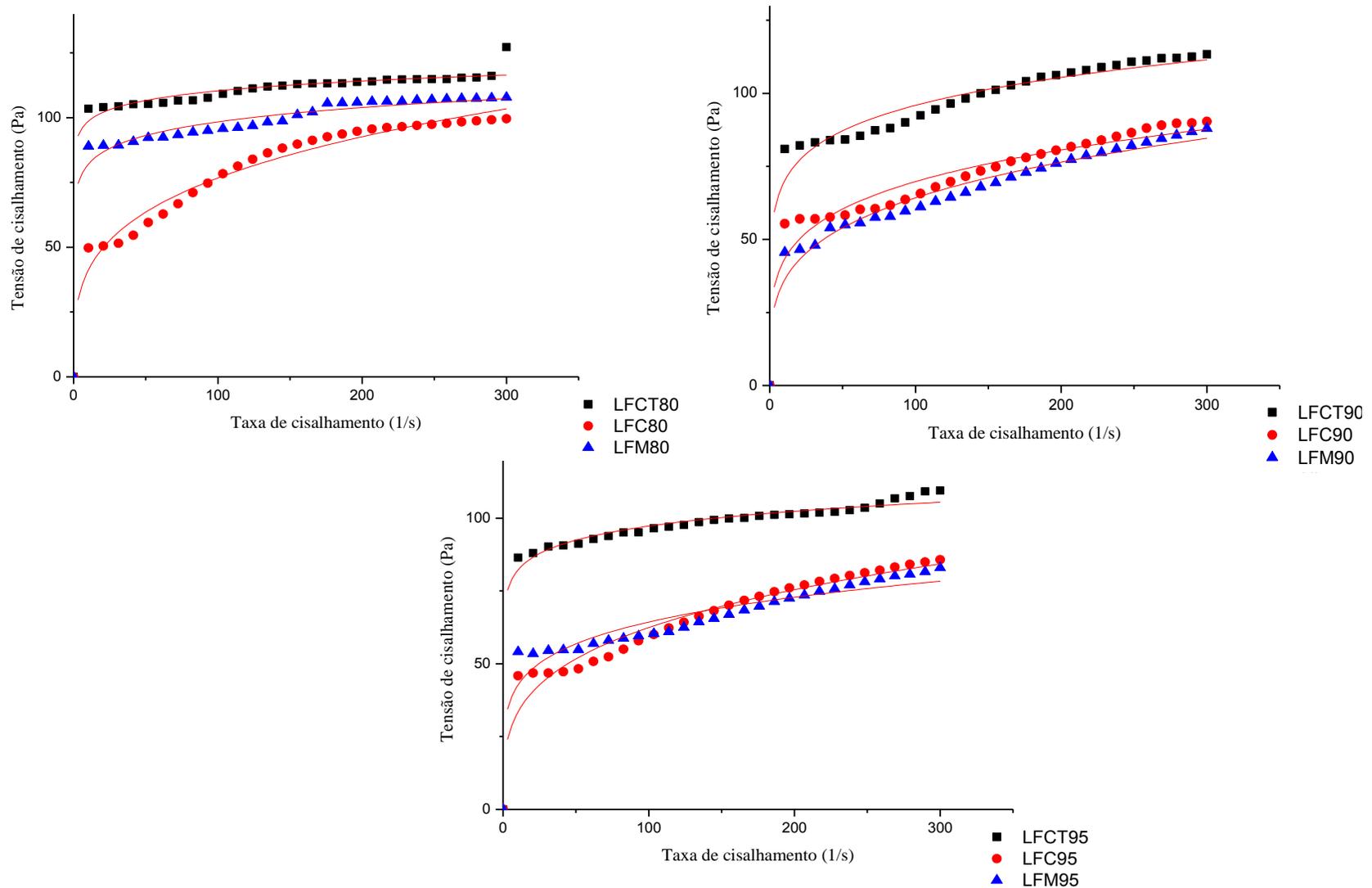


Figura 6 - Curvas de fluxo a 10°C das amostras do leite fermentado (1º dia de estocagem): modelo de Ostwald-Waelle. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

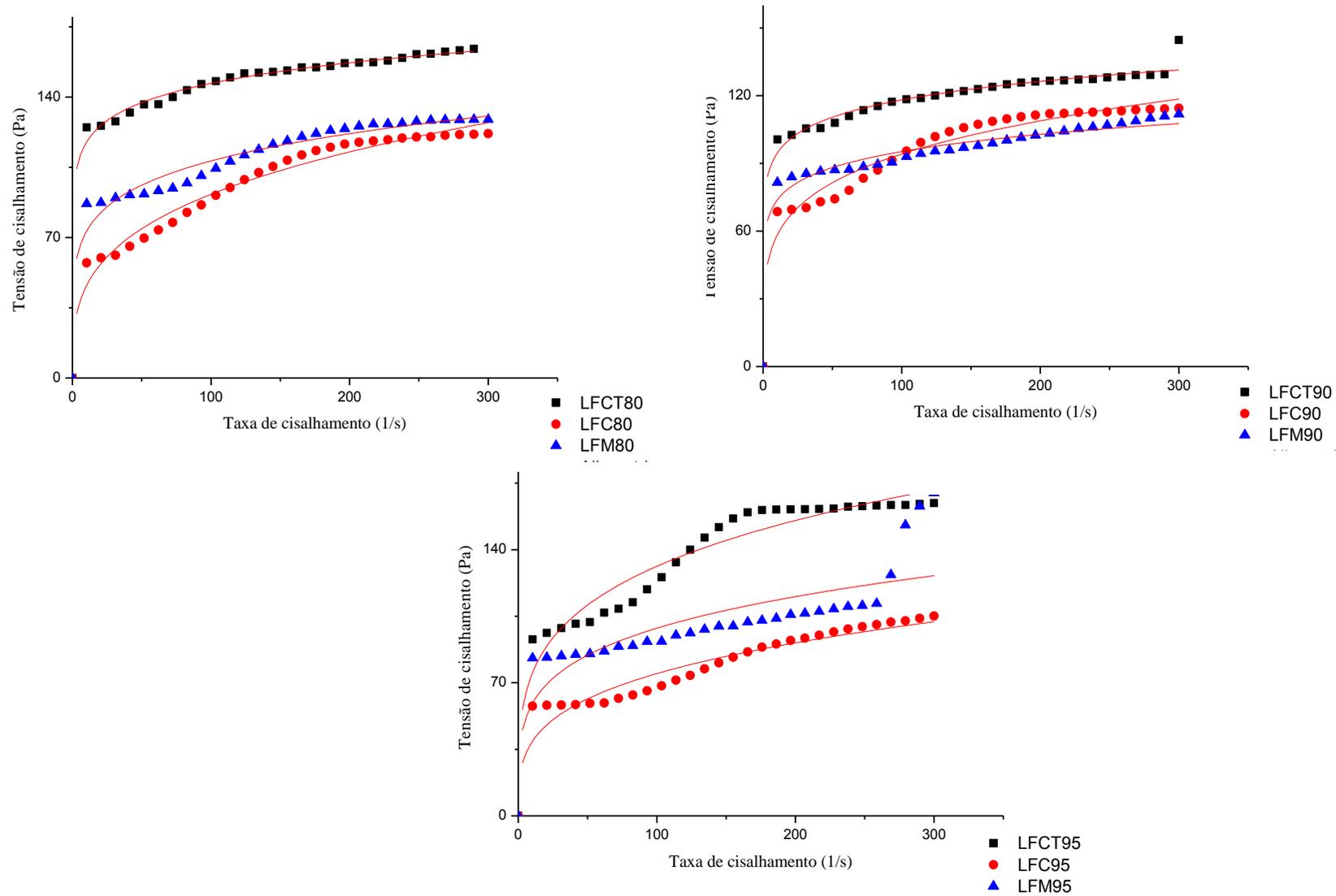


Figura 7 - Curvas de fluxo a 10°C das amostras do leite fermentado (14º dia de estocagem): modelo de Ostwald-Waelle. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

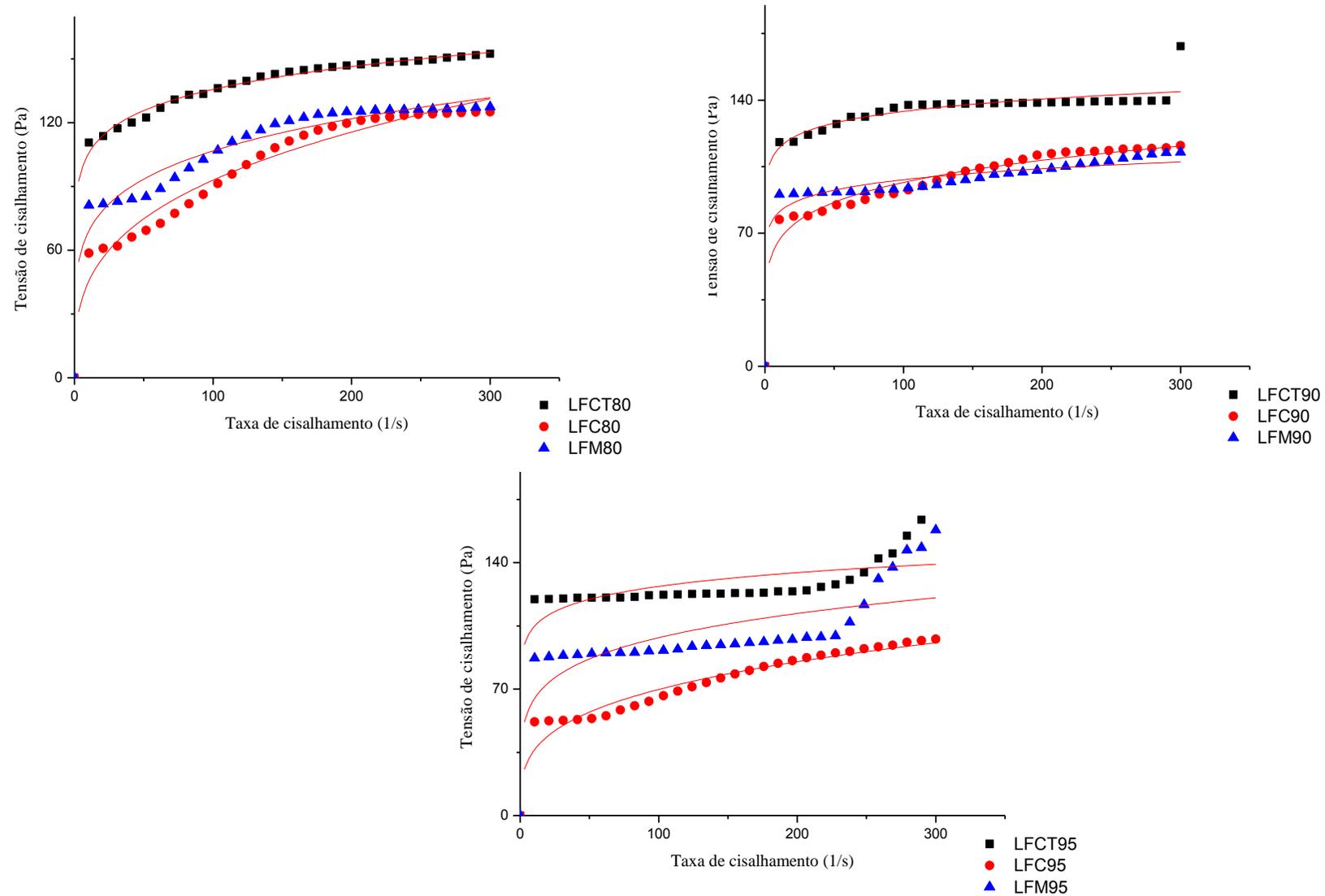


Figura 8 - Curvas de fluxo a 10°C das amostras do leite fermentado (28º dia de estocagem): modelo de Ostwald-Waelle. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

A amostra LFC95 apresentou menor tensão de cisalhamento ao longo do período de estocagem, seguido da LFC80. A amostra LFCT80, atingiu tensão de cisalhamento elevada. As amostras LFCT95 e LFM95 não apresentaram curva bem definida, entretanto vale destacar que o leite fermentado não é uma mistura homogênea e esse comportamento pode ser esclarecido pela maior quantidade de grumos presentes nesse grupo.

A viscosidade é a propriedade inversa da fluidez, ou seja, é a resistência do alimento a sofrer deslocamentos quando submetido a uma força externa, como a agitação. É uma propriedade básica que caracteriza o comportamento de escoamento e importante na aceitação de muitos alimentos (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

Wolfschoon-Pombo, Granzinoli e Fernandes (1983) afirmam que a viscosidade, a consistência e a estabilidade do iogurte podem ser influenciadas por fatores como a homogeneização, o tratamento térmico, a acidificação, a temperatura de incubação e as condições de armazenamento.

A viscosidade é fator relevante para as bebidas lácteas. A indústria de laticínios utiliza artifícios como adição de sólidos e espessantes para atingir uma consistência que satisfaça as exigências do consumidor. Nas Figuras 9, 10 e 11 pode-se perceber que a viscosidade aparente das amostras de leite fermentado sofreu redução à medida que a taxa de cisalhamento aumentou, confirmando mais uma vez o comportamento de fluido não Newtoniano. Santos et al. (2008) afirmam que tal comportamento é característico de leites fermentados. A redução da viscosidade mediante a taxa de deformação tem importante repercussão tecnológica, tendo em vista que facilita, por exemplo, a etapa de envase do produto final. Os reogramas das Figura 9, 10 e 11 mostram também que as amostras de leite fermentado apresentaram características tixotrópicas, entre 0 e 300s^{-1} , ou seja, tendem a diminuir a viscosidade com o tempo de cisalhamento, o que corrobora com os dados de Penna, Sivieri e Oliveira. (2001).

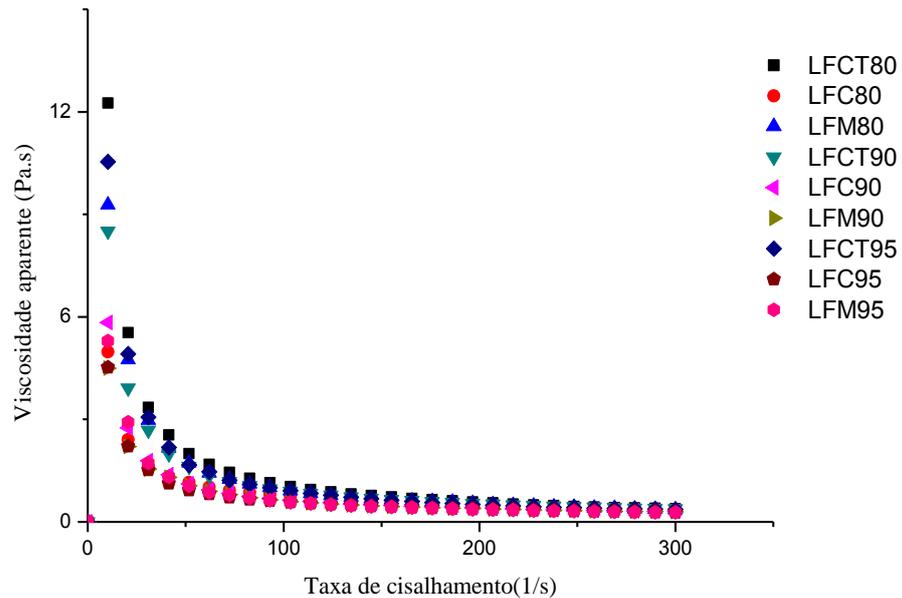


Figura 9 - Curvas de viscosidade a 10°C das amostras do leite fermentado analisadas após 1 dia de estocagem refrigerada à 6 °C±2 °C. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

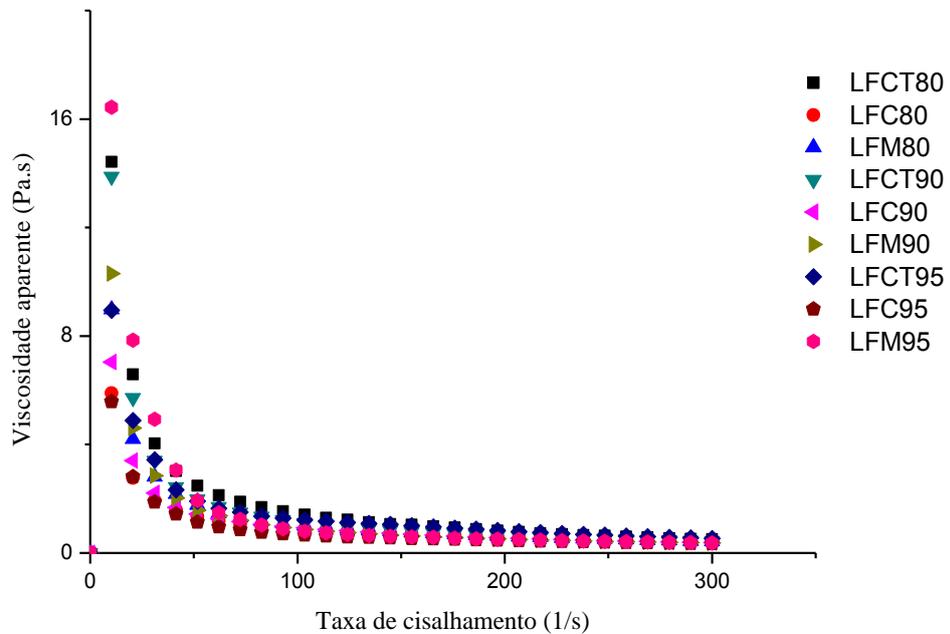


Figura 10 - Curvas de viscosidade a 10°C das amostras do leite fermentado analisadas após 14 dias de estocagem refrigerada à 6 °C±2 °C. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle,

Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

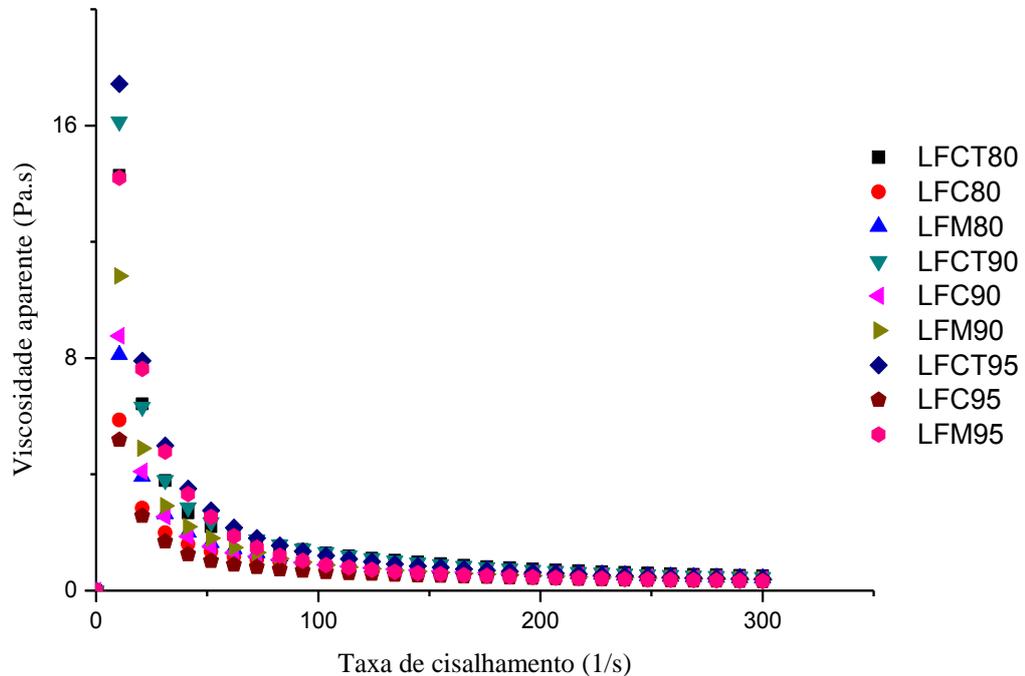


Figura 11 - Curvas de viscosidade a 10°C das amostras do leite fermentado analisadas após 28 dias de estocagem refrigerada à 6 °C±2 °C. LFCT80, LFC80 e LFM80- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 80°C/15 minutos; LFCT 90, LFC90 e LFM90- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 90°C/10 minutos; LFCT95, LFC95 e LFM95- leite fermentado elaborado a partir dos leites provenientes dos tratamentos Controle, Cupuaçu e Murumuru, respectivamente e tratamento térmico de 95°C/5 minutos.

Na temperatura avaliada (10 °C) a diminuição da viscosidade aparente das amostras, com o aumento da taxa de cisalhamento (Figuras 9, 10 e 11), pode ter ocorrido, segundo Horne (1998) e Lucey (2002), devido à destruição das fracas ligações físicas existentes e à diminuição da energia de interação entre as moléculas. Horne (1998) define a energia de interação das moléculas como o somatório da repulsão eletrostática e da interação hidrofóbica, portanto, a queda na viscosidade aparente das amostras com o aumento da taxa de deformação poderia ser resultado da destruição destas interações.

De acordo com Magenis et al. (2006) isto caracterizaria o comportamento pseudoplástico de leites fermentados. Shaker, Jumah e Abu-Jdayil (2000) e Abu-Jdayil e Mohameed (2002) também observaram um comportamento pseudoplástico quando a viscosidade aparente diminuiu com o aumento da taxa de deformação em iogurtes naturais e em *labneh* (tipo de leite fermentado concentrado e dessorado), respectivamente.

Observa-se (Tabela 16) que a amostra LFCT90, com maior valor de viscosidade (18,82 Pa.s) foi elaborado com leite que continha maior conteúdo de gordura (9,12%) e consequentemente maior teor de sólidos totais (20,00%), assim como a amostra LFM90, com menor valor de viscosidade (4,81 Pa.s) elaborado com leite de menor conteúdo de gordura(5,20%) e sólidos totais (17,28%). Este comportamento foi igual ao determinado por Martín-Diana et al. (2003) que verificaram maiores valores para a viscosidade de leite de cabra suplementado com 5 % de Concentrado Protéico de Soro (CPS) afirmam que o teor de sólidos totais pode influenciar na viscosidade de um produto. Martín-Diana et al. (2003) e Cunha et al. (2008), que verificaram que o aumento de sólidos totais ocasionou aumento proporcional na viscosidade de bebidas lácteas. Ferrão et al.(2008) avaliando bebidas lácteas achocolatadas elaboradas com leite de cabra encontraram valores de viscosidade variando de 30 a 56,67 cp, podendo este resultado ser atribuído ao leite desta espécie, que quando comparado ao leite de búfala apresenta teor de sólidos bastante inferiores, confirmando novamente a influência da composição na viscosidade. De acordo com Tamine e Robinson (2000) a consistência do iogurte está relacionada à composição do leite, e, principalmente, com as frações de caseínas presentes.

Tabela 16 - Efeito da dieta dos animais, tratamento térmico aplicado ao leite e período de estocagem das amostras de leite fermentado, na viscosidade.

Tratamento térmico	Dia	Viscosidade* (Pa·s)			CV (%)
		Controle	Cupuaçu	Murumuru	
80 °C/15 minutos	1	13,76 ^{aA} ±2,33	5,16 ^{bA} ±0,13	9,55 ^{abA} ±0,09	45,31
	14	16,89 ^{aA} ±0,79	5,64 ^{bA} ±0,09	8,37 ^{bA} ±0,42	56,97
	28	10,71 ^{aA} ±1,12	6,30 ^{aA} ±0,31	8,38 ^{aA} ±0,48	26,07
90 °C/10 minutos	1	7,12 ^{aB} ±0,81	5,24 ^{aA} ±0,64	4,81 ^{aB} ±0,39	21,46
	14	11,35 ^{aB} ±1,61	6,64 ^{aA} ±0,14	11,62 ^{aA} ±1,86	28,37
	28	18,82 ^{aA} ±3,79	8,24 ^{bA} ±0,02	9,80 ^{bB} ±0,79	46,49
95 °C/5 minutos	1	13,02 ^{aA} ±3,48	4,86 ^{bA} ±0,34	5,65 ^{bB} ±0,00	57,38
	14	8,94 ^{bA} ±0,10	5,57 ^{bA} ±0,10	16,43 ^{aA} ±0,10	53,90
	28	14,35 ^{aA} ±1,65	5,35 ^{bA} ±0,35	16,57 ^{aA} ±2,87	49,14

Controle - milho (75%) e soja (25%); Cupuaçu - milho (30%), soja (20%) e torta de cupuaçu (50%); Murumuru - milho(39%), soja (24%) e torta de murumuru (37%); Dia- referente aos dias de armazenamento que foram realizadas as análises; Médias seguidas de letras diferentes, (maiúscula na coluna, no mesmo tratamento térmico e minúscula na linha), apresentam diferença significativa entre si (P < 0,05).

* Viscosidade aparente à uma taxa de deformação de 10 s⁻¹

A viscosidade das amostras foi fracamente influenciada pelos tratamentos térmicos aplicados ao leite, não sendo observada diferença significativa nos valores encontrados. A viscosidade das amostras de leite fermentado também não foi influenciada pelo período de estocagem, com exceção para LFCT90 e LFM95 que apresentaram aumento significativo ($p < 0,05$) da viscosidade durante o armazenamento.

3.4 CONCLUSÃO

O tratamento térmico aplicado ao leite antes do processo de fermentação não influencia as características de textura do produto, no que se refere aos parâmetros de firmeza e elasticidade, porém influenciou a coesividade do produto e a sinérese. A viscosidade do leite fermentado também não sofreu influência do tratamento térmico aplicado ao leite. Obtêm-se resultados semelhantes de parâmetros de consistência, utilizando-se tratamentos térmicos menos agressivos (80 °C/15 minutos) ao leite bubalino.

As amostras de leite fermentado avaliadas neste trabalho apresentaram comportamento não newtoniano na temperatura de 10 °C. Os parâmetros reológicos foram obtidos para todos os modelos avaliados, sendo que o modelo da Oswald de Waelle apresentou os melhores resultados. As amostras apresentaram valores de índice de comportamento (n) inferiores a um, caracterizando o comportamento pseudoplástico, visto que a viscosidade das amostras diminuiu com as taxas de deformação aplicadas e, também, tixotrópico, por apresentar diminuição da viscosidade com o tempo de cisalhamento.

REFERÊNCIAS

- ABU-JDAYIL, B.; MOHAMEED, H. Experimental and modelling studies of the flow properties of concentrated yogurt as affected by the storage time. **Journal of Food Engineering**, v. 52, n. 4, p. 359-365, 2002.
- AMATAYAKUL, T.; HALMOS, A. L.; SHERKAT, F.; SHAN, N. P. Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide-producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 1, p. 40-51, 2006.
- ANTUNES, L. A. F. Microrganismos probióticos e alimentos funcionais. **Indústria de Laticínios**, v. 6, n. 34, p. 30-34, 2001.
- BARBOSA, N. G. S. Bubalinocultura no Estado do Pará. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n.1, p. 34-38, 2005.
- BASTOS, T. X.; **O clima da Amazônia brasileira segundo Köppen**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Belém, PA, EMBRAPA. 1982, n. 87, p. 4 (Boletim de Pesquisa).
- _____.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém no últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).
- _____.; ROCHA, E. J. P.; ROLIM, P. A. M.; DINIZ, T. D. A. S.; SANTOS, E. C. R.; NOBRE, R. A. A.; CUTRIM, E. M. C.; MENDONÇA, L. L. D. O estado atual dos conhecimentos de clima da Amazônia brasileira com finalidade agrícola. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1984, Belém, PA. **Anais...** 1986, p. 19-43.
- BENEVIDES, C. M. J. Leite de búfala – Qualidades Tecnológicas. **Revista Higiene Alimentar**. v. 12, n. 54, p. 18-21, 1998.
- BLIGH, E. G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiologist**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Manual de laboratório de química dos alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1995, 129 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução – RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001**. Ministério da Saúde, 2001.

_____. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA. **Resolução n. 05, de 13 novembro. 2000.** Oficializa os Padrões de Identidade e Qualidade de leites fermentados, 2000.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite tipo B, Leite tipo C, Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado.** Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002.

CLARCK, S.; SHERBON, J. W. Genetic variants of alpha s1-CN in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. **Small Ruminant Research** , v. 38, n. 2, p. 135-143, 2000.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; HOTA, R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 448-453, 2005.

CUNHA, T. M.; CASTRO, F. P.; BARRETO, P. L. M.; BENEDET, H. D.; PRUDÊNCIO, E. S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 103-116, 2008.

DANNENBERG F., KESSLER, H. G. Effect of denaturation of α -lactoglobulin on texture properties of set-style nonfat yoghurt. 2. Firmness and flow properties. **Milchwissenschaft**, v. 43, n. 11, p. 700-704, 1988.

DE WIT, J. N. Empirical observations and thermodynamical considerations on water-binding by whey proteins in food products. **Journal of Food Science**. v. 53, n. 5, p. 1553-1559, 1988.

FERRÃO, S. P. B.; CALDEIRA, L. A. SANTOS, T. D. R.; MAGNAVITA, A. P. A.; PEREIRA, M. L. A.; PINTO, E. G. Aceitabilidade bebidas lácteas achocolatadas elaboradas com leite de cabra. In: CONGRESSO NACIONAL DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES, Juiz de Fora, **Anais...** 2008. p.1-2

FIGUEIREDO, M. G.; PORTO, E. Avaliação do impacto da qualidade da matéria-prima no processamento industrial do iogurte natural. **Caderno fazer melhor**, p. 76-80, 2002.

GARCIA, A. R; GONÇALVES, K. S.; NAHÚM, B. S.; MATOS, L. B.; BARBOSA, D. L. M.; SIMÕES, A. R; MONTEIRO, P. J. C . Eficiência da detecção de estros em fêmeas bubalinas (*Bubalus bubalis*) criadas na Amazônia. In: XVII CONGRESSO ESTADUAL DE

MEDICINA VETERINÁRIA DO RIO GRANDE DO SUL, 2006, Gramado-RS. **Anais**, 2006.

GASTALDI, E.; LAGAÚDE, A.; MARCHESSEAU, C. LA FUENTE, B. Acid milk gel formation as affected by total solids content. **Journal of Food Science**. v. 62, n. 4, p. 671-687, 1997

HAQUE, A.; RICHARDSON, R. K.; MORRIS, E. R. Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt. **Food Hydrocolloids**, v. 15, n. 4-6, p. 593-602, 2001.

HORNE, D. S. Formation and structure of acidified milk gels. **International Dairy Journal**. v. 9, n. 3-6, p. 261-268, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra – Banco de dados agregados**. Brasília: IBGE. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>. Acesso em: 07 jan. 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** . São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p.1020, 2008.

JAROS, D. et al. Influence of the starter culture on the relationship between dry matter content and physical properties of set-style yogurt. **Milchwissenschaft**, v. 57, n. 6, p. 325-327, 2002.

JUMAH, R. Y.; SHAKER, R. R.; ABU-JDAYIL, B. Effect of milk source on the rheological proprieties of yogurt during the gelation process. **International Journal of Dairy Technology**, v. 54, n. 3, p. 89-93, 2001

KALAB, M.; EMMONS, D. B. Milk gel structure – Microstructure of yoghurt as related to the heating of milk. **Milchwissenschaft**, v. 31, n. 7, p. 402-408, 1976.

KEOGH, M. K.; O’KENNEDY, B. T. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. **Journal of Food Science**. v. 63, n. 1, p. 108-112, 1998.

KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocollids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. **Food Hydrocolloids**, v. 18, n. 4, p. 593-600, 2004

LUCEY, J. A. Formation and Physical Properties of Milk Protein Gels. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 2, p. 281-294, 2002.

_____ ; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**, v. 30, n. 7, p. 529-539, 1998.

_____. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. **Food Hydrocolloids** . v. 15, n. 4-6, p. 603-608, 2001

MACEDO, M. P.; WECHSLER, F. S.; RAMOS, A. A.; AMARAL, J. B.; SOUZA, J. C.; RESENDE, F. D. ; OLIVEIRA, J. V. Composição Físico-Química e Produção do Leite de Búfalas da Raça Mediterrâneo no Oeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 1084-1088, 2001.

MACHADO, J. C. V. **Reologia e escoamento de fluidos: ênfase na indústria do petróleo**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002.

MAGENIS, R. B.; PRUDÊNCIO, E. S.; AMBONI, R. D. M. C.; CERQUEIRA JÚNIOR, N. G.; OLIVEIRA, R. V. B.; SOLDI, V.; BENEDET, H. D. Compositional and physical properties of yogurts manufactured from milk and whey cheese concentrated by ultrafiltration. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, n. 5, p. 560-568, 2006.

MAHDIAN, E.; TEHRANI, M. evaluation of the effect of milk total solids on the relationship between growth and activity of starter cultures and quality of concentrated yoghurt. **Journal of Agriculture and Environmental Science**, v. 2, n. 5, p. 587-592, 2007.

MARCOTTE, M.; HOSHAHILI, A. R. T.; RAMASWAMY, H. S. Rheological properties of selected hydrocolloids as a function of concentration and temperature. **Food Research International**, v. 34, n. 8, p. 695-703, 2001.

MARTIN-DIANA, A. B.; JANER, C.; PELAEZ, C.; REQUENA, T. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 10, p. 827-833, 2003.

NEVES, E. C. A. Recent progress concerning buffalo milk technology in Amazon-Brazil. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF AMÉRICAS, Belém, **Anais...**, 2002, p.312-316.

ORDONEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. v. 2. Porto Alegre: Artmed. 2005.

PENNA, A. L. B.; SUBBARAO GURRAM; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Effect of high hydrostatic pressure processing on rheological and textural properties of probiotic low-fat

yogurt fermented by different starter cultures. **Journal of Food Process Engineering**, v. 29, n. 5, p. 447–461, 2006.

_____; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 1, p. 7-13, 2001.

PHADUNGATH, C. The mechanism and properties of acid-coagulated milk gels. **Songklanakarinn Journal Science Technology**, v. 27, n. 2, p. 433-448, 2005.

PRUDÊNCIO, E. S.; MAGENIZ, R. B.; FALCÃO, L. D.; LUIZ, M. T. B. Comportamento do leite de búfala (*bubalus bubalis*) desnatado e pasteurizado durante o processo de ultrafiltração. **Boletim do Ceppa**, v. 24, n. 1, p. 99-114, 2006.

RASIC, J. L., KURMANN, J. A. **Yogurt: scientific grounds, technology, manufacture and preparations**. Beograd:Technical Dairy Publ. House, 1978. 428. p.

ROCHA, C.; SIQUEIRA, M. I. D.; COBBUCCI, R. M. A.; SILVA, F. D.; PEIXOTO, K. L.; SANTANA, L. V. G. Iogurte de leite de búfala sabor frutos do cerrado. **Boletim do CEPPA**, v. 22, n. 1, p. 97-106, 2004.

SACCARO, D. M. **Efeito da associação de culturas iniciadoras e probióticas na acidificação, textura e viabilidade em leite fermentado**. 2008. 119f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, 2008.

SALVADOR, A.; FISZMAN, S. M. Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 12, p. 4033-4041, 2004.

SAMPAIO, I. B. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia. 1998. 221p

SANDOVAL-CASTILLA, O.; LOBATO-CALLERO, C.; AGUIRRE-MANDUJANO, E.; VERNON-CARTER, E. J. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 2, p. 151-159, 2004.

SANTOS, M. S.; CARNEIRO, E. B. B.; SCHAWAB, L. M.; ARAUJO, W. C.; PETKOWICZ, C. L. O. Avaliação reológica e sensorial de iogurte enriquecido com polpa de

Psidium cattaleianum sabine (araçá vermelho). **Higiene Alimentar**, v. 22, n. 166-167, p. 105-108, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução SAA nº 24 de 01 de agosto de 1994. **Normas técnicas de produção e classificação dos produtos de origem animal. Atividades de fiscalização e inspeção dos produtos de origem animal.** Cap.7, artigo 134, 1994.

SHARKER, R. R.; JUMAH, R. Y.; ABU-JDAYIL, B. Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk. **Journal of Food Engineering**, v. 44, n. 3, p. 175-180, 2000.

STEFFE, J. F. **Rheological methods in food process engineering.** 2 ed. Miami: Freeman Press, 1996.

STORRY, J.; GRANDISON, A.; MILLIARD, D.; OWEN, A.; FORD, G. Chemical composition and coagulation properties of renneted milk from different breeds and species of ruminant. **Journal of Dairy Research**, v. 50, n. 2, p. 215-224, 1983.

TAMINE, A.; ROBINSON, R. **Yoghurt: Science and Technology.** Boca Raton: CRC Press. 2000.

TELES, C. D.; FLÔRES, S. H. Influência da adição de espessantes e leite em pó nas características reológicas do iogurte desnatado. **Boletim do CEPPA**, v. 25, n. 2, p. 247-256, 2007.

THOMOPOULOS, C.; TIZIA, C.; MILKAS, D. Influence of processing of solids-fortified milk on coagulation time and quality properties of yogurt. **Milchwissenschaft**, v. 48, n. 8, p. 426-430, 1993.

TORALLES, R. P.; VENDRUSCOLO, J. L.; VENDRUSCOLO, C. T. Reologia de purê homogeneizado de pêssego: efeito da temperatura e concentração. **Journal of Food Technology**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 2006.

ÜNAL, B.; METIN, S.; ISIKLI, N. D. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 11, p. 909-916, 2003.

VANDERZANT, C. S.; PLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3. Ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA), 1992.

VARGAS, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CHIRATA.; GONZÁLEZ-MARTINEZ, C. Physicochemical and sensory characteristics of yogurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 12, p. 1146-1152, 2008.

VARGUESE, S. K.; MISHRA, H. N. Modelling of acidification kinetics and textural properties in dahi (indian yoghurt) made from buffalo milk using response surface methodology. **International of Dairy Technology**, v. 61, n. 3, p. 284-289, 2008.

VERRUMA, M. R.; OLIVEIRA, A. J.; SALGADO, J. M. Avaliação química e nutricional do queijo mozzarella e iogurte de leite de búfala. **Scientia Agrícola**, v. 50, n. 3, p. 438-443, 1993.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F.; GRANZINOLLI, G. G. M.; FERNANDES, R. M. Sólidos totais do leite, acidez, pH e viscosidade do iogurte. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 38, p. 19-24, 1983.

YANES, M.; DURAN, L.; COSTELL, E.; Rheological and optical properties of commercial chocolate milk beverages. **Journal of Food Engineering**, v. 51, n. 3, p. 225-234, 2002.

4 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA, SENSORIAL E MICROBIOLÓGICA DO LEITE FERMENTADO DE BÚFALAS SUPLEMENTADAS COM TORTAS DE CUPUAÇU E MURUMURU.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a qualidade físico-química, sensorial e microbiológica do leite fermentado de búfalas leiteiras mantidas em pastagem cultivada de mombaça (*Panicum maximum*). O experimento em campo foi conduzido na Unidade de Pesquisa Animal “Dr. Felisberto Camargo”, da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém-Pará, constituído de três períodos experimentais de 21 dias, dez para adaptação dos animais à dieta e onze para coleta de dados. Foram utilizadas doze búfalas primíparas, suplementadas em cochos individuais, e manejadas em quatro quadrados latinos 3 × 3. Utilizou-se concentrado à base de torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e de murumuru (*Astrocaryum murumuru*), em substituição parcial do milho e soja, nos tratamentos: 1 - **Controle** - 75% de farelo milho e 25% de farelo de soja; 2 - **Cupuaçu** - 50% de torta de cupuaçu + 30% de farelo milho e 20% de farelo de soja; e 3 - **Murumuru** - 37% de torta de murumuru + 39% de farelo milho e 24% de farelo de soja. Foram desenvolvidos, três amostras de leite fermentado probiótico a partir da mistura do leite de 4 animais, proveniente do terceiro período experimental, sob os respectivos tratamentos de suplementação (Controle, Cupuaçu e Murumuru). Para avaliação da qualidade da matéria-prima utilizada na elaboração do derivado, foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas. As amostras foram analisadas em sua qualidade microbiológica, físico-química, perfil de ácidos graxos e perfil sensorial um dia após a fabricação e acompanhamento do pH e acidez durante o período de armazenamento refrigerado a 6°C±2°C. Os dados foram submetidos à análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Efetuou-se acompanhamento do processo fermentativo das amostras e verificou-se que não houve diferença entre as mesmas, sendo todas obtidas em um tempo total de 180 minutos. As amostras de leite fermentado apresentaram diferença significativa em sua composição em relação ao teor de gordura e sólidos totais, refletindo a composição da matéria-prima que os originou. A qualidade nutricional da fração lipídica demonstrou que as amostras são do ponto de vista nutricional, pouco adequados ao consumo alimentar, entretanto, em comparação com o Controle, houve redução dos ácidos graxos mirístico e palmítico, considerados hipercolesterolêmicos, nos tratamentos alternativos com Cupuaçu e Murumuru. Os amostras do tratamento Controle apresentaram maior percentual de ácido esteárico (C18:0), considerado um ácido graxo neutro, e linolênico (C18:3), que possuem efeitos benéficos a saúde humana, além da relação n-6/n-3, dentro dos valores considerados ideais segundo a FAO. Em relação aos micronutrientes ferro, zinco, cobre, selênio e molibdênio, todas as amostras mostraram-se dentro do esperado para o produto e também apresentaram pequeno aumento da acidez titulável e diminuição do pH, provavelmente devido ao desenvolvimento das bactérias lácticas da cultura adicionada, que mesmo em baixas temperaturas não têm seu crescimento totalmente inibido. Sensorialmente, as amostras foram semelhantes nos atributos avaliados, com exceção da acidez. O produto elaborado com leite proveniente do tratamento Cupuaçu obteve maior aceitação nos períodos avaliados.

Palavras-chave: resíduo de cupuaçu, resíduo de murumuru, ácidos graxos, cultura probiótica

ABSTRACT: The objective was to evaluate the physical-chemical, sensory and microbiological character of the milk fermented dairy buffaloes kept in pasture for Mombaça (*Panicum maximum*). The field experiment was conducted at the Animal Research Unit "Dr. Felisberto Camargo", Embrapa Eastern Amazon, Belém-Pará, consisting of three experimental periods of 21 days, ten of the animals adapt to the diet and eleven for data collection. Twelve primiparous buffaloes were used, supplemented in individual troughs, managed in four latin squares 3 × 3. Used to concentrate, cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) and murumuru (*Astrocaryum murumuru*) pie, in partial substitution of corn and soy, the following treatments: 1 - Control - 75% corn bran and 25% soy bran; 2 - Cupuaçu - 50% cupuaçu pie + 30% corn bran and 20% soy bran, and 3 - Murumuru - 37% murumuru pie + 39% corn bran and 24% soy bran. Were evaluate, three samples of the fermented milk probiotic from the mixture four animals' milk from the third experimental period, under the respective treatments of supplementation (control, Cupuaçu and Murumuru). To assess the quality of the raw material used in preparing the fermented milk, were analyzed for microbiological and physical-chemistry properties. The samples were analyzed in their microbiological quality, physical-chemistry, fatty acid profile and sensory profile one day after manufacture and monitoring of pH and acidity during storage at 6 °C ± 2 °C. The data were subjected to analysis of variance with means compared by the Tukey test, the 5% significance. It was conducted the monitoring of

fermentation samples and found no difference between them, being all taken at a time total of 180 minutes. The fermented milk samples showed significant differences in their composition in relation to fat and total solids, showing the influence of feed given to animals in connection with this component. The nutritional quality of lipid fraction showed that the samples are from the nutritional point of view, not adequate food consumption, however, compared with the control, a reduction of myristic and palmitic fatty acids, considered hypercholesterolemic, with the alternative treatments Cupuaçu and Murumuru. The samples of the control treatment had a higher percentage of stearic acid (C18: 0), considered a neutral fatty acid, and linolenic (C18: 3), which have beneficial effects on human health, and the n-6/n-3 ratio, within the range considered optimal according to FAO. Regarding the micronutrients iron, zinc, copper, selenium and molybdenum, all samples were within expectations for the product and also showed slight increase in acidity and low pH, probably due to the development of lactic bacteria culture added, that even in low temperatures are not completely inhibited its growth. Sensory, the samples showed no significant differences in sensory attributes except for acidity. The product made from milk obtained from the treatment Cupuaçu greater acceptance in periods.

Key-word: Cupuaçu residues, murumuru residues, fatty acids, probiotic culture

4.1 INTRODUÇÃO

A criação de búfalos para o fornecimento de leite vem se desenvolvendo de maneira acentuada no Brasil, sendo que diversos produtores têm demonstrado um crescente interesse pela produção leiteira com vistas, sobretudo, ao fornecimento de leite para elaboração de derivados (CUNHA NETO et al., 2005). Os dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009) mostram a região Sudeste como maior produtora de leite bubalino, com 15,5 mil toneladas, representando 46,24% da produção nacional de leite de búfala, seguida da região Norte com 32,35% (BEZERRA, 2010).

A utilização do leite de búfala para a produção industrial de leite fermentado tem sido pouco reportada na literatura. Todavia, os poucos resultados obtidos apontam o leite de búfala como uma possibilidade a ser explorada pela indústria de laticínios, uma vez que a sua utilização proporciona um corpo e uma textura mais firme ao leite fermentado, quando comparado com o elaborado com leite bovino. Este fato pode ser atribuído, em parte, aos maiores teores de gordura e proteína do leite bubalino (CUNHA NETO et al., 2005).

O leite de búfala é um alimento com elevado teor de nutrientes, sendo uma fonte de proteínas de alto valor biológico, ou seja, que possuem os aminoácidos essenciais em proporções adequadas para a utilização pelo organismo. Sua composição físico-química o torna um excelente substrato para o crescimento de diversos micro-organismos. Alguns utilizados para a produção de uma ampla variedade de produtos lácteos, com potencial benefício à saúde. No entanto, o desenvolvimento descontrolado de tais micro-organismos pode resultar em alterações indesejáveis ao leite (BEZERRA, 2010; FARIA; BENEDET; LE GUERROUE, 2006).

Como forma de preservação utiliza-se a fermentação, que é um método largamente utilizado desde os primórdios da civilização, quando não existiam métodos de refrigeração ou pasteurização. Historicamente, o processo de fermentação envolvia a coagulação do leite por micro-organismos presentes no meio, obtendo-se um produto final com características e propriedades físico-químicas diferentes da matéria-prima (ALM, 1991).

No entanto, por ser a matéria-prima de maior importância para o processamento de leite fermentado, o leite deve ser da mais alta qualidade para que o produto apresente características desejáveis e maior vida útil.

As exigências mercadológicas têm imposto mudanças aceleradas à cadeia produtiva do leite, já que o consumidor contemporâneo exige que, além das características nutricionais

normais, o alimento seja um provedor de bem-estar e qualidade de vida, visão conhecida como Nutraceutica. Atendendo a esta nova realidade, a manipulação da dieta possibilita o incremento do perfil de ácidos graxos dos produtos oriundos de animais ruminantes, permitindo acrescentar ácidos graxos de interesse, que desempenham diversas atividades fisiológicas, atendendo assim à nova perspectiva de consumo (ALMEIDA, 2008)

Na região Norte, principalmente no Estado do Pará, há grande disponibilidade de resíduos da agroindústria, provenientes de espécies extrativistas e cultivadas, entre elas o murumuru (*Astrocaryum murumuru*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), usados na indústria cosmética e alimentar, ambos nativos da Amazônia, que, no processo de extração de seus componentes comerciais, disponibiliza significativas quantidades de resíduos, os quais podem se constituir em problemas ecológicos, ao serem descartados no ambiente. Entretanto, por possuírem potencial nutritivo, podem servir como importantes componentes na elaboração de dietas para ruminantes.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, de leite fermentado elaborado com leite de búfalas suplementadas com torta de cupuaçu e murumuru utilizando-se cultura láctica probiótica.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi conduzido na Unidade de Pesquisa “Dr. Felisberto Camargo” (01°28’S e 48°27’W), Belém, Pará, Brasil, pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011. O tipo climático do local experimental é o Af, segundo a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica média de 3.001,3 mm/ano, bem distribuída ao longo dos meses, com período mais chuvoso de janeiro a junho e, menos chuvoso, de julho a dezembro. A temperatura média anual é de 26,4°C, com média de umidade relativa do ar de 84% e insolação anual de 2.338,3 horas/ano (BASTOS et al., 2002). O solo dessa área é do tipo Latossolo Amarelo, fase pedregosa I, de textura argilosa.

Os animais ficaram em uma área de 14 hectares dividida em 8 piquetes com capim *Panicum maximum* cv. mombaça, manejado em pastejo rotacionado intensivo, com quatro dias de ocupação e 28 dias de descanso, com ciclo de pastejo de 32 dias, os piquetes possuem sombreamento natural e cercas de arame liso com dois eletrificados. O plantio da forragem nos piquetes foi realizado em dezembro de 2008, com 46 kg de P₂O₅/hectare (200 kg de fosfato reativo Arad).

Foram utilizadas 12 fêmeas bubalinas lactantes, pertencentes ao rebanho da Embrapa Amazônia Oriental, primíparas. As búfalas tiveram estros sincronizados, a partir do protocolo Ovsynch (GARCIA et al., 2006) e inseminação em tempo fixo. Esse protocolo visou a concentração de partições, para uniformidade da coleta de dados.

Os animais foram manejados em delineamento experimental de quatro quadrados latinos 3 x 3, para as 12 búfalas (3 búfalas/quadrado). Os animais foram alojados em um dos quadrados de acordo com a data de partição (Anexo 1).

As búfalas receberam após a partição, duas vezes ao dia, suplementação a base de milho (75%) e farelo de soja (25%). Os animais entraram no experimento com aproximadamente 59±6 dias de lactação, quando então receberam os diferentes tratamentos utilizados no experimento, de acordo com a produção diária. Foram ofertados 1 kg de concentrado para animais que produziam até 5 kg de leite/dia e mais 1 kg de concentrado para cada 2 kg de leite/dia excedidos.

Cada animal do quadrado recebeu alternadamente três tratamentos suplementares (Controle, Cupuaçu e Murumuru) a cada 21 dias/tratamento, sendo os 10 primeiros de adaptação e os 11 últimos de coleta de dados.

Embrapa Amazônia Oriental, onde foram realizadas análises de pH, densidade, teor de gordura, proteína, extrato seco desengordurado e lactose, utilizando analisador ultrassônico da Marca Ekomilk total. As análises de acidez foram obtidas por titulação com NaOH, cinzas por incineração da amostra, em mufla, a 550 °C e extrato seco total obtida em estufa com circulação de ar forçada regulada a 105 °C, até peso constante, seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

As determinações multielementares foram realizadas no leite e derivado, empregando espectrômetro de emissão óptica (ICP OES- ANEXO 3) simultâneo com configuração radial, VISTA PRO Radial (Varian, Mulgrave, Austrália), equipado com um detector de estado sólido do tipo CCD; sistema pré-óptico do equipamento purgado com argônio a uma vazão de 0,2 L min⁻¹, para possibilitar leituras abaixo de 190 nm; policromador com montagem Littrow/Echelle termostatizado a aproximadamente 35°C e purgado com argônio. Alternativamente, em função das baixas concentrações obtidas, foi utilizado espectrômetro de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS- ANEXO 3) com interface para supressão de interferências isobáricas com base em colisões e reações nos cones de amostragem e skimmer (interface CRI).

As digestões das amostras foram realizadas em sistema de microondas com cavidade MULTIWAVE (Anton Paar, Austria) equipado com sensores de temperatura e pressão e rotor com 6 frascos fechados de teflon PFA® (perfluoralcóxi).

As amostras foram inicialmente liofilizadas, por 24 horas, onde a amostra foi congelada e depois seca sob vácuo. Posteriormente, foram moídas em um moinho criogênico (Spex 6750 Freezer Mill (Spex, Metuchen, NJ, USA). Foram digeridos em forno de microondas com cavidade 200 mg de material certificado (milk powder) ou amostra empregando 2 mL de HNO₃ (7 mol L⁻¹) e 1 mL de H₂O₂. O programa de aquecimento esta descrito no Anexo 3. Após o processo, o digerido foi separado em duas frações, sendo uma fração lida diretamente no ICP OES e outra onde adicionou-se padrão interno Sc, Y, Rh e In, e diluiu-se até concentração final 10 µg L⁻¹, para leitura no ICP-MS. Para preparo das curvas analíticas também foram adicionados os padrões internos na mesma concentração.

Todos os materiais utilizados no trabalho foram descontaminados em banho de HNO₃ 10 % v v⁻¹ por no mínimo 24 h, lavados com água destilada e, finalmente, com água ultrapura (resistividade de 18,2 MΩ cm) obtida a partir de um sistema de purificação de água Milli-Q (Millipore, Bedford, MA, EUA).

Reagentes de grau analítico e água ultrapura foram empregados para preparo das soluções. Ácido nítrico foi purificado em sistema de destilação abaixo do ponto de ebulição (Marconi).

Os analitos Cu, Fe, Zn, B, Se, Mo, Cd e Pb foram determinados empregando espectroscopia de massa acoplada com plasma (ICP-MS). Além da utilização de padrão interno visando a correção de interferências provindas do transporte dos íons até o detector, foi avaliado o emprego ou não da interface de colisão e reação (CRI) com um fluxo de hidrogênio no cone de skimmer 80 mL min⁻¹ para reduzir as interferências poliatômicas que podem ser geradas no caminho dos analitos até o detector.

Para avaliação da qualidade microbiológica da matéria-prima, foram realizadas análises de contagem padrão em placas (CPP) de acordo com a Legislação para leite cru refrigerado (BRASIL, 2002). Mesmo não sendo exigidas pela Legislação para leite cru, foram realizadas análises de coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp seguindo a Legislação para leite pasteurizado (BRASIL, 2001) para verificar a qualidade das Boas Práticas Agrícolas durante a ordenha. Ambos procedimentos seguiram metodologia descrita por Vanderzant e Plittstoesser, (1992) sendo consideradas amostras indicativas.

A cultura láctica probiótica contendo *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* sp., foi preparada seguindo as técnicas recomendadas pelo fabricante. O leite bubalino foi tratado termicamente à temperatura de 110 °C por 10 minutos. Depois de resfriado (45 °C), foi adicionado 0,1% cultura láctica liofilizada e incubado a 45 °C por 3 a 4 horas. A cultura foi mantida sob refrigeração de 6 °C±2 °C até o dia seguinte, quando foi utilizada para produção do leite fermentado.

Os leites provenientes dos tratamentos foram acrescidos de 2% de açúcar e submetidos a tratamento térmico de 95 °C/5 minutos, resfriados a 45 °C e inoculados com 2,5% (em relação ao volume de leite) de cultura láctica mista, previamente preparada, conforme descrição acima.

Após a inoculação, as amostras foram agitadas manualmente, com o objetivo de promover a perfeita distribuição da cultura láctica.

Em seguida, as amostras foram acondicionadas em copos plásticos fechados com tampas plásticas e incubadas em estufa a 45 °C. Para avaliação do tempo de fermentação, uma porção de cada amostra foi acondicionada em tubos com tampas de rosca e colocada em estufa a 45 °C. Eram retiradas amostras a cada 30 minutos para determinação de pH, determinado por potenciômetro de bancada e acidez, determinada por titulação da amostra com NaOH. O tempo de fermentação foi calculado a partir do início da inoculação até obter-

se pH igual a 4,6. Após o final da fermentação, as amostras foram resfriadas a 10°C em banho de gelo e armazenados em câmara fria à temperatura de 6 °C ± 2 °C, para posterior análises.

As amostras de leite fermentado foram analisadas em sua qualidade, físico-química, microbiológica e sensorial um dia após a fabricação e acompanhamento do pH e acidez durante o período de estocagem refrigerado à 6 °C±2 °C. Após o término da fermentação, foram determinados extrato seco total (EST), determinado em estufa com circulação de ar forçada regulada a 105 °C, até peso constante; proteínas totais, determinada pelo método Kjeldahl, utilizando-se 6,38, como fator de conversão; extrato seco desengordurado (ESD), pela diferença do EST e teor de gordura e cinzas, por incineração da amostra, em mufla, a 550°C, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e gordura, determinada pelo método de Bligh e Dyer (1959).

As análises de ácidos graxos das amostras de leite fermentado foram realizadas no Laboratório de análises químicas, microbiológicas, ambientais e estudos de estabilidade, M.CASSAB Indústria e Comércio LTDA. A extração da gordura das amostras foi realizada seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), enquanto a esterificação seguiu metodologia preconizada pela AOAC (1997) e a leitura dos ésteres efetuada em cromatógrafo Thermo Focus GC, com temperatura inicial de 50 °C por 2 minutos, rampa 3,5°C por minuto até 250 °C por 17 min; fluxo constante 1,1; gás de araste hélio; detector 240°C; modo de injeção: Splitless; Coluna RT 2560 (100m x 0,25mm x 0,2µm). O teor dos ácidos graxos foi expresso em g/100 g do total de ácidos graxos detectados.

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por três índices a partir dos dados de composição em ácidos graxos, através dos seguintes cálculos: Índice de Aterogenicidade (IA) = [(C12:0 + (4 X C14:0) + C16:0)]/(AGMI + n6 + n3); Índice de Trombogenicidade (IT) = (C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0,5 X AGMI) + (0,5 X n6 + (3 X n3) + (n3/n6)], segundo Ulbrich e Southgate (1991); e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) = (C18:1n9 + C18:2n6 + C20:4n6 + C18:3n6 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3)/(C14:0 + C16:0), segundo Santos-Silva, Bessa e Santos-Silva (2002). Em que: AGMI = todos os ácidos monoinsaturados.

As análises microbiológicas das amostras de leite fermentado foram avaliadas tendo como referência os parâmetros microbiológicos, exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2000; BRASIL, 2001), seguindo metodologia descrita por Vanderzant e Plittstoesser (1992) e consideradas amostras indicativas. Foram realizadas análises de coliformes a 30 °C, coliformes a 45 °C e fungos filamentos e leveduras.

Foi realizado, em dois momentos (dezembro/2010 e fevereiro/2010), teste sensorial com 36 e 50 consumidores não treinados, respectivamente, sob as mesmas condições, para avaliar a aceitação das amostras. Foram avaliados atributos considerados importantes para a aceitação de leite fermentado (Anexo 4): “firmeza ao pegar o produto com a colher”, “firmeza na boca” e “acidez” usando-se a escala não estruturada de 9 cm, “aceitação global” usando-se escala hedônica de 9 pontos e preferência pela indicação do produto escolhido entre 3 amostras (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991). As amostras de aproximadamente 80 g, foram servidas a aproximadamente 7 °C em copos plásticos de 100 mL, codificados com números aleatórios de 3 dígitos. A ordem de apresentação das amostras foi sorteada entre os provadores seguindo delineamento de Macfie et al. (1989) para 3 amostras. O teste foi realizado em cabines individuais.

Os resultados das avaliações dos atributos foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) de 2 fatores (amostra, provador) e teste de média Tukey usando-se o programa Statistica versão 7.0. Para os resultados de preferência, obtidos em %, foram computados o número de vezes em que cada produto foi escolhido.

Verificou-se também o comportamento do processo fermentativo durante o período de armazenamento refrigerado (6 °C±2 °C). Foram realizadas análises de pH e acidez das amostras nos dias 1, 14 e 28 após fabricação.

Os resultados das análises foram avaliados de acordo com métodos de estatística descritiva, calculando-se os valores médios, coeficiente de variação e desvio padrão para todas as variáveis (SAMPAIO, 1998). Foi realizada a Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey para comparação de médias utilizando-se o Software Statistica versão 7.0. Em todas as análises foi considerado nível de significância de $p \leq 0,05$.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos dos parâmetros físico-químicos para o leite de búfala apresentaram-se, de modo geral, dentro da normalidade esperada (Tabela 17).

Tabela 17. Composição média do leite utilizado na elaboração do leite fermentado.

Composição	Controle	Cupuaçu	Murumuru	CV (%)
pH	6,55 ^a ±0,21	6,43 ^a ±0,04	6,65 ^a ±0,35	1,68
Acidez (°Dornic)	17,00 ^a ±0,50	18,00 ^a ±0,50	16,00 ^a ±0,50	5,88
Densidade à 15°C	28,65 ^a ±0,92	31,00 ^b ±0,17	34,75 ^c ±0,21	9,78
Gordura (%)	9,12 ^a ±0,86	7,93 ^b ±0,41	5,20 ^c ±0,21	27,10
Proteína (%)	4,74 ^a ±0,28	4,96 ^a ±0,08	5,19 ^a ±0,19	4,53
EST (%)	20,00 ^a ±0,49	18,70 ^b ±0,46	17,28 ^b ±0,86	7,29
ESD (%)	10,18 ^a ±0,80	10,77 ^a ±0,06	11,43 ^a ±0,29	5,79
Lactose (%)	4,64 ^a ±0,49	5,00 ^a ±0,17	5,38 ^a ±0,11	7,39
Cinzas (%)	0,79 ^a ±0,08	0,80 ^a ±0,04	0,86 ^a ±0,06	4,64

Controle - milho (75%) e soja (25%); Cupuaçu - milho (30%), soja (20%) e torta de cupuaçu(50%); Murumuru - milho(39%), soja (24%) e torta de murumuru (37%); ^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$).

O Brasil ainda não possui legislação federal específica que regularize o padrão de identidade e qualidade de leite bubalino. Apenas o estado de São Paulo, através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, dispõe de resolução que determina alguns parâmetros de qualidade (SÃO PAULO, 1994). Dentre eles, estabelece valores mínimos de 4,5% para o teor de gordura, acidez em °Dornic entre 14 e 23, extrato seco desengordurado (ESD) mínimo de 8,57%; densidade a 15°C entre 1,028 e 1,034 e pH entre 6,4 e 6,9. No entanto não menciona valores aceitáveis para proteína, lactose e sólidos totais.

Os valores médios encontrados para a acidez titulável foram de 17, 18 e 16 °D, para os leites provenientes dos tratamentos controle, cupuaçu e murumuru, respectivamente. A utilização de leite com acidez elevada para fabricação de leites fermentados tem como consequência, sabor pouco agradável, formação de grumos na massa e dessoragem. A acidez em excesso torna a coalhada frágil, devido à desnaturação das proteínas que favorece a dessoragem, pelo soro que escapa da rede de caseína (FIGUEIREDO; PORTO, 2002). Macedo et al. (2001) encontraram valores médios de 18,98 °D. Entretanto, cabe ressaltar que a acidez titulável do leite de búfala normalmente encontra-se mais elevada, sem que o leite apresente-se alterado. A gordura é um importante constituinte dos leites fermentados, do ponto de vista sensorial, é responsável pelo desenvolvimento de sabor e aroma, além de contribuir para a viscosidade (FIGUEIREDO; PORTO, 2002). O teor de gordura dos leites nos diferentes tratamentos aplicados, apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), evidenciando a influência da suplementação alimentar neste componente. Os valores médios

encontrados neste trabalho foram superiores ao relatado por Cunha Neto et al. (2005) que, avaliando a composição do leite de búfala para ser empregado no processamento do iogurte, encontrou valor médio de 6,82% de gordura, com exceção do leite proveniente do tratamento Murumuru, que apresentou valor inferior.

Quanto ao teor de proteína, não foi verificada diferenças significativas ($p \leq 0,05$) de seu conteúdo nos leites provenientes dos tratamentos aplicados neste trabalho, porém os valores obtidos encontram-se acima do encontrado por Neves (2002), de 4,33% e Prudêncio et al. (2006), de 5,47%, que também avaliaram leite de búfalas.

A média do EST ficou acima do correspondente ao padrão para utilização em iogurtes, que segundo Tamine e Robinson (1991) deve ser de 16%. Este fato está relacionado com o conteúdo de gordura encontrado, que influenciou de forma direta o conteúdo de sólidos totais dos leites analisados, o que dispensou a correção do teor de EST, fato comum na industrialização do leite bovino. Os demais componentes, ESD, lactose e cinzas, não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em seus conteúdos, nos leites analisados.

Cada um dos componentes do leite exerce seu papel sobre a qualidade final do leite fermentado, mas os aspectos quantitativos e qualitativos relativos às proteínas, lipídios e lactose, são, sem dúvida, os mais importantes para a elaboração desse derivado lácteo, uma vez que estão mais diretamente envolvidos no processo de estruturação do gel formado e no desenvolvimento dos micro-organismos envolvidos. A qualidade microbiológica (Tabela 18) da matéria-prima também apresenta significativa importância para a qualidade final do produto obtido.

Tabela 18 – Qualidade microbiológica do leite utilizado na fabricação do leite fermentado.

Análise	Controle	Cupuaçu	Murumuru	Padrão ²
Coliformes a 45°C (NMP/mL)	< 4	< 4	< 4	< 4
¹ CPP (UFC/mL)	1×10^5	1×10^4	1×10^5	1×10^6
<i>Salmonella spp</i> (ausência em 25 mL)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

¹Contagem Padrão em Placas; ²BRASIL, 2001 e 2002; NMP: número mais provável; UFC: unidade formadora de colônia.

Os valores observados encontram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001; BRASIL, 2002) demonstrando que as condições de obtenção e transporte do leite até a unidade de beneficiamento foi satisfatória.

O tempo total de fermentação das amostras de leite fermentado elaboradas com leites provenientes dos tratamentos experimentais, Controle, Cupuaçu e Murumuru foi de 180 minutos, até as amostras atingirem aproximadamente um valor de pH de 4,61; 4,52 e 4,53 e percentual de ácido láctico de 0,66; 0,64 e 0,54, respectivamente (Figuras 13 e 14).

O tempo de fermentação foi menor que o observado por Dave e Shah (1997) que obtiveram tempos de fermentação que variaram de 3:50 a 6:00 horas utilizando culturas lácticas mistas compostas de *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* sp. na fabricação de iogurtes e para os produtos fabricados com *S. thermophilus*, *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* sp. apresentaram tempos de fermentação maiores (6:50 a 11:00 horas).

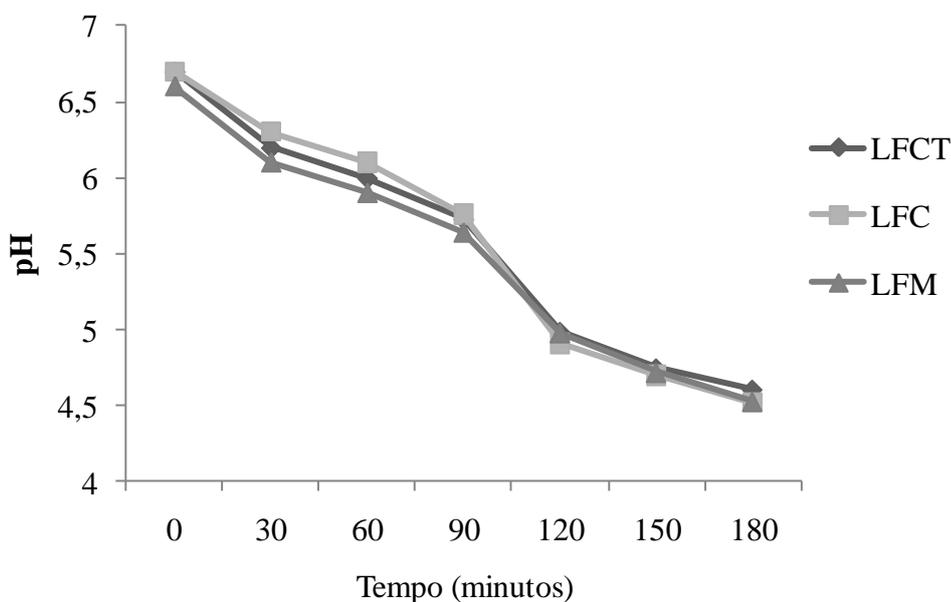


Figura 13 - Valores médios de pH durante o processo de fermentação das amostras de leite fermentado.

Os perfis de acidificação das amostras apresentam semelhanças no formato da curva e podem ser divididos em quatro fases. A primeira refere-se aos 60 minutos iniciais, em que o pH permanece praticamente inalterado, correspondente à etapa em que os microrganismos estão em processo de adaptação ao substrato, definida por Hassan et al.(1996) como período de indução. No período seguinte até aproximadamente 120 minutos de fermentação, percebe-se o início da redução de pH, o que pode ser explicado pelas bactérias lácticas que passam a metabolizar mais rapidamente a lactose. Serve como preparação para a etapa seguinte entre 120 e os 150 minutos, quando os valores de pH caem aceleradamente, apontando para a maior atividade das bactérias lácticas. Essa terceira fase é denominada floculação por Hassan et al.

(1996) e coincide com o momento onde se registra maior variação da viscosidade do produto. Finalmente, nos últimos 30 minutos o pH continua sendo reduzido, mas em menor velocidade.

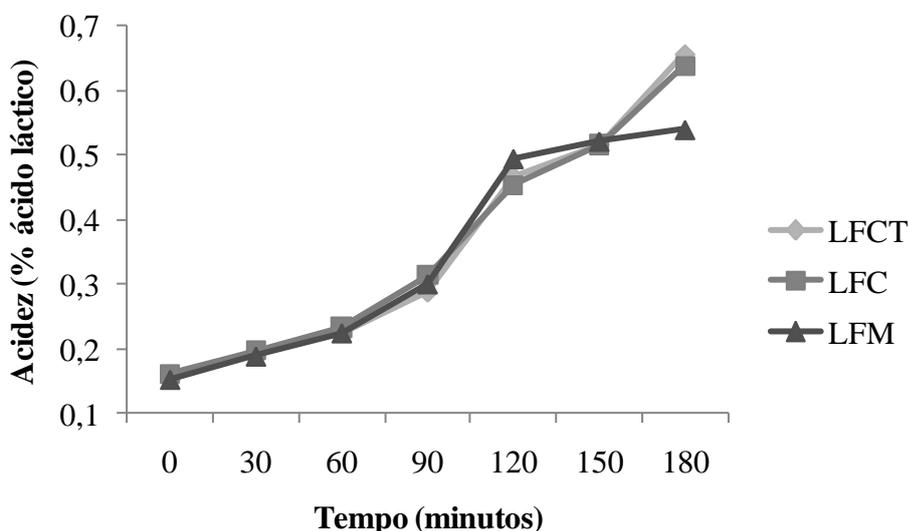


Figura 14 - Valores médios de acidez expresso em ácido láctico durante o processo de fermentação das amostras de leite fermentado.

Segundo Tamime e Robinson (1991), a temperatura de inoculação da cultura láctica deve estar na faixa de 40 a 45 °C por um período variável entre 2,5 a 5 horas, que lhe proporcionará condições ótimas de crescimento. Atualmente, as empresas visando a minimização de custos de processo produzem culturas mais concentradas que diminuem o tempo de fermentação dos produtos.

Algumas indústrias lácticas estabelecem o fim do processo fermentativo tão logo se evidencie o aspecto de gel lácteo. Uma das vantagens desta prática é produzir leites fermentados mais suaves. Em alguns trabalhos verificou-se que em um pH levemente abaixo de 4,9 observava-se gel característico de leites fermentados. No entanto, quando a fermentação prossegue até pH 4,6 a estabilidade do produto potencializa-se (ANTUNES, 2004).

Embora não haja legislação específica com padrões para produtos derivados do leite de búfala, o presente trabalho analisa os parâmetros dos produtos obtidos levando em consideração o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de leites fermentados (BRASIL, 2000), que define que este produto deve apresentar no mínimo 2,9% de proteína láctea e matéria gorda láctea, na categoria de produto integral, de 3,0 a 5,9% e na categoria de produto com creme, de no mínimo 6%. Sendo assim, os valores médios dos tratamentos

Controle, Cupuaçu e Murumuru encontrados neste trabalho apresentam-se dentro dos padrões permitidos pela legislação (Tabela 19).

Tabela 19 - Composição média das amostras do leite fermentado.

Composição (%)	LFCT	LFC	LFM	CV (%)
Proteína	4,77 ^a ±0,58	7,15 ^a ±0,24	6,31 ^a ±0,19	19,86
Lipídeo	9,10 ^a ±0,05	7,10 ^b ±0,24	5,00 ^c ±0,02	29,01
EST	23,11 ^a ±0,48	19,17 ^b ±0,70	17,24 ^b ±0,32	15,08
ESD	14,01 ^a ±0,48	12,06 ^a ±0,70	12,25 ^a ±0,32	8,42
Cinzas	0,84 ^a ±0,02	0,80 ^a ±0,05	0,80 ^a ±0,12	2,84

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru; ^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$).

A composição dos produtos obtidos não apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os diferentes tratamentos, em relação à proteína, ESD e cinzas, porém apresentou diferença para os teores de gordura e EST, que refletem a composição do leite utilizado em sua elaboração. Em relação ao perfil de ácidos graxos (Tabela 20) das amostras de leite fermentado, pode-se observar que os únicos que não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), entre os tratamentos experimentais, foram os ácidos C4:0 e C16:1.

Os valores para o ácido C18:1 foram significativamente maiores para as amostras provenientes dos tratamentos Controle e Cupuaçu. Os ácidos C18:2 e C18:3 apresentaram-se significativamente menores nas amostras LFC e LFM. Os menores valores para os ácidos graxos de cadeia curta foram para a amostra LFCT. Os ácidos graxos saturados apresentaram-se em menores teores para as amostras LFC e LFM. O maior teor de insaturados foi para a amostra LFC. Os ácidos graxos poliinsaturados não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 20 – Perfil de ácidos graxos das amostras do leite fermentado.

Perfil de ácidos graxos (%)	LFCT	LFC	LFM	CV(%)
Ácido Butírico (C4:0)	5,28 ^a ±0,08	5,30 ^a ±0,02	5,29 ^a ±0,01	0,19
Ácido Caprótico (C6:0)	2,21 ^a ±0,01	1,27 ^b ±0,01	1,06 ^c ±0,00	40,47
Ácido Caprílico (C8:0)	1,09 ^b ±0,01	4,95 ^a ±0,02	5,30 ^a ±0,01	61,80
Ácido Cáprico (C10:0)	1,95 ^b ±0,01	0,82 ^c ±0,01	2,76 ^a ±0,01	52,86
Ácido Láurico (C12:0)	3,69 ^b ±0,02	2,20 ^c ±0,00	4,29 ^a ±0,01	31,71
Ácido Mirístico (C14:0)	10,9 ^a ±0,04	8,35 ^b ±0,08	8,66 ^b ±0,05	14,96
Ácido Miristoleico (C14:1)	0,66 ^a ±0,01	0,40 ^b ±0,01	0,40 ^b ±0,02	30,84
Ácido Pentadecanóico (15:0)	0,96 ^a ±0,01	0,69 ^b ±0,01	0,66 ^b ±0,01	21,46
Ácido Palmítico (C16:0)	28,49 ^a ±0,14	25,86 ^b ±0,06	25,35 ^b ±0,02	6,34
Ácido Palmitoleico (C16:1)	1,18 ^a ±0,01	1,55 ^a ±0,66	1,48 ^a ±0,01	14,01
Ácido Heptadecanóico (C17:0)	0,66 ^a ±0,01	0,54 ^a ±0,01	0,34 ^b ±0,01	31,49
Ácido Esteárico (C18:0)	14,67 ^b ±0,08	16,25 ^a ±0,01	13,91 ^b ±0,05	7,99
Ácido Oleico ω9 (C18:1)	21,30 ^a ±0,02	22,00 ^a ±0,01	19,30 ^b ±0,12	6,71
Ácido Linoléico ω6 (C18:2)	0,86 ^a ±0,01	0,72 ^b ±0,01	0,70 ^b ±0,01	11,47
Ácido Linolenico ω3(C18:3)	0,38 ^a ±0,01	0,27 ^b ±0,01	0,29 ^b ±0,01	18,70
Outros	5,65±0,02	8,83±0,04	10,21±0,01	28,41
ácidos graxos cadeia curta (AGCC)	10,54 ^c	12,35 ^b	14,41 ^a	15,57
ácidos graxos cadeia média (AGCM)	46,54 ^a	39,59 ^b	41,18 ^b	8,58
ácidos graxos saturados (AGS)	69,90 ^a	66,23 ^b	67,62 ^b	2,73
Ácidos graxos insaturados (AGI)	24,38 ^a	25,13 ^a	22,24 ^b	6,27
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)	23,14 ^a	23,95 ^a	21,18 ^b	6,26
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA)	1,84 ^a	1,02 ^a	0,99 ^a	37,58

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru; ^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$); AGCC: C4-C11; AGCM: C12-C17.

A qualidade nutricional do perfil lipídico avaliada por diferentes índices encontra-se descrita na Tabela 21. Não foi observada diferença estatística ($p < 0,05$), nas amostras de leite fermentado, para a razão de ácidos graxos poliinsaturados e saturados (P/S). Alimentos que apresentam a razão (P/S) abaixo de 0,45 têm sido considerados como indesejáveis à dieta pelo Department of Health and Social Security (DHSS) (1984), por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo. No presente trabalho, todos os leites fermentados produzidos apresentaram valores abaixo do desejável. Rocha (2008) encontrou valores de 0,03 e 0,05 para a razão P/S quando avaliou o leite de búfala no início e final da lactação, respectivamente. No entanto, o índice P/S avaliado isoladamente tem recebido restrições, uma vez que não considera os efeitos metabólicos dos ácidos graxos monoinsaturados (LIRA et al., 2004).

Tabela 21 – Índices de qualidade nutricional da fração lipídica das amostras do leite fermentado experimental.

Índices	LFCT	LFC	LFM
P/S	0,03 ^a	0,01 ^a	0,01 ^a
n-6/n-3	2,26 ^a	2,66 ^a	2,41 ^a
HH	0,57 ^a	0,67 ^a	0,60 ^a
IA	3,10 ^a	2,46 ^a	2,90 ^a
IT	3,98 ^a	3,73 ^a	3,92 ^a

P/S: Poliinsaturados/saturados; n6/n3:Σsérie ômega 6/Σsérie ômega 3; HH: Σhipercolesterolêmicos/Σhipocolesterolêmicos; IA: índice de aterogenicidade; IT: índice de trombogenicidade; LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru; ^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$).

Considerando a razão n-6/n-3, valores abaixo de 4,0 sugerem quantidades desejáveis à dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares (DHSS, 1984). A relação n-6/n-3 encontrado nesta pesquisa ficou dentro da faixa preconizada pela literatura, sendo satisfatórios do ponto de vista nutricional.

O cálculo da razão ácidos graxos hipocolesterolêmicos/ácidos graxos hipercolesterolêmicos (HH) constitui um índice que relaciona a atividade funcional dos ácidos graxos em relação a aspectos de metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cuja quantificação reflete o maior ou menor risco de incidência de doenças cardíovasculares (DCV) e resultou em valores baixos, sem diferença estatística para os produtos obtidos. Rocha (2008) encontrou valores de 0,06 e 0,08 para leite de búfalo no início e final da lactação, respectivamente. Na inexistência de valores recomendados para o índice HH em relação aos produtos lácteos, considera-se como referência o valor 2 em relação aos produtos cárneos (SANTOS-SILVA; BESSA; SANTOS-SILVA, 2002), como aquele que exprime a relação ideal entre os ácidos graxos hipo e hipercolesterolêmicos. Valores superiores a esta referência correspondem a gorduras de superior qualidade nutricional, traduzindo a abundância de ácidos graxos que promovem o abaixamento do colesterol plasmático (hipocolesterolêmicos) e assim a redução do risco de DCV.

O índice de aterogenicidade (capacidade de induzir a formação aterosclerose), que relaciona os ácidos pró e antiaterogênicos foi de 3,10; 2,46 e 2,90 para as amostras LFCT, LFC e LFM, respectivamente. Valores semelhantes foram descritos por Rocha (2008) para o início (2,46) e final da lactação (1,9).

Para definir o índice de trombogenicidade (capacidade de promover infartos e derrames), 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 poliinsaturados ω -6 são menos antitrombogênicos que o ácido graxo poliinsaturado ω -3 (ULBRICHT; SOUTHAGE, 1991). Os valores encontrados neste trabalho, para este índice não apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$). Rocha (2008) encontrou valores de 3,25 e 2,53 para o início e final da lactação de búfalas leiteiras, respectivamente. Como não existem valores recomendados para os índices de aterogeneidade e trombogenicidade, considera-se que valores mais baixos exprimem uma relação de ácidos graxos mais favoráveis em termos de saúde.

Um fator importante para avaliação da qualidade de alimentos é sua composição em minerais. A presença de elementos metálicos nos alimentos varia amplamente, em função de numerosos fatores associados a condições ambientais, às práticas tecnológicas e ao uso indiscriminado de produtos químicos em tratamentos culturais e na produção animal, e tem provocado o aparecimento de elementos químicos em alimentos, a exemplo do chumbo e cádmio (FLYNN, 1992). O chumbo constitui-se num sério contaminante ambiental, sendo a exposição da população a este elemento elevada (MURTA, 1993). Considerando-se que esse metal acumula-se no organismo, a ingestão prolongada pode causar efeitos tóxicos, a longo e a médio prazos, principalmente em crianças, visto que para elas a toxicidade pode ocorrer em teores 50% menores que os observados para adultos (CARL, 1991). Isto torna ainda mais preocupante o problema da contaminação do leite pelo metal. No presente trabalho não foram detectados a presença deste metal (Tabela 22), o que caracteriza a qualidade e segurança dos produtos em relação a este problema.

O cádmio tem sido pesquisado por se encontrar naturalmente em rochas fosfáticas utilizadas na fabricação de insumos agropecuários, constituindo-se assim em importante fonte de contaminação ambiental. CARL (1991) afirmou que o cádmio é considerado um dos mais sérios tóxicos inorgânicos, para o homem e o para alimento em geral, tanto de origem animal ou vegetal, e o principal responsável pelas intoxicações. No presente estudo não foram detectadas a presença deste metal.

As concentrações de ferro, cobre, zinco, selênio, boro e molibdênio, nas amostras de leite e leite fermentado, mostram que não houve diferença significativa nos tratamentos experimentais utilizados, sendo a amostra LFM apresentando maiores teores de selênio ($P < 0,05$), porém abaixo do recomendado para ingestão diária de um adulto. A ingestão diária

recomendada de ferro é de 14 mg/dia, cobre 900 mcg/dia, zinco 7 mg/dia, selênio 34 µg/dia e molibdênio 45 mcg/dia (BRASIL, 2005 - RDC 269), onde pode-se concluir que as amostras de leite fermentado (100 g) não suprem a necessidade diária da maioria dos micronutrientes analisados, porém dentro do esperado para o produto. Não há recomendações de ingestão diária para o micronutriente boro, porém seu consumo está associado à prevenção da osteoporose.

Tabela 22 - Avaliação de minerais do leite e amostras do leite fermentado.

Mineral (mg/100 g)	Leite/Tratamento			CV(%)
	Controle	Cupuaçu	Murumuru	
Ferro (Fe)	0,19 ^a ±0,03	0,11 ^b ±0,02	0,13 ^b ±0,03	29,05
Cobre (Cu)	0,05 ^a ±0,04	0,02 ^b ±0,03	0,10 ^c ±0,07	71,32
Zinco (Zn)	1,44 ^a ±0,03	3,83 ^b ±0,26	4,87 ^b ±0,33	52,03
Selênio (Se)	0,04 ^a ±0,04	0,09 ^b ±0,07	0,05 ^a ±0,09	44,10
Boro (B)	0,03 ^a ±0,01	0,07 ^b ±0,02	0,07 ^b ±0,04	40,75
Molibdênio (Mo)	0,04 ^a ±0,01	0,02 ^a ±0,02	0,01 ^a ±0,01	65,47
	Leite fermentado			
	LFCT	LFC	LFM	
Ferro (Fe)	1,09 ^a ±0,03	0,19 ^b ±0,02	0,57 ^c ±0,01	73,27
Cobre (Cu)	0,04 ^a ±0,01	0,03 ^a ±0,01	0,03 ^a ±0,01	17,32
Zinco (Zn)	4,33 ^a ±0,21	4,01 ^a ±0,23	4,37 ^a ±0,05	4,66
Selênio (Se)	0,03 ^a ±0,01	0,03 ^a ±0,01	0,13 ^b ±0,01	91,16
Boro (B)	0,06 ^{ab} ±0,01	0,05 ^a ±0,01	0,09 ^b ±0,05	31,22
Molibdênio (Mo)	0,03 ^a ±0,01	0,02 ^a ±0,01	0,02 ^a ±0,01	24,74

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru; ^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$).

Com relação ao micronutriente cobre, Underwood (1995) relatou que o fígado da maioria das espécies adultas de animais, em condições normais, possui entre 10 e 50 mg/ Kg de cobre e que o elemento faz parte da formação da hemoglobina juntamente com o ferro; entretanto, não menciona os teores no leite das espécies. Porém sabe-se que o leite bubalino contém baixo teores dos elementos cobre e ferro. O nível normal de cobre no sangue para a maioria das espécies, inclusive ruminantes, varia de 0,50 a 1,50 mg/L. O leite, por ser um produto resultante da secreção das glândulas lácteas dos mamíferos, proveniente do sangue, passando por um sistema de filtro, poderá estar com uma concentração final muito menor do que o sangue. Portanto, através das médias obtidas no presente estudo, evidentemente com valores bem mais baixos que no sangue, ficou evidenciada sua carência no leite bubalino (GONÇALVES; MESQUITA; GONÇALVES, 2008).

Os valores do micronutriente ferro (Fe), nas amostras de leite fermentado, aumentaram quando se compara com os valores obtidos na matéria-prima, especialmente na amostra LFCT (Tabela 22), que pode ter sido ocasionado durante o processo de elaboração do derivado.

O período de estocagem influenciou significativamente ($p < 0,05$) o pH dos produtos (Tabela 23) enquanto que os diferentes tratamentos utilizados ($p < 0,05$) não afetaram significativamente o pH. A acidez foi influenciada significativamente pelo tempo ($p < 0,05$) e pelos diferentes tratamentos ($p < 0,05$).

Tabela 23 – pH e acidez das amostras do leite fermentado durante o período de estocagem.

Tempo (dia)		LFCT	LFC	LFM	CV (%)
0	pH	4,65 ^{aA} ± 0,07	4,61 ^{aA} ± 0,02	4,53 ^{aA} ± 0,01	0,73
	Acidez	0,66 ^{aA} ± 0,02	0,64 ^{aA} ± 0,01	0,60 ^{aA} ± 0,02	2,63
1	pH	4,63 ^{aA} ± 0,12	4,55 ^{aA} ± 0,1	4,44 ^{aA} ± 0,1	2,35
	Acidez	0,80 ^{aB} ± 0,02	0,84 ^{aB} ± 0,01	0,73 ^{bB} ± 0,04	2,95
14	pH	4,34 ^{aB} ± 0,03	4,27 ^{aB} ± 0,05	4,30 ^{aB} ± 0,1	1,39
	Acidez	1,04 ^{aC} ± 0,01	1,00 ^{aC} ± 0,03	0,85 ^{bC} ± 0,07	3,81
28	pH	4,32 ^{aB} ± 0,02	4,26 ^{aB} ± 0,02	4,28 ^{aB} ± 0,07	0,86
	Acidez	1,05 ^{aC} ± 0,02	1,08 ^{aC} ± 0,03	0,88 ^{bC} ± 0,07	3,99

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru^{ab} Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$);* % de ácido láctico.

Conforme apresentado nas Figuras 15 e 16, em qualquer tratamento, as amostras estão sujeitas ao aumento de acidez e conseqüente decréscimo de pH durante a estocagem refrigerada, comumente chamada de pós-acidificação. Isso se deve à persistente atividade metabólica das bactérias ácido lácticas durante o resfriamento e estocagem do produto a $6 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (BEAL et al., 1999).

O maior aumento de acidez e decréscimo de pH ocorreu entre os primeiros 14 dias de armazenamento. BEAL et al. (1999) que estudaram os efeitos combinados das condições de cultura e tempo de estocagem na acidificação e viscosidade de iogurte batido, observaram o mesmo comportamento nos primeiros 8 dias de estocagem. Segundo esses autores a maior variação apresentada nos primeiros dias deve-se a alta atividade metabólica das bactérias em pH mais altos, isto é, durante a primeira parte da fase estacionária.

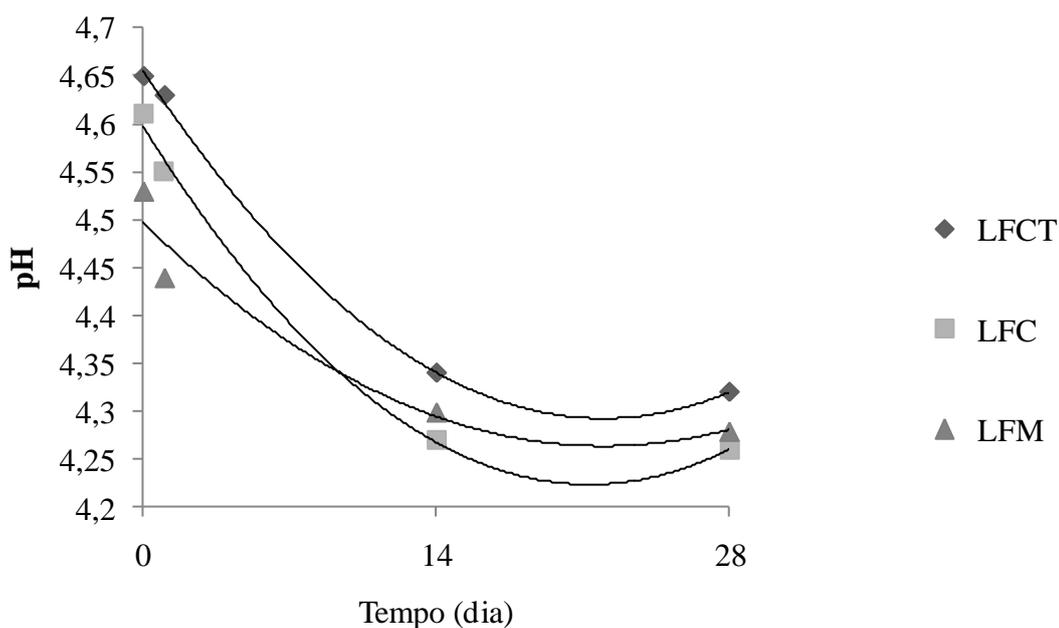


Figura 15 – Efeito do período de estocagem sobre o pH das amostras do leite fermentado.

A cultura probiótica utilizada na fabricação dos leites fermentados, pode ter reduzido o efeito de pós-acidificação dos produtos obtidos. De acordo com Lourens-Hatting e Viljoen (2001), uma excessiva pós acidificação ocorre, principalmente, devido o crescimento incontrolável de *L. bulgaricus* nas temperaturas de refrigeração e aos baixos valores de pH. A pós acidificação pode ser prevenida através do controle do pH (> 5), da aplicação de choque térmico (58 °C/5 minutos) no iogurte, da aplicação de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e da utilização de culturas que possuam um comportamento reduzido de pós-acidificação como a cultura probiótica composta por *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* sp. juntamente com *S. thermophilus*.

Oliveira et al. (2002) consideraram que variações de pH, ao longo do tempo de estocagem, menores que 0,12 são decréscimos menores e, variações entre 0,14 e 0,32, decréscimos perceptíveis. Assim, de acordo com estes autores, LFCT (variação de 0,33), LFC (variação de 0,35) e LFM (variação de 0,25) apresentaram decréscimos perceptíveis de pH. Os valores de pH obtidos para os produtos estão de acordo com as afirmações de Oliveira e Damim (2003) e também concordaram com os relatos de Zacarchenco e Massaguer-Roig (2004) sobre a inibição da acidificação de produtos lácteos fermentados contendo probióticos. Kailasapathy (2006) afirma que leites fermentados comerciais tendem a apresentar maiores valores de acidez com o armazenamento, devido a atividade da β -galactosidase em temperaturas entre 0 e 5 °C, resultando na pós-acidificação do produto.

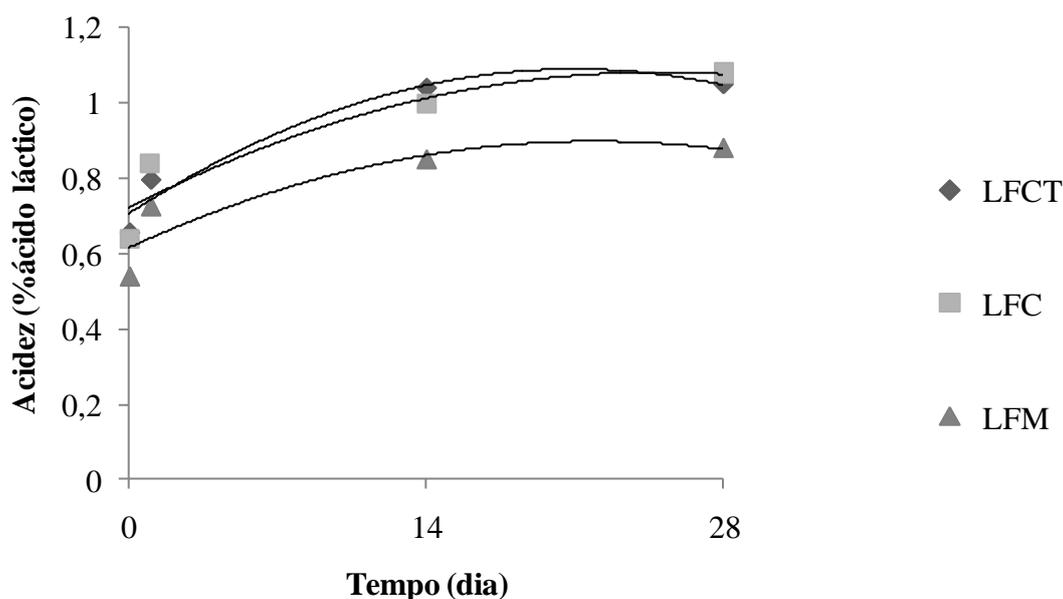


Figura 16 – Efeito do período de estocagem na acidez das amostras do leite fermentado.

A população de leveduras na amostra LFCT apresenta-se no limite máximo permitido pela legislação (BRASIL, 2000), porém todas as amostras encontram-se aptas para o consumo (Tabela 24).

Tabela 24 – Qualidade microbiológica das amostras do leite fermentado analisadas após 1 dia de fabricação.

Análise	LFCT	LFC	LFM	Padrão ¹
Leveduras e fungos filamentosos (UFC/g)	2×10^2	15×10^1	1×10^2	< 200
Coliformes a 30 °C (NMP/g)	< 100	< 100	< 100	< 100
Coliformes a 45°C (NMP/g)	< 10	< 10	< 10	< 10

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru;¹BRASIL, 2000 e BRASIL, 2001; UFC: Unidade formadora de colônia; NMP: Número mais provável.

A presença de leveduras e fungos filamentosos em leite fermentado é um indicativo de práticas sanitárias insatisfatórias na fabricação ou na embalagem. Leite fermentado com açúcar ou frutas adicionados são especialmente susceptíveis ao crescimento de leveduras. Se forem usados padrões sugeridos por Arnott, Duitschaever e Bullock (1974), de < 10 UFC de leveduras e < 1 UFC de fungos filamentosos/g como satisfatórios e > 100 UFC de leveduras ou > 10 UFC de fungos filamentosos como não satisfatórios, então as amostras analisadas foram insatisfatórias devido à alta contaminação por leveduras (Tabela 24).

Por causa de seu baixo pH, o leite fermentado favorece o crescimento de leveduras. A deterioração de iogurtes por leveduras é geralmente conhecida pelo desenvolvimento de "flavour" não característico ao produto, perda de textura devido à produção de gás e à dilatação e liberação de ar final do recipiente (LOURENS-HATTING; VILJOEN, 2001).

As amostras também apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação para coliformes a 30 °C e a 45 °C.

Não houve diferença significativa para os atributos “firmeza na colher” e firmeza na boca” nos períodos avaliados (Tabela 25). A média das notas obtidas nas avaliações dos referidos atributos, indicam uma tendência do consumidor, a achar os produtos mais firmes do que gostam. Pode-se observar estreita relação entre análise instrumental da firmeza e avaliação sensorial do produto, no referente a estes atributos, uma vez que no capítulo anterior, observou-se que não houve diferença significativa na firmeza das amostras.

Tabela 25 – Resultados obtidos na avaliação sensorial das amostras do leite fermentado nos períodos avaliados.

Parâmetro	Dezembro/2010			Fevereiro/2011		
	LFCT	LFC	LFM	LFCT	LFC	LFM
Firmeza na colher	5,64 ^a	5,29 ^a	5,87 ^a	5,68 ^A	5,46 ^A	5,37 ^A
Firmeza na boca	5,51 ^a	5,16 ^a	5,38 ^a	4,96 ^A	5,14 ^A	4,62 ^A
Acidez	3,65 ^a	4,05 ^{ab}	4,28 ^b	4,88 ^A	4,65 ^A	4,45 ^A

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru; ^{a,b}Médias seguidas de letras diferentes na linha, apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$).

A amostra LFM apresentou no primeiro período avaliado, diferença significativa, com relação ao atributo “acidez” e, também, apresentou menor acidez titulável (0,88%). Com relação a este atributo, houve uma tendência do consumidor a achar a acidez dos produtos do jeito que gostam. Portanto as amostras estão dentro dos padrões de acidez que agradam o consumidor.

Tabela 26 - Resultados obtidos na aceitação global das amostras do leite fermentado nos períodos avaliados.

Amostras	Aceitação global	
	Dezembro/2010	Fevereiro/2011
LFCT	5,67 ^a	5,92 ^A
LFC	6,50 ^b	7,16 ^B

LFM	5,53 ^a	6,28 ^A
-----	-------------------	-------------------

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru; ^{a,b}Médias seguidas de letras diferentes na coluna, apresentam diferença significativa entre si ($P \leq 0,05$).

Observa-se maior aceitação, nos períodos avaliados, da amostra LFC (Tabela 26) com 36% de nota 7 (gostei regularmente) e 25% de nota 8 (gostei muito) em dezembro/2010 e 20% de nota 9 (gostei muitíssimo) em fevereiro/2011, confirmando a maior aceitação desta amostra pelos provadores (Figuras 17 e 18).

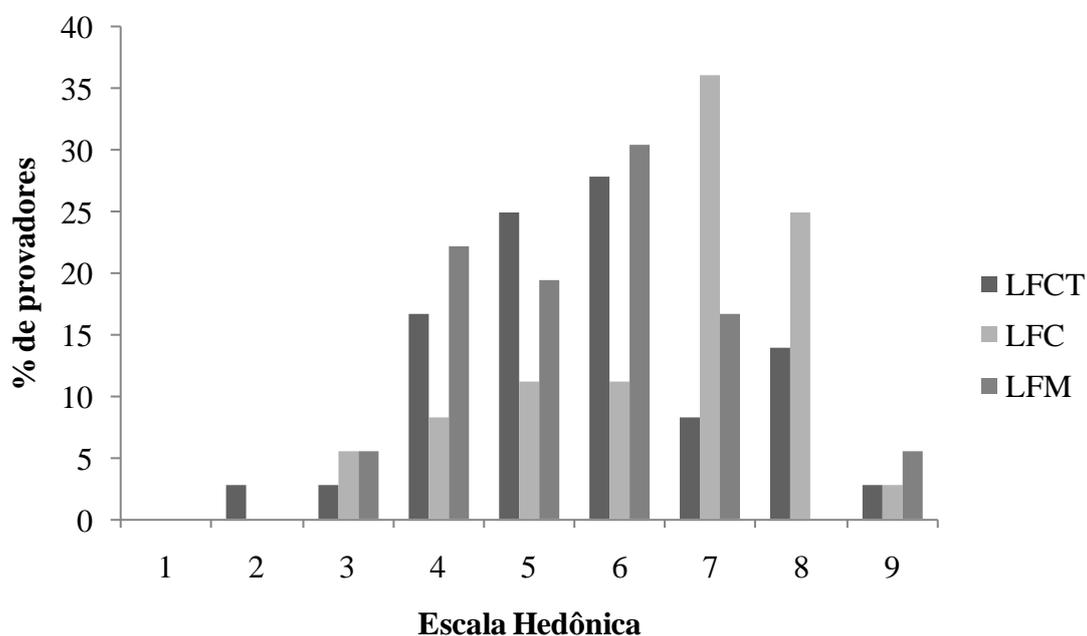


Figura 17- Frequência de notas da avaliação sensorial para aceitação global das amostras do leite fermentado em dezembro/2010 (1-degostei extremamente; 5-nem gostei/nem desgostei; 9-gostei extremamente).

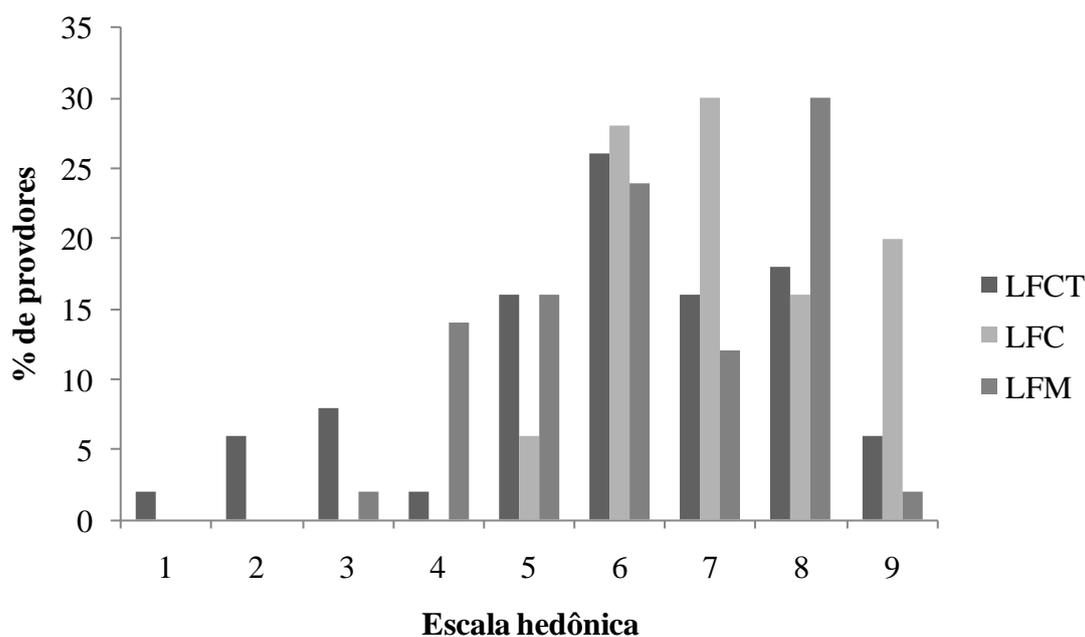


Figura 18- Frequência de notas da avaliação sensorial para aceitação global das amostras do leite fermentado em fevereiro/2011 (1-desgostei extremamente; 5-nem gostei/nem desgostei; 9-gostei extremamente).

O produto LFC apresentou maior percentagem de escolha, ou seja, maior preferência pelos consumidores (Tabela 27), nos dois períodos avaliados.

Tabela 27 – Percentual de preferência dos provedores das amostras do leite fermentado nos períodos avaliados.

Amostras	% Preferência	
	Dezembro/2010	Fevereiro/2011
LFCT	30,5	26
LFC	52,8	40
LFM	16,6	34

LFCT - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Controle; LFC - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Cupuaçu; LFM - produto obtido da mistura do leite dos animais sob o tratamento Murumuru.

Através do Teste de Intenção de Compra foi observado que, caso o produto fosse comercializado, em média 60% dos provedores, talvez o comprasse, e indica que o leite fermentado, elaborado com leite bubalino, sem sabor, ainda precisa ser divulgado, para melhorar sua aceitação.

Os comentários relativos aos produtos em geral, foram atribuídos a “falta de sabor no produto” e “sabor forte de gordura”, sugerindo a necessidade do prévio desnate e padronização da gordura do leite bubalino para elaboração deste derivado.

4.4 CONCLUSÃO

A relação n-6/n-3 das amostras de leite fermentado mostraram-se satisfatórias. Nos tratamentos Cupuaçu e Murumuru houve redução nos teores dos ácidos graxos mirístico e palmítico, considerados hipercolesterolêmicos. As amostras de leite fermentado do tratamento Controle apresentaram maior percentual de ácido esteárico (C18:0), considerado ácido graxo neutro, e linolênico (C18:3), que possui efeitos benéficos a saúde humana. O derivado apresentou valores esperados para teores dos micronutrientes ferro, zinco, cobre, selênio e molibdênio. A persistente atividade da cultura utilizada, mesmo em baixas temperaturas, provocou ligeiro aumento da acidez titulável e diminuição do pH, durante o período de 28 dias de estocagem, porém dentro da faixa estabelecida pela legislação. Sensorialmente, as amostras de leite fermentado foram semelhantes nos atributos avaliados, com exceção da acidez. O produto elaborado com leite proveniente do tratamento Cupuaçu obteve melhor aceitação.

REFERÊNCIAS

ALM, L. The therapeutic effects of various cultures – an overview. In: ROBINSON, R. K. (Ed.). **Therapeutic properties of fermented milks**. London: Elsevier, 1991. p.45-64.

ALMEIDA, O. C. **Concentração arterial, retenção de metabólitos pela glândula mamária e concentração de CLA no leite de cabras, em resposta à ingestão de fontes de ácidos graxos poliinsaturados ou doses crescentes de óleo de soja**. 2008. 156f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2008.

ANTUNES, A. E. C. **Influência do concentrado protéico do soro de leite e de culturas probióticas nas propriedades de iogurtes naturais desnatados**. 2004. 219f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 2004.

ARNOTT, D. R; DUTSCHAEVER, C. L; BULLOCK, D. H. Microbiological evaluation of yogurt produced commercially in Ontario. **Journal Milk, Food and Technology**. v. 37, n. 1, p. 11-13, 1974.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.). **Official methods of analysis**. IS.ed. Washington, 2v., 1997.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém no últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 128).

BEAL, C.; SKOKANOVA, J.; LATRILLE, E.; MARTIN, N.; CORRIEU, G. Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 4, p. 673-681, 1999.

BEZERRA, M. F. **Caracterização físico-química, reológica e sensorial de iogurte obtido pela mistura dos leites bubalino e caprino**. 2010. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BLIGH, E. G., DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiologist**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução – RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001**. Ministério da Saúde, 2001.

_____. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA. **Resolução n. 05, de 13 novembro. 2000**. Oficializa os Padrões de Identidade e Qualidade de leites fermentados, 2000.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite tipo B, Leite tipo C, Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado**. Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **RDC 269** de 23 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.crd.defesacivil.rj.gov.br/documentos/IDR.pdf>>. Acesso em: jan 2011.

CARL, M. Heavy metals and other trace elements. In: CARL, M. **Residues and contaminants in milk and milk products**. Brussels: International Dairy Federation, 1991. p. 112-119.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; HOTA, R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo

diferentes níveis de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 448-453, 2005.

DAVE, R. I.; SHAH, N. P. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starters cultures. **International Dairy Journal**, v. 7, n. 1, p. 31 – 41, 1997.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Diet and cardiovascular disease**. Report on Health and Social Subjects, n.28. London:HMSO, 1984

FAO. **Food and Agriculture Organization**. Fats and oils in human nutrition. n. 57, 1994.

FARIA, C. P.; BENEDET, H. D.; LE GUERROUE, J. L. Análise de leite de búfala fermentado por *Lactobacillus casei* e suplementado com *Bifidobacterium logum*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 3, p. 407-414. 2006.

FIGUEIREDO, M. G.; PORTO, E. Avaliação do impacto da qualidade da matéria-prima no processamento industrial do iogurte natural. **Caderno fazer melhor**, p. 76-80, 2002.

FLYNN, A. Minerals and trace elements in milk. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 36, p. 209-52, 1992.

GARCIA, A. R.; GONÇALVES, K. S.; NAHÚM, B. S.; MATOS, L. B.; BARBOSA, D. L. M.; SIMÕES, A. R.; MONTEIRO, P. J. C . Eficiência da detecção de estros em fêmeas bubalinas (*Bubalus bubalis*) criadas na Amazônia. In: XVII CONGRESSO ESTADUAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DO RIO GRANDE DO SUL, 2006, Gramado-RS. **Anais**, 2006.

GOMES, A. M. P.; MALCATA, F. X. *Bifidobacterium* spp.and *Lactobacillus acidophilus*: biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. **Trends in Food Science and Technology**. v. 10, n. 4-5, p. 139-157, 1999

GONÇALVES, J. R.; MESQUITA, A. J.; GONÇALVES, R. M. Determinação de metais pesados em leite integral bovino pasteurizado no estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 365-374, 2008.

HASSAN, A. N.; FRANK, J. F.; SCHMIDT, K. A.; SHALABI, S. I. Rheological properties of yogurt made with encapsulated nonropy lactic cultures. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 12, p. 2091-2097, 1996.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** . São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p.1020, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2009. **Sidra – Banco de dados agregados**. Brasília: IBGE. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>. Acesso em: 07 jan. 2011.

KAILASAPATHY, K. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 10, p. 1221-1227, 2006.

LIRA GM; FILHO, J. M.; SANT'ANA, L. S.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A. C.; OMENA, C. M. B.; SILVA NETA, M. L. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**; v. 40, n. 4, p. 529-37, 2004.

LOURENS-HATTINGH, A.; VILJOEN, B. C. Growth and survival of a probiotic yeast in dairy products. **Food Research International**, v. 34, n. 9, p. 791-796, 2001.

MACEDO, M. P.; WECHSLER, F. S.; RAMOS, A. A.; AMARAL, J. B.; SOUZA, J. C.; RESENDE, F. D.; OLIVEIRA, J. V. Composição Físico-Química e Produção do Leite de Búfalas da Raça Mediterrâneo no Oeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 1084-1088, 2001. (suplemento).

MACFIE, H. J.; BRATCHELL, N.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order-carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, n. 2, p. 129-148, 1989.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 2v. 354p.

MURTA, P. H. G. A influência da poluição ambiental sobre a qualidade do leite. **Higiene Alimentar**, v. 7, p. 12-14, 1993.

NEVES, E. C. A. Recent progress concerning buffalo milk technology in Amazon-Brazil. In: BUFFALO SYMPOSIUM OF AMÉRICAS, Belém, **Anais...**, 2002, p.312-316.

OLIVEIRA, M. N.; SODINI, I.; REMEUF, R.; TISSIER, J. P.; CORRIEU, G. Manufacture of fermented lactic beverages containing probiotic cultures. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 6, p. 2336-2341, 2002.

_____ ; DAMIM, M. R. Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 172-176, 2003. (Suplemento).

PRUDÊNCIO, E. S., MAGENIZ, R. B., FALCÃO, L. D., LUIZ, M. T. B. Comportamento do leite de búfala (*bubalus bubalis*) desnatado e pasteurizado durante o processo de ultrafiltração. **Boletim do Ceppa**, v. 24, n. 1, p. 99-114, 2006.

ROCHA, L. A. C. **Qualidade do leite de búfala e desenvolvimento de bebida láctea com diferentes níveis de iogurte e soro de queijo**. 2008. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, Itapetinga, 2008.

SAMPAIO, I. B. **Estatística aplicada a experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia. 1998. 221p

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 2-3, p. 187-94, 2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução SAA nº 24 de 01 de agosto de 1994. **Normas técnicas de produção e classificação dos produtos de origem animal. Atividades de fiscalização e inspeção dos produtos de origem animal**. Cap.7, artigo 134, 1994.

TAMINE, A. Y. ROBINSON, R. K. **Iogurte: Ciência e Tecnologia**. Zaragoza: Acribia, 1991. 368p.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

UNDERWOOD, E. J. **Trace elements in human and animal nutrition**. New York: Academic Press Inc., 1995.545 p.

VANDERZANT, C. S.; PLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3. Ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA), 1992.

ZACARCHENCO, P. B.; MASSAGUER-ROIG, S. Avaliação sensorial, microbiológica e de pós-acidificação durante a vida-de-prateleira de leites fermentados contendo *Streptococcus*

thermophilus, *Bifidobacterium longum* e *Lactobacillus acidophilus*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 674-679, 2004.

COLCLUSÕES GERAIS

A substituição parcial da soja e do milho em concentrados ofertados aos animais experimentais, por resíduos de cupuaçu e murumuru, não provocaram mudanças significativas na produção do leite e seus componentes, o que demonstra a viabilidade de seu uso para compor dietas de búfalas lactantes.

De um modo geral, o leite bubalino, independente da suplementação, apresentou bom índice n-6/n-3, dentro do recomendado para a dieta humana.

A concentração de PUFA no leite de búfala foi reduzida, com índice PUFA/SFA baixo, o que revela presença de percentual elevado de gordura saturada. Na sua maioria, o perfil de ácidos graxos não foi influenciado pelos tratamentos estudados.

O tratamento térmico aplicado ao leite antes do processo de fermentação não influencia as características de textura do produto, no que se refere aos parâmetros de firmeza e elasticidade, porém influenciou a coesividade do produto e a sinérese. A viscosidade do leite fermentado também não sofreu influência do tratamento térmico aplicado ao leite. Obtêm-se resultados semelhantes de parâmetros de consistência, utilizando-se tratamentos térmicos menos agressivos (80 °C/15 minutos) ao leite bubalino.

As amostras de leite fermentado avaliadas neste trabalho apresentaram comportamento não newtoniano na temperatura de 10 °C. Os parâmetros reológicos foram obtidos para todos os modelos avaliados, sendo que o modelo da Oswald de Waelle apresentou os melhores resultados. As amostras apresentaram valores de índice de comportamento (n) inferiores a um, caracterizando o comportamento pseudoplástico, visto que a viscosidade das amostras diminuiu com as taxas de deformação aplicadas e, também, tixotrópico, por apresentar diminuição da viscosidade com o tempo de cisalhamento.

A relação n-6/n-3 das amostras de leite fermentado mostraram-se satisfatórias. Nos tratamentos Cupuaçu e Murumuru houve redução nos teores dos ácidos graxos mirístico e palmítico, considerados hipercolesterolêmicos. As amostras do tratamento Controle apresentaram maior percentual de ácido esteárico (C18:0), considerado ácido graxo neutro, e linolênico (C18:3), que possui efeitos benéficos a saúde humana. O derivado apresentou valores esperados para teores dos micronutrientes ferro, zinco, cobre, selênio e molibdênio. A persistente atividade da cultura utilizada, mesmo em baixas temperaturas, provocou ligeiro

aumento da acidez titulável e diminuição do pH, durante o período de estocagem, porém dentro da faixa estabelecida pela legislação. Sensorialmente, as amostras de leite fermentado foram semelhantes nos atributos avaliados, com exceção da acidez. O produto elaborado com leite proveniente do tratamento Cupuaçu obteve melhor aceitação.

ANEXO 1

Esquema de distribuição dos animais e dos tratamentos dentro dos quadrados latinos

Quadrado latino	Período	Animal		
		1	2	3
I	1	Murumuru	Controle	Cupuaçu
	2	Cupuaçu	Murumuru	Controle
	3	Controle	Cupuaçu	Murumuru
		4	5	6
II	1	Cupuaçu	Murumuru	Controle
	2	Controle	Cupuaçu	Murumuru
	3	Murumuru	Controle	Cupuaçu
		7	8	9
III	1	Murumuru	Cupuaçu	Controle
	2	Controle	Murumuru	Cupuaçu
	3	Cupuaçu	Controle	Murumuru
		10	11	12
IV	1	Controle	Murumuru	Cupuaçu
	2	Cupuaçu	Controle	Murumuru
	3	Murumuru	Cupuaçu	Controle

ANEXO 2

Esquema utilizado para a determinação da sinérese dos produtos.



ANEXO 3

Condições operacionais do ICP-OES

Potência RF	1,05 kW
Vazão do gás do plasma	15 L/min
Vazão do gás auxiliar	1,5 L/min
Vazão do gás de nebulização	0,6 L/min
Tempo de leitura das replicatas	1 s
Tempo de espera de estabilização	15 s
Taxa de nebulização da amostra *	4,0 mL/min
Altura de observação	8 mm

* nebulizador do tipo "ranhura em V", ou V-groove

Condições operacionais do ICP-MS

Gerador RF	27 MHz
Potência RF	1,40 kW
Vazão do plasma	18,0 L/min

Vazão do gás auxiliar	1,80 L/min
Vazão do gás nebulização	1,00 L/min
Vazão do <i>sheath</i> gás	0,18 L/min
Vazão de H ₂ na CRI	60 mL/min
Vazão de He na CRI	80 mL/min
Temperatura na câmara de nebulização	2°C
Cones de amostragem e skimmer	Ni
<i>Dwell time</i>	10000 ms

Programa de aquecimento em forno de microondas com cavidade

Etapa	Potência (W)	Tempo (min)
1	300	2
2	0	3
3	650	4
4	850	5
5	1000	5
6	Vent.	15

ANEXO 4

Ficha utilizada na avaliação sensorial dos produtos

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE IOGURTE TRADICIONAL BUBALINO

Nome: _____ Data: _____

Faixa etária: () 15 a 20 anos () 21 a 25 anos () 26 a 30 anos () 31 a 40 anos
() 41 a 50 anos () mais de 50 anos

Sexo: Fem. () Masc. ()

Consome iogurte tradicional: () Todos os dias
() Uma vez por semana
() A cada 15 dias
() Uma vez por mês

Você irá receber 3 amostras codificadas de iogurte tradicional bubalino. Avalie as amostras da esquerda para a direita, uma de cada vez. Responda as questões a seguir usando a escala correspondente:

- a) A FIRMEZA (é a força necessária para romper o iogurte). Pegue uma porção da amostra COM A COLHER, e marque com um traço a intensidade percebida do atributo.

AMOSTRA n° _____

Muito menos firme do que eu gosto

Muito mais firme do que eu gosto

AMOSTRA n° _____

Muito menos firme do que eu gosto

Muito mais firme do que eu gosto

AMOSTRA n° _____

Muito menos firme do que eu gosto Muito mais firme do que eu gosto

AGORA, PROVE A AMOSTRA

- b) Como você avalia A FIRMEZA do produto NA BOCA? Marque com um traço a intensidade percebida do atributo.

AMOSTRA n° _____

Muito menos firme do que eu gosto Muito mais firme do que eu gosto

AMOSTRA n° _____

Muito menos firme do que eu gosto Muito mais firme do que eu gosto

AMOSTRA n° _____

Muito menos firme do que eu gosto Muito mais firme do que eu gosto

- c) Como você avalia A ACIDEZ do produto em relação ao que você gosta? Marque com um traço a intensidade percebida do atributo.

AMOSTRA n° _____

Muito menos ácido do que eu gosto Muito mais ácido do que eu gosto

AMOSTRA n° _____

Muito menos ácido do que eu gosto Muito mais ácido do que eu gosto

AMOSTRA n° _____

Muito menos ácido do que eu gosto Muito mais ácido do que eu gosto

- d) Dê uma nota que indique o quanto você gostou ou desgostou do PRODUTO COMO UM TODO usando a escala abaixo:

- 9- Gostei muitíssimo
- 8- Gostei muito
- 7- Gostei regularmente
- 6- Gostei ligeiramente
- 5- Nem gostei/nem desgostei
- 4- Desgostei ligeiramente
- 3- Desgostei regularmente
- 2- Desgostei muito
- 1-Desgostei muitíssimo

AMOSTRA VALOR DA ESCALA

- e) Utilize a escala abaixo para demonstrar sua intenção de compra para este produto:

	3-Com certeza compraria o produto
	2-Talvez comprasse o produto
	1-Com certeza não compraria o produto
AMOSTRA	VALOR DA ESCALA
_____	_____
_____	_____
_____	_____

f) Que amostra que você preferiu? (indique uma) _____

Comentários: _____

ANEXO 5

Avaliação de minerais da forragem e concentrados utilizados nos tratamentos

Minerais (mg/100g)	Forragem		
	Folha	Colmo	Matéria morta
Ferro (Fe)	6,43±0,15	3,19±0,04	12,1±1,3
Cobre (Cu)	0,47±0,01	0,28±0,01	0,21±0,02
Zinco (Zn)	2,11±0,72	9,3±1,5	5,52±0,42
Selênio (Se)	0,03±0,01	0,12±0,01	0,014±0,01
Boro (B)	0,33±0,02	0,19±0,01	0,22±0,02
Molibidênio (Mo)	0,014±0,01	0,01±0,01	0,005±0,01
	Concentrados		
	Controle	Cupuaçu	Murumuru
Ferro (Fe)	9,12±0,98	9,12±0,98	9,12±0,98
Cobre (Cu)	0,54±0,03	0,54±0,03	0,54±0,03
Zinco (Zn)	2,95±0,53	2,95±0,53	2,95±0,53
Selênio (Se)	0,11±0,14	0,11±0,14	0,11±0,14
Boro (B)	0,86±0,06	0,86±0,06	0,86±0,06
Molibidênio (Mo)	0,09±0,001	0,09±0,001	0,09±0,001