



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PRÓ-REITORA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA

DAYANA LIMA MACIEL

**QUALIDADE NUTRICIONAL, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO QUEIJO
MINAS FRESCAL OBTIDO DE VACAS EM PASTEJO SUPLEMENTADAS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE COCO BABAÇU (*Orbignya speciosa*)**

PARAUAPEBAS

2020

DAYANA LIMA MACIEL

**QUALIDADE NUTRICIONAL, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO QUEIJO
MINAS FRESCAL OBTIDO DE VACAS EM PASTEJO SUPLEMENTADAS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE COCO BABAÇU (*Orbignya speciosa*)**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, utilizada como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Tecnologia de Produção e Nutrição de Ruminantes.

Orientadora: Prof.^a D.Sc.^a Kaliandra Souza Alves
Coorientadores: D.Sc. Marco Antônio Sundfeld da Gama e Prof. D.Sc. Rafael Mezzomo.

PARAUAPEBAS

2020

DAYANA LIMA MACIEL

**QUALIDADE NUTRICIONAL, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO QUEIJO
MINAS FRESCAL OBTIDO DE VACAS EM PASTEJO SUPLEMENTADAS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE COCO BABAÇU (*Orbignya speciosa*)**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Animal na Amazônia. Área de concentração: Tecnologia de Produção e Nutrição de Ruminantes.

Orientadora: Prof.^a D.Sc.^a Kaliandra Souza Alves

Corientadores: D.Sc. Marco Antônio Sundfeld da Gama e Prof. D.Sc. Rafael Mezzomo

Aprovado em 29 de junho de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. ^a D.Sc. Kaliandra Souza Alves – Orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

D.Sc. Julián Andrés Castillo Vargas -1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

Prof. D.Sc. Raylon Pereira Maciel -2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)

Prof. D.Sc. Laudi Cunha Leite -3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA (UFRB)

PARAUAPEBAS

2020

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação (CIP) Bibliotecas da
Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M152q Maciel, Dayana Lima
Qualidade nutricional, físico-química e sensorial do queijo minas frescal obtido de vacas em
pastejo suplementadas com diferentes níveis de coco babaçu (*Orbignya speciosa*) / Dayana Lima
Maciel. - 2020.
50 f.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Produção Animal na
AMAZÔNIA (PPGPAA), Campus Universitário de Parauapebas, Universidade Federal
Rural Da Amazônia, Parauapebas, 2020.
Orientador: Profa. Dra. Kaliandra Souza Alves
Coorientador: Prof. Dr. Rafael Mezzomo e Dr. Marco Antônio Sundfeld da Gama .
1. Alimentos alternativos . 2. gramíneas tropicais. 3. produtos lácteos. 4. qualidade nutricional.
5. ruminantes. I. Alves, Kaliandra Souza , *orient.* II. Título
-

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, por sempre me abençoar, sem ele não seriam possíveis os agradecimentos abaixo:

À minha família, pelo amor, afeto, carinho, e acima de tudo por todo apoio. Amo muito TODOS vocês (Família Lima, Maciel e Amâncio). Gratidão eterna!

À minha orientadora, Kaliandra Alves, por ter me “adotado” como filha, foi para mim não só orientadora, mas minha conselheira, mãe, psicóloga e confidente. Abriu as portas da sua casa e da sua vida para que eu pudesse realizar essa etapa, sem sua colaboração e principalmente confiança nada disso seria possível.

Aos meus coorientadores, Rafael Mezzomo e Marco Gama, por toda orientação, vocês foram anjos na minha vida. Prof.º Rafael, perdeu as contas de quantas vezes rodou minha estatística, leu meu trabalho, sempre com toda dedicação e paciência. Marco, você foi extremamente essencial na realização desse trabalho, não tenho palavras para descrever a gratidão que eu tenho por toda ajuda, pela realização das análises de AG, pelas inúmeras correções, pelas explicações, sempre com muita paciência. Obrigada por tudo! Vocês foram incríveis.

Ao meu parceiro/ irmão de experimento, Ícaro Castro, que dividiu comigo essa luta, formamos uma bela dupla, você trazia leveza, trabalhar ao seu lado é muito bom, obrigada por nunca me abandonar, mesmo nos dias mais difíceis, sem sua parceria eu não teria conseguido realizar esse trabalho.

Ao tratador de animais da Ufra, Chiquinho, que nos momentos de maior necessidade, nunca negou ajuda. Obrigada!

A TODOS do grupo GEPARC-Produção de Ruminantes, treinandos e bolsista que contribuíram de alguma forma para a condução desse trabalho, meu mais profundo obrigada à Leomara, Maria Luiza, Kariane, Emilayne, Samira, Elenice, Yasmin, Werbest, Natália, Theimmy, e Lucas Lorrán. E aos casuais colaboradores, mas que também sou muito grato por terem realizado alguma participação João, Bruno, Danielle Negri, Rafael, Thiago, Angélica, Aller, Rai, Jéssica, Mariana, Cláudia, Francisco e Raphael. Vocês foram a alma desse estudo, e tenham certeza que sem vocês, nada disso teria sido possível. Gratidão eterna.

À minha amiga, Suely, que foi uma pessoa de extrema importância nesse experimento, me ensinou como se fabricava os queijos, e que viajava horas de ônibus para me ajudar, sem querer nada em troca. Amiga, eu não tenho palavras para descrever minha gratidão.

Às minhas companheiras de fabricação dos queijos, Ellen e Tattiele, nunca vou esquecer o quanto vocês foram parceiras, e das nossas noites no laticínio.

À Queijaria *Cosa Nostra*, obrigada por abrir as portas do seu laticínio, para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Ao Laticínio Estação Conhecimento, que recebeu a gente de braços abertos para que pudéssemos fazer as análises de gordura. Obrigada! Obrigada também ao meu parceiro de análise, Wildiney.

À Embrapa Gado de Leite pela realização das análises de perfil de ácidos graxos do leite e queijo.

Ao Luckas Galvão, pela confiança na concessão das vacas para a realizar da pesquisa.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, Dr. Laudi Leite, Dr. Raylon Maciel e Dr. Julian Vargas, pela disponibilidade, presteza e colaborações para o engrandecimento deste trabalho.

Ao seu Valdir, pela parceria no fornecimento do coco babaçu e por ter abraçado essa ideia junto conosco.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado Ícaro, Sandra, Janaina, Grazielly, Gabriela, Natália Lacerda, Natália Bianca, Gilmara. E meu muito obrigada àqueles que se fizeram especiais de alguma forma, Harry, Luciana, Fladiane, Damasceno, Patrícia e Tamara.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, ao PPGPAA, pela oportunidade de desenvolvimento do curso de mestrado.

À FAPESPA pela concessão da bolsa.

À todos os funcionários da UFRA campus de Parauapebas, que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento dessa pesquisa. Mas em especial, ao Clodomir (*In memoriam*), por toda paciência e disponibilidade em auxiliar nas coletas de babaçu e confecção dos queijos. Você partiu desse mundo meu amigo deixando muitas saudades, mas viverá sempre em meu Coração. Agradeço a Deus pela oportunidade de ter conhecido você.

Ao Tiago, e Gilberto por toda ajuda e paciência durante a condução das análises químicas.

A todos que de alguma forma direta ou indiretamente puderam contribuir com o desenvolvimento desse trabalho. MUITO OBRIGADA!!!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química do pasto (<i>Megathyrus maximus</i> cv. Mombaça) e dos ingredientes utilizados na formulação dos suplementos.	21
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos formulados, contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.	22
Tabela 3. Composição do leite de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.	25
Tabela 4. Composição físico-química e recuperação da proteína e da gordura do leite de queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado	30
Tabela 5. Rendimento bruto (kg leite/kg queijo), rendimento ajustado à umidade (kg leite/kg queijo), rendimento bruto (kg de queijo/vaca/dia) e rendimento ajustado (kg de queijo/vaca/dia) de queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.	31
Tabela 6. Perfil de ácidos graxos (g/100g de AG totais) do queijo Minas frescal produzido com o leite de vacas a pasto recebendo diferentes níveis de coco babaçu integral triturado.	32
Tabela 7. Teores dos principais grupos de ácidos graxos (g/100g de AG totais) no queijo Minas frescal produzido com leite de vacas recebendo diferentes níveis de coco babaçu integral triturado.	34
Tabela 8. Resultados de tonalidade, intensidade e luminosidade dos queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.	34
Tabela 9. Notas dos testes sensoriais atribuídos aos queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.	35

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade nutricional, físico-química, sensorial e o rendimento da produção do queijo Minas frescal oriundo do leite de vacas de pasto recebendo diferentes níveis de coco babaçu (*Orbignya speciosa*) no concentrado. Foram utilizadas cinco vacas multíparas Holandês × Zebu, com peso de $456 \pm 46,2$ kg e com $125 \pm 16,5$ dias de lactação no início do experimento, arranjas em quadrado latino 5×5 com períodos experimentais de 21 dias. Os tratamentos corresponderam a cinco níveis de substituição (0, 20, 40, 60 e 80 % da MS) do milho moído por coco babaçu integral triturado no suplemento concentrado. O suplemento foi fornecido *ad libitum*, duas vezes ao dia após as ordenhas. Os animais foram mantidos em regime de pastejo rotacionado em área formada com *Megathyrus maximus* cv. Mombaça. Amostras de leite foram coletadas no 19º dia de cada período experimental e analisadas quanto aos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, caseína, pH e acidez. O leite produzido por cada animal no 20º dia de cada período experimental foi utilizado para fabricação de queijo, no qual foram determinados os teores de gordura, proteína, resíduo mineral fixo, extrato seco total, umidade, gordura no extrato seco, acidez, pH, rendimento, análise colorimétrica, perfil de ácidos graxos (AG) e teste de aceitação sensorial. A substituição do milho pelo coco babaçu no concentrado não teve efeito sob a composição físico-química do queijo, nem sob os rendimentos bruto e ajustado por kg de leite processado ($P > 0,05$). Entretanto, os rendimentos bruto e ajustado em kg de queijo/vaca/dia diminuíram linearmente ($P < 0,05$). As proporções (g/100g de AG totais) dos AG de cadeia curta (4:0 ao 10:0) no queijo foram reduzidas linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do nível de coco babaçu no suplemento. Os teores de 14:0 *iso* aumentaram linearmente ($P < 0,05$) na gordura do leite dos animais que receberam maiores níveis do coco babaçu, o que também foi observado nos teores de 18:1 *trans*-11, 18:2 *cis*-9, *trans*-11 e para os somatórios de AG *trans* totais e de monoinsaturados *trans*. A luminosidade (L^*) e a coordenada (a^*), que refere-se a cor verde quando negativa, não tiveram efeitos ($P > 0,05$) com a substituição do milho, enquanto a coordenada (b^*), que representa positivo para a cor amarela, e o índice de saturação (chroma), foram reduzidos linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão de níveis crescentes de coco babaçu. O aroma e a aparência dos queijos apresentaram comportamento quadrático em resposta aos diferentes níveis de inclusão do coco babaçu na dieta ($P < 0,05$). Portanto, a substituição de até 80% do milho por coco babaçu triturado no suplemento de vacas leiteiras em pastejo não altera as qualidades físico-química do queijo Minas frescal. No entanto, o aumento da inclusão do coco no concentrado diminui o rendimento da produção de queijo (kg/vaca/dia) e aumenta as concentrações de 18:1 *trans*-11 e de CLA *cis*-9, *trans*-11 na gordura do queijo e diminui a relação 18:2n-6/18:3n-3, efeitos considerados desejáveis do ponto de vista nutricional devido às propriedades benéficas à saúde humana atribuídas a esses AG bioativos.

Palavras chave: Alimentos alternativos, gramíneas tropicais, produtos lácteos, qualidade nutricional, ruminantes, saúde humana.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutritional, physical-chemical, sensory quality and production yield of Minas Frescal cheese from cow milk on pasture receiving different levels of babassu coconut (*Orbignya speciosa*) in the concentrate. Five multiparous Holstein × Zebu cows were used, with average weight of 456 ± 46.2 kg and with 125 ± 16.5 days in milk at the beginning of the experiment, the animals were arranged in a 5×5 Latin square with 21 days. The treatments corresponded to five levels of substitution (0, 20, 40, 60 and 80% of DM) of corn with ground babassu coconut in the concentrated supplement. The supplement was fed *ad libitum*, twice a day after milking. The animals were kept under rotational grazing in an area formed with *Megathyrus maximus* cv. Mombasa. Milk samples were collected on the 19th day of each experimental period and analyzed for fat, protein, lactose, total solids, defatted dry extract, casein, pH and acidity. The milk produced by each animal on the 20th day of each experimental period was used to make cheese, in which the levels of fat, protein, fixed mineral residue, total dry extract, moisture, fat in the dry extract, acidity, pH, yield, colorimetric analysis, fatty acid (FA) profile and sensory acceptance test. The substitution of corn for babassu coconut in the concentrate had no effect on the physical-chemical composition of the cheese ($P > 0.05$) and on the gross and adjusted yields per kg of processed milk ($P > 0.05$). However, the gross and adjusted yields in kg of cheese / cow / day decreased linearly ($P < 0.05$). The Proportions (g / 100g of total FA) of short chain FA (4: 0 to 10: 0) in the cheese were reduced linearly ($P < 0.05$) with the increase in the level of babassu coconut in the supplement. The levels of 14: 0 iso increased linearly ($P < 0.05$) in the milk fat of animals that received higher levels of babassu coconut, which was also observed in the levels of 18: 1 trans-11, 18: 2 cis- 9, trans-11 and for the sum of total trans FA and trans monounsaturated FA. The luminosity (L^*) and the coordinate (a^*), which refers to the green color when negative, had no effect ($P > 0.05$) with the replacement of corn, while the coordinate (b^*), which represents positive for the yellow color, and the saturation index (chroma), were linearly reduced ($P < 0.05$) with the inclusion of increasing levels of babassu coconut. The aroma and appearance of the cheeses showed a quadratic behavior in response to the different levels of babassu coconut inclusion in the diet ($P < 0.05$). Therefore, the replacement up to 80% of corn by crushed babassu coconut in the supplement of grazing dairy cows does not alter the physical-chemical qualities of Minas frescal cheese. However, increasing the inclusion of coconut in the concentrate decreases the yield of cheese production (kg / cow / day) the concentrations of 18: 1 trans-11 and CLA cis-9, trans-11 in the cheese fat and decreases the 18: 2n-6/18: 3n-3 ratio, effects considered desirable from the nutritional point of view due to the beneficial properties to human health attributed to these bioactive FA.

Keywords: Alternative feeds, dairy products, human health, nutritional quality, ruminants, tropical grasses.

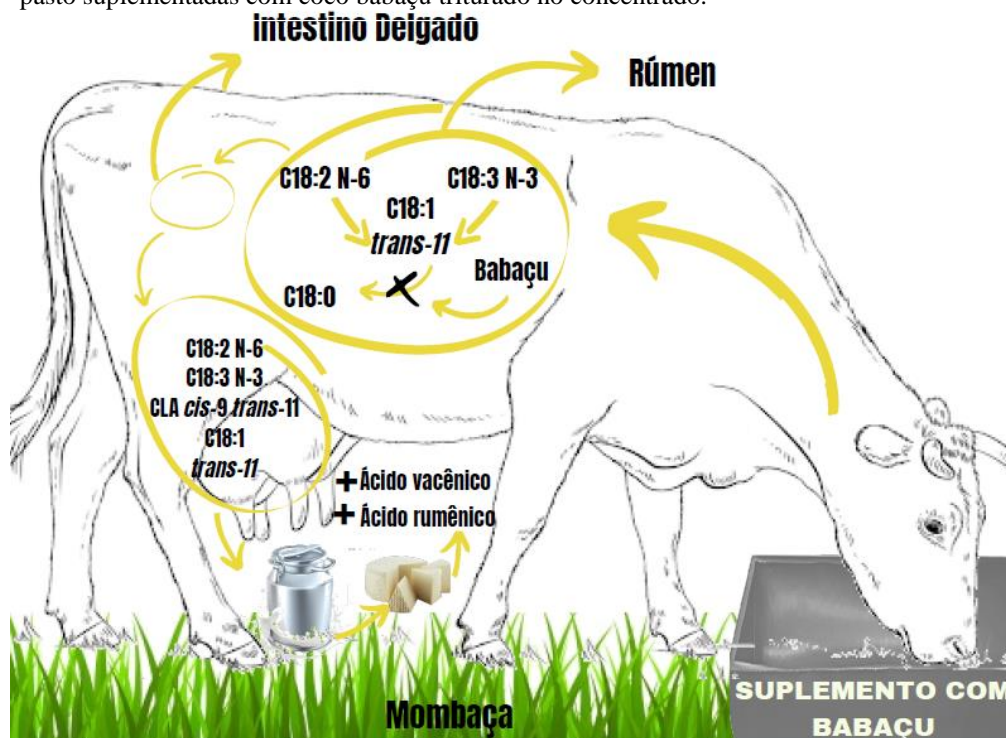
RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

QUALIDADE NUTRICIONAL, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DO QUEIJO MINAS FRESCAL OBTIDO DE VACAS EM PASTEJO SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE COCO BABAÇU (*Orbignya speciosa*)

Elaborado por **Dayana Lima Maciel** e orientado por **Kaliandra Souza Alves**, **Marco Antônio Sundfeld da Gama** e **Rafael Mezzomo**

A produção animal em pastagens ainda é o meio mais econômico para a produção de leite no Brasil. Entretanto, muitas vezes, é necessário a suplementação com alimentos concentrados para suprimento das exigências dos animais. Neste cenário, suplementos alternativos podem contribuir para reduzir os custos de produção. O destaque no Norte/Nordeste do Brasil, é o coco babaçu, apesar de já existir estudos com vacas leiteiras, até o momento têm se limitado à avaliação dos coprodutos, não havendo informações científicas do seu uso na forma integral. Visando responder a isso, cinco vacas lactantes foram manejadas em sistema de pastejo rotacionado em área formada por capim Mombaça, recebendo suplementos contendo cinco níveis de substituição do milho por coco babaçu triturado (0, 20, 40, 60 e 80% MS). Dos leites individuais produzidos no 20º dia de cada período experimental foram fabricados queijos Minas frescal, sendo determinados os teores de gordura, proteína, cinzas, extrato seco total, umidade, gordura no extrato seco, acidez, pH, rendimento, cor, perfil de ácidos graxos e aceitação pelo consumidor. Observou-se que a substituição não altera as qualidades físico-química do queijo, reduz o rendimento de fabricação, mas aumenta as concentrações dos ácidos graxos benéficos à saúde na gordura do queijo (18:1 *trans*-11 e CLA *cis*-9, *trans*-11).

Figura 1. Obtenção de queijo com maiores teores de 18:1 *trans*-11 e de CLA *cis*-9, *trans*-11 a partir do leite de vacas a pasto suplementadas com coco babaçu triturado no concentrado.



SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	9
1.1 Aspectos relacionados à produção de leite a pasto	9
1.2 Alimentos alternativos na alimentação de vacas a pasto.....	10
1.3 O babaçu (<i>Orbignya speciosa</i> (Mart.) Barb. Rodr.) (Arecaceae).....	11
1.4 Influência da dieta na composição e no perfil de ácidos graxos do leite.....	12
REFERÊNCIAS	15
2 QUEIJO MINAS FRESCAL DE VACAS ALIMENTADAS COM COCO BABAÇU (<i>Orbignya speciosa</i>) INTEGRAL.....	19
2.1 Introdução	19
2.2 Material e métodos	20
2.2.1 Considerações éticas	20
2.2.2 Localização, delineamento experimental, manejo alimentar e tratamentos.....	20
2.2.3 Coleta e avaliação do pasto	23
2.2.4 Análises químicas.....	23
2.2.5 Extração e determinação do perfil dos ácidos graxos de forragem e alimentos suplementares	23
2.2.6 Coleta e análise do leite.....	24
2.2.7 Fabricação do queijo Minas Frescal.....	25
2.2.8 Análises queijo Minas frescal	26
2.2.9 Avaliação sensorial	29
2.2.10 Análise estatística.....	29
2.3 Resultados	30
2.4 Discussão	35
2.5 Conclusão	40
REFERÊNCIAS	41
ANEXOS	46

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 Aspectos relacionados à produção de leite à pasto

Espera-se que a demanda global por alimentos de origem animal aumente nas próximas décadas devido ao crescimento populacional e ao aumento da renda nos países em desenvolvimento (BAI et al., 2018). Os ruminantes podem contribuir grandemente com o fornecimento de produtos de origem animal e para a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários, uma vez que esses animais são capazes de produzir alimentos de alta qualidade nutricional, como leite e carne, a partir de recursos vegetais não utilizados para consumo humano, como forragens, resíduos e subprodutos como fontes de alimentação (CAMMACK et al., 2018).

A produção de leite em sistema de pastagens no Brasil ainda é o modelo de produção com menor custo, quando comparado aos sistemas de confinamento exclusivos à base de alimentos concentrados e forragens conservadas (GUERRA et al., 2018). Apesar dos potenciais benefícios econômicos e ambientais dos sistemas de produção de leite a pasto, há uma grande demanda por melhorias, de forma a contornar adversidades como a sazonalidade da produção forrageira, assim como a adoção de estratégias de manejo do pasto que possibilitem aos animais ingerirem um alimento de elevada qualidade nutricional, reduzindo a demanda por suplementos para atendimento das exigências nutricionais dos animais (COSTA et al., 2015; ROCHE et al., 2017). As exigências nutricionais de animais a pasto são normalmente supridas por meio do fornecimento de alimentos concentrados, os quais são utilizados para complementar o aporte de nutrientes e energia das forrageiras, melhorando os índices produtivos (SILVA et al., 2015a).

A utilização de suplementos concentrados pode, no entanto, aumentar os custos de produção e reduzir a renda dos produtores de leite em determinadas situações. Assim, para reduzir os custos associados com o uso de ingredientes convencionais na dieta dos animais, diversos estudos têm investigado o uso de alimentos alternativos na alimentação de ruminantes (OLIVEIRA et al., 2015; DIAS et al., 2018; MELLO et al., 2018). Estudos desta natureza são importantes uma vez que as despesas com alimentação representam em torno de 40 a 60% do custo total de produção na atividade leiteira, sendo a maior parte desses gastos destinados à aquisição de alimentos concentrados para a suplementação, tanto na época das águas como da seca (SIGNORETTI, 2017). As constantes oscilações nos preços dos concentrados tradicionalmente utilizados na dieta de vacas leiteiras, como milho e farelo de soja, reforçam a

busca por fontes alternativas de concentrados que sejam capazes de manter níveis desejáveis de produção e de qualidade do leite (GONZAGA NETO et al., 2015).

1.2 Alimentos alternativos na alimentação de vacas a pasto

Uma alternativa interessante para a substituição de alimentos convencionais na dieta animal são os ingredientes regionais, os quais podem ser utilizados como fontes mais econômicas de proteína e/ou energia (SILVA et al., 2015b). O Brasil apresenta uma variedade de alimentos não convencionais como, por exemplo, o dendê (*Elaeis guineensis*), o açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.), a macaúba (*Acrocomia aculeata* (Lacq)), o buriti (*Mauritia flexuosa* L), e o babaçu (*Orbignya speciosa*, Mart), os quais podem ser potencialmente utilizados, integralmente ou por meio dos seus coprodutos, como fontes alternativas importantes na dieta de ruminantes (SANTOS NETA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020; PARENTE et al., 2020). A identificação desses alimentos alternativos, que podem substituir total ou parcialmente os convencionais, tem recebido atenção especial de pesquisadores (MEDEIROS et al., 2015; MELO et al., 2018) e produtores.

O uso de ingredientes alternativos tem como vantagens a disponibilidade (no caso de produtos/coprodutos obtidos na própria região) e o menor custo de aquisição (SANTOS NETA et al., 2019). Nesse sentido, estudos são necessários para avaliação das suas características nutricionais e a possível presença de fatores antinutricionais (ex: tanino, lignina, saponinas), que podem diminuir o consumo e a digestibilidade dos alimentos, para que possam ser utilizados com segurança na alimentação de vacas leiteiras em níveis adequados de inclusão, sem comprometer a produção e a qualidade do leite e seus derivados (MEDEIROS et al., 2014). A inclusão de alimentos alternativos na dieta de ruminantes pode ainda reduzir o uso de grãos comestíveis na alimentação animal e, portanto, a competição por tais alimentos (CORREDDU et al., 2020).

Alguns alimentos alternativos podem também conter componentes específicos (ex.: compostos fenólicos, óleos essenciais, ácidos graxos, etc.) que podem promover efeitos benéficos ao meio ambiente, como redução da produção entérica de metano e da excreção de nitrogênio, ou para o consumidor, por meio do aumento da concentração de compostos benéficos à saúde (ex.: antioxidantes, ácidos graxos bioativos) nos produtos finais, como leite e carne (CORREDDU et al., 2019).

O desenvolvimento da indústria de alimentos processados tornará os alimentos alternativos cada vez mais disponíveis para utilização na alimentação animal, havendo a

necessidade de estudos para avaliar a viabilidade da inclusão desses na dieta dos animais em substituição aos ingredientes convencionais (CORREDDU et al., 2020). À vista disso, o uso de fontes alternativas oriundas de alimentos regionais, com uma adequada relação custo-benefício podem ser estratégias com grande impacto na viabilidade econômica de produtos de origem animal (TINSLEY et al., 2019).

1.3 O babaçu (*Orbignya speciosa* (Mart.) Barb. Rodr.) (Arecaceae)

Babaçu é o nome genérico dado às palmeiras oleaginosas que pertencem à família Arecaceae e integrantes dos gêneros *Orbignya* e *Attalea*. É uma palmeira nativa, encontrada principalmente na região Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil (ALENCAR et al., 2015). Entre as diversas espécies de plantas nativas capazes de produzir óleo vegetal como matéria-prima para a produção de biodiesel, a palmeira de babaçu (*Orbignya* spp) é considerada a espécie mais promissora (ARAÚJO et al., 2019). O coco babaçu é o fruto da palmeira de babaçu (*Orbygnia speciosa*), a composição do fruto proporciona quatro partes possíveis de utilização: epicarpo (camada mais externa e bastante rijo), mesocarpo (com 0,5 a 1,0 cm e rico em amido), endocarpo (rígido, que envolve e protege as amêndoas, de 2 a 3 cm) e amêndoa (com 2,5 a 6 cm de comprimento), que equivale respectivamente a 11, 23, 59 e 7% da massa total do fruto (PARENTE et al., 2017).



Figura 2. Palmeira babaçu (A) e coco babaçu com suas frações (B). Fonte: (MACHADO, 2018).

O extrativismo do fruto é baseado na extração de óleo da amêndoa e, após o processo de prensagem para retirada do óleo, aproximadamente 93% da massa total do fruto é descartado, gerando um subproduto com alto teor de proteína e fibra insolúvel em detergente neutro (SÁ et al., 2014).

O epicarpo do coco babaçu apresenta um alto teor de carboidratos, sendo a maior parte composta por fibra bruta (59 a 61%), ao passo que o mesocarpo contém um alto teor de amido (54 a 56%), semelhante ao grânulo de milho) (FERRARI; SOLER, 2015). O óleo do babaçu, do qual o biodiesel é produzido, apresenta proporções elevadas de ácidos graxos saturados de cadeia curta e média, com predomínio dos ácidos (8:0), (10:0), (14:0) e, principalmente, o (12:0) (PONTE et al., 2017). Essa elevada proporção de ácidos graxos saturados pode ser uma vantagem em regiões de clima tropical, uma vez que óleos com predomínio de ácidos graxos insaturados (ex.: soja, girassol, etc.) são mais propensos à oxidação (MELLO et al., 2019).

Vários estudos têm sido realizados para avaliar o uso do coprodutos da indústria de processamento do babaçu, como a torta, farelo, farinha do mesocarpo e endocarpo, como fontes energéticas na alimentação animal (GERUDE NETO et al., 2016; PARENTE et al., 2017; SANTOS et al., 2018). Considerando seu uso de forma empírica por produtores rurais e a sua disponibilidade na região Amazônica em períodos de escassez de alimentos, quando os ingredientes tradicionais apresentam custos elevados (ARAÚJO et al., 2019), este fruto pode-se tornar uma importante fonte alternativa de energia para uso na dieta de vacas leiteiras.

1.4 Influência da dieta na composição e no perfil de ácidos graxos do leite

A dieta fornecida às vacas leiteiras pode ter grande influência sobre a produção e a qualidade nutricional do leite e seus derivados (CERUTTI et al., 2016). O leite e os produtos lácteos têm sido reconhecidos como fontes importantes de nutrientes básicos e compostos específicos com propriedades benéficas à saúde, cujas concentrações podem ser alteradas, em menor ou maior grau, por meio da manipulação da dieta dos animais (SILVA et al., 2020).

Apesar da preocupação de parte da comunidade científica com as elevadas concentrações de ácidos graxos saturados do leite e dos produtos lácteos, estudos conduzidos na última década têm mostrado que a ingestão da gordura do leite não está associada a um maior risco de doenças cardiovasculares, o que é em parte explicado pela presença de inúmeros compostos bioativos potencialmente benéficos à saúde humana, alguns não encontrados em quantidades apreciáveis em outras fontes dietéticas (KRATZ et al., 2013). Há, portanto, grande interesse em manipular a composição de ácidos graxos do leite, visando aumentar as concentrações de determinados compostos como o ácido α -linolênico (18:3 n-3), o ácido vacênico (18:1 *trans*-11) e o ácido rumênico (CLA *cis*-9, *trans*-11), o que pode ser alcançado por meio de modificações na dieta de vacas leiteiras (RIBEIRO et al., 2014).

O perfil de ácidos graxos do leite é determinado pela síntese endógena de ácidos graxos na glândula mamária, pelo aporte dietético e mobilização de ácidos graxos pré-formados. Os lipídios ingeridos, por sua vez, passam por transformações importantes no rúmen, um processo denominado biohidrogenação, que resulta na formação de inúmeros ácidos graxos intermediários e, como principal produto final, o ácido esteárico (BUCCIONI et al., 2012).

Estudos com coprodutos resultantes da prensagem de sementes de oleaginosas para produção de biocombustível, como torta de dendê (*Elaeis guineensis*), torta de amendoim (*Arachis hypogaea*) e torta de girassol (*Helianthus annuus*), na dieta de vacas em lactação, em substituição ao farelo de soja, constataram que a substituição total não afeta a produção e composição (gordura, proteína, lactose e sólidos totais) do leite de vacas a pasto, indicando composição dentro dos padrões de qualidade estabelecidos para o consumo humano (MOTTA et al., 2015). Já a torta de girassol e de dendê, quando utilizadas na suplementação de vacas em lactação, geralmente aumentam as concentrações de ácidos graxos insaturados e compostos bioativos como o CLA *cis*-9, *trans*-11 ou ácido rumênico (OLIVEIRA et al., 2016), um composto ao qual tem sido atribuídas diversas propriedades benéficas à saúde em pesquisas com modelos animais e, em menor escala, em estudos com humanos no que diz respeito a prevenção de doenças cardiovasculares, anticarcinogênicas, antidiabetogênicas, melhora no sistema imunológico e tratamento da obesidade (GÓMEZ-CORTÉS et al., 2018).

O aumento do teor de CLA *cis*-9,*trans*-11 no leite é geralmente consequência do aumento no suprimento dietético de 18:2 n-6 ou 18:3 n-3, cuja biohidrogenação ruminal (BH) normalmente resulta em maior aporte de 18:1 *trans*-11 para a síntese endógena de CLA *cis*-9, *trans*-11 na glândula mamária por ação da enzima estearoil-CoA desaturase-1 (SCD-1), também conhecida como delta-9 desaturase (KLIEM et al., 2019).

A composição lipídica dos produtos derivados de animais ruminantes, em particular o perfil de ácidos graxos, é amplamente influenciado pela atividade e metabolismo da microbiota ruminal (VASTA et al., 2019). A dieta fornecida (tipo de forragem, proporção volumoso:concentrado (V:C), teor de fibra, tipo de carboidrato não-fibroso, fonte de gordura, etc.), provocam alterações na fermentação ruminal e nos microrganismos presentes no rúmen (ELGERSMA, 2015). Dessa forma, alguns autores têm se referido à associação animal-microbioma como um superorganismo ruminante (MORGAVI et al., 2013), evidenciando a influência mútua entre a condição fisiológica do animal e a sua microbiota.

Vários estudos relataram que mudanças na composição da microbiota ruminal são induzidas não apenas pelo tipo de alimento (dieta rica em grãos x dietas à base de forragem fresca (HENDERSON et al., 2015; GRILLI et al., 2016; ZHANG et al., 2017), mas também por

compostos secundários presentes em algumas plantas, como os polifenóis, que modulam a biohidrogenação ruminal por meio de alterações na microbiota, podendo aumentar o aporte de determinados intermediários da BH, como o 18:1 *trans*-11, para a glândula mamária (PETERSEN et al., 2014), aumentando os teores de 18:1 *trans*-11 e CLA *cis*-9, *trans*-11 na gordura do leite (TORAL et al., 2018).

Portanto, o uso de alimentos alternativos ricos em polifenóis (ex.: tanino), como no caso do coco babaçu, que apresenta na sua composição 3,3 g/100g de tanino (CARRAZZA et al., 2012) podem ser utilizados na dieta de vacas leiteiras, podendo melhorar a qualidade nutricional do leite e derivados (PURBA et al., 2020).

O uso do coco babaçu na dieta animal, bem como de uma diversidade de outros alimentos típicos da Amazônia, é de grande interesse em função da redução do desperdício de alimentos, valorização da produção local e diminuição nos custos de produção (SANTOS NETA et al., 2019).

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, W. M. et al. Feeding behavior and productive performance of steers fed pearl millet grain-based diets containing proportions of babassu mesocarp bran. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 12, p. 425-433, 2015.
- ARAÚJO, R. A. et al. Performance of lactating cows fed with cake of babassu: ingestive behavior, intake, digestibility, production and quality of milk. **Biological Rhythm Research**, v. 00, n. 00, p. 1-11, 2019.
- BAI, Z. et al. Global environmental costs of China's thirst for milk. **Global Change Biology**, v. 24, n. 5, p. 2198-2211, 2018.
- BUCCIONI, A. et al. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, n. 1-2, p. 1-25, 2012.
- CAMMACK, K. M. et al. Ruminant nutrition symposium: Tiny but mighty: The role of the rumen microbes in livestock production. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 2, p. 752-770, 2018.
- CARRAZZA, L. R. et al. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Babaçu**. 2012.
- CERUTTI, W. G. et al. Fatty acid profiles of milk and Minas frescal cheese from lactating grazed cows supplemented with peanut cake. **Journal of Dairy Research**, v. 83, n. 1, p. 42-49, 2016.
- CORREDDU, F. et al. Can Agro-Industrial By-Products Rich in Polyphenols be Advantageously Used in the Feeding and Nutrition of Dairy Small Ruminants?. **Animals**, v. 10, n. 1, p. 131, 2020.
- CORREDDU, F. et al. Effects of supplementation with exhausted myrtle berries on rumen function of dairy sheep. **Small ruminant research**, v. 170, p. 51-61, 2019.
- COSTA, E. I. et al. Feeding behavior and responses in grazing lactating cows supplemented with peanut cake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 4, p. 138-145, 2015.
- DIAS, C. A. S. et al. Peanut cake can replace soybean meal in supplements for lactating cows without affecting production. **Tropical animal health and production**, v. 50, n. 3, p. 651-657, 2018.
- ELGERSMA, A. Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass-fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 9, p. 1345-1369, 2015.
- FERRARI, R. A.; SOLER, M. P. Obtention and characterization of coconut babassu derivatives. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 291-296, 2015.

GERUDE NETO, O. J. D. A. et al. Intake, Nutrient Apparent Digestibility, and Ruminant Constituents of Crossbred Dorper \times Santa Inês Sheep Fed Diets with Babassu Mesocarp Flour. **Scientific World Journal**, v. 2016, 2016.

GÓMEZ-CORTÉS, P. et al.. Milk fatty acids and potential health benefits: An updated vision. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 1-9, 2018.

GONZAGA NETO, S. et al. Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 1, p. 191-200, 2015.

GRILLI, D. J. et al. Analysis of the rumen bacterial diversity of goats during shift from forage to concentrate diet. **Anaerobe**, v. 42, p. 17-26, 2016.

GUERRA, M. G. et al. Perfil metabólico proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 4, p. 1266–1274, 2018.

HENDERSON, G. et al. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. **Scientific reports**, v. 5, p. 14567, 2015.

KRATZ, M; BAARS, T; GUYENET, S. The relationship between high-fat dairy consumption and obesity, cardiovascular, and metabolic disease. **European journal of nutrition**, v. 52, n. 1, p. 1-24, 2013.

KLIEM, K. E. et al. Food chain approach to lowering the saturated fat of milk and dairy products. **International journal of dairy technology**, v. 72, n. 1, p. 100-109, 2019.

MACHADO, N. A. F. **BIOHIDROGENAÇÃO RUMINAL E DIGESTÃO DE ÁCIDOS GRAXOS EM OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEOS DE BABAÇU OU BURITI**. (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Maranhão.

MEDEIROS, E. et al. Fatty Acid Profile of Cheese from Dairy Goats Fed a Diet Enriched with Castor, Sesame and Faveleira Vegetable Oils. **Molecules**, v. 19, n. 1, p. 992–1003, 2014.

MEDEIROS, S. R. DE; ALBERTIN, T. Z.; MARINO, C. T. Lipídios na nutrição de ruminantes. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**, p. 64–76, 2015.

MELO, E. et al. First study on the oxidative stability and elemental analysis of Babassu (*Attalea speciosa*) edible oil produced in Brazil using a domestic extraction machine. **Molecules**, v. 24, n. 23, p. 4235, 2019.

MELO, M. T. P. et al. Composição de ácidos graxos do queijo e leite de vacas alimentadas com casca de banana. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 965–974, 2018.

MORGAVI, D. P. et al. Rumen microbial (meta) genomics and its application to ruminant production. **Animal**, v. 7, n. s1, p. 184-201, 2013.

MOTTA, R. G. et al. Indicators of quality and composition of informal milk marketed in the in the Southeast region of São Paulo, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 35, n. 5, p. 417-423, 2015.

OLIVEIRA, R. L. et al. Composition and fatty acid profile of milk from cows supplemented with pressed oilseed cake. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho*, v. 87, n. 10, p. 1225–1232, 2016.

OLIVEIRA, Ronaldo et al. Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. *Molecules*, v. 20, n. 8, p. 15434-15448, 2015.

OLIVEIRA, W. F. et al. Production, chemical composition, and economic viability of Minas Frescal cheese from buffaloes supplemented with açai seed. *Tropical Animal Health and Production*, p. 1-7, 2020.

PARENTE, H. N. et al. Effect of increasing levels of Babassu mesocarp flour on feed intake, nutrient digestibility, and rumen fermentation in sheep. *Journal of Animal Science*, v. 95, n. suppl_4, p. 335–336, 2017.

PARENTE, M. O. M. et al. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. *Meat science*, v. 160, p. 107971, 2020.

PETERSEN, M. B; JENSEN, S. K. Biohydrogenation of fatty acids is dependent on plant species and feeding regimen of dairy cows. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 62, n. 16, p. 3570-3576, 2014.

PONTE, F. A. F. et al. Physical-chemical evaluation of babassu oil (*Orbinya speciosa*) and coconut oil (*Cocos nucife*) with high acidity and fatty acids (C6 to C16). *Scientia Plena*. v. 13, p. 1-8, 2017.

PURBA, R. A. P; PAENGKOUM, P; PAENGKOUM, S. The links between supplementary tannin levels and conjugated linoleic acid (CLA) formation in ruminants: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, v. 15, n. 3, p. e0216187, 2020.

RIBEIRO, C. G. S. et al. Desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos do leite de vacas que receberam níveis crescentes de óleo de girassol em dietas à base de capim-elefante. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, v. 66, n. 5, p. 1513–1521, 2014.

ROCHE, J. R. et al. A 100-Year Review: A century of change in temperate grazing dairy systems. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 12, p. 10189–10233, 2017.

SÁ, H. C. M. et al. Consumo e comportamento ingestivo de ovinos alimentados com inclusões crescentes da farinha do endocarpo I do babaçu (*Orbignya spp.*). *Ciência Rural*, v. 44, n. 11, p. 2084-2089, 2014.

SANTOS NETA, E. R. et al. Chemical composition and rumen degradability of byproducts available in the Amazon region. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 40, n. 6Supl3, p. 3605-3616, 2019.

SANTOS, P. A. C. DOS et al. Babassu mesocarp flour in diet of finishing lambs. *Italian*

Journal of Animal Science, v. 0, n. 0, p. 1–10, 2018.

SIGNORETTI, R. D. Produção eficiente de leite em pasto de qualidade. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 1–5, 2017.

SILVA, A. C. et al. Utilização da raiz de mandioca desidratada, em substituição ao milho, na suplementação de vacas holandesas em pastejo sobre o consumo voluntário, digestibilidade aparente e metabolismo energético. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 2259–2274, 2015b.

SILVA, L. S. et al. Soybean oil modulates the fatty acid synthesis in the mammary gland, improving nutritional quality of the goat milk. **Small Ruminant Research**, v. 183, p. 106041, 2020.

SILVA, T. et al. Peanut cake as a substitute for soybean meal in the diet of goats. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 6, p. 2998–3005, 2015a.

TINSLEY, Ty L. et al. Managing cow herd dynamics in environments of limited forage productivity and livestock marketing channels: An application to semi-arid Pacific island beef production using system dynamics. **Agricultural Systems**, v. 173, p. 78-93, 2019.

TORAL, P. G. et al. Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. Challenges and opportunities. **animal**, v. 12, n. s2, p. s272-s281, 2018.

VASTA, V. et al. Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 5, p. 3781-3804, 2019.

ZHANG, J. et al. Effect of dietary forage to concentrate ratios on dynamic profile changes and interactions of ruminal microbiota and metabolites in Holstein heifers. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 2206, 2017.

2 QUEIJO MINAS FRESCAL DE VACAS ALIMENTADAS COM COCO BABAÇU (*Orbignya speciosa*) INTEGRAL

2.1 Introdução

A cadeia produtiva de lácteos vêm buscando alimentos alternativos com capacidade de serem utilizados na alimentação de ruminantes, e que reduzam os custos de produção (ARAÚJO et al., 2019) sem comprometer a qualidade nutricional do leite e derivados lácteos. O Brasil devido à sua biodiversidade se destaca pela vasta disponibilidade de produtos com potencial para serem utilizados na alimentação animal (PINTO et al., 2020), dentre os produtos disponíveis para essa finalidade, encontra-se na flora amazônica o coco babaçu (*Orbignya speciosa*) e seus coprodutos (SANTOS NETA et al., 2017), que são oriundos principalmente da extração do óleo.

Embora haja informações científicas sobre o uso dos coprodutos do coco babaçu na alimentação animal (SÁ et al., 2014; CRUZ et al., 2015; LUZ et al., 2019), a sua utilização integral na dieta de ruminantes tem se restringido às experiências de produtores rurais. Devido a sua alta disponibilidade e baixo custo, têm apontando, de forma empírica, que o coco babaçu integral triturado (CBIT) tem potencial de uso na alimentação animal.

Considerando a alimentação de vacas leiteiras, a utilização de novos ingredientes na dieta deve contemplar investigação sobre composição do leite, em função da dieta ser principal fator capaz de alterar o teor e composição da gordura do leite (HANUS et al., 2016). Nesse aspecto, recentemente, existe grande interesse em promover aumento da concentração de ácidos graxos benéficos para a saúde humana (ex.: 18:3 n-3, 18:1 *trans*-11 e CLA *cis*-9, *trans*-11) nos produtos de origem animal, principais fontes de ácidos graxos poli-insaturados (CORREDDU et al., 2020), visto que a demanda por produtos funcionais na alimentação humana é crescente (HANUŠ et al., 2018).

Uma vez que o coco babaçu integral possui maior concentração de gordura que os seus coprodutos, haja vista que o processamento se dá para sua extração, pressupõe-se que alterações na fermentação ruminal e/ou deposição de gordura poderão acontecer se o CBIT substituir ingredientes convencionais, hipoteticamente alterando a composição, o rendimento e qualidade do queijo produzido com leite de vacas alimentadas com CBIT.

Sendo assim, objetivou-se avaliar as características físico-química e sensoriais, o perfil de ácidos graxos e o rendimento de produção do queijo Minas frescal do leite de vacas em pastejo suplementadas com coco babaçu (*Orbignya speciosa*) integral triturado.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Considerações éticas

Todos os procedimentos realizados nesse estudo foram previamente aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFRA), sob os números de protocolo CEUA 009/2018. Os testes sensoriais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ensino Superior da Amazônia Reunida - FESAR (Processo 2.855.811).

2.2.2 Localização, delineamento experimental, manejo alimentar e tratamentos

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite, pertencente à Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA, Campus de Parauapebas-PA (Lat. 06° 04' 16,4"S; Long. 049° 49' 8,3"W; Altura: 270 metros).

Foram utilizadas cinco vacas mestiças Holandês x Zebu, com peso médio de $456 \pm 46,2$ kg, multíparas, com $125 \pm 16,5$ dias de lactação no início do período experimental, distribuídas em quadrado latino 5 x 5. O experimento foi dividido em cinco períodos experimentais de 21 dias, sendo 14 de adaptação e sete de coleta dos dados e amostras, totalizando 105 dias de experimento.

Os animais foram mantidos em regime de pastejo em uma área de 24 piquetes de 0,08 hectares formada por *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, delimitada por fios eletrificados, com livre acesso a área de lazer, bebedouros e área de sombra natural e artificial. Os animais foram manejados em sistema de lotação rotacionada, com período de ocupação de 24 horas e 23 dias de descanso.

Os animais recebiam suplementação à vontade, em cochos individuais, duas vezes ao dia, após as ordenhas da manhã (08h00) e da tarde (18h00). Na Tabela 1, é apresentada a composição química do pasto e dos principais ingredientes utilizados na formulação do suplemento. Os suplementos (Tabela 2) foram formulados para serem isonitrogenados, considerando-se a composição química do pasto, dos ingredientes concentrados e as exigências para vacas leiteiras com 450 kg de peso vivo, produção de 15 kg/dia com 3,5% de gordura, e deslocamento diário de 100 metros em terreno acidentado (percurso entre a área dos piquetes e a sala de ordenha), de acordo com o NRC (2001).

Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis de substituição do milho por coco babaçu integral triturado (CBIT) no suplemento, sendo 0, 20, 40, 60 e 80% de substituição com base na matéria seca (Tabela 2).

Tabela 1. Composição química do pasto (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) e dos ingredientes utilizados na formulação dos suplementos.

Composição (% da MS)*	Alimentos			
	<i>Megathyrus maximus</i> cv. Mombaça	Milho Grão Triturado	Farelo de Soja	Coco Babaçu Triturado
MS	23,09	93,00	94,44	93,27
MM	10,79	1,31	6,72	2,03
MO	89,21	98,69	93,28	97,97
PB	15,63	8,81	54,10	3,24
EE	1,08	3,64	5,95	13,50
AG totais	0,45	4,61	3,34	9,03
FDN	65,91	15,80	18,20	64,73
FDNcp	53,34	11,87	13,72	62,79
CNF	19,16	74,37	19,51	18,44
FDNi	19,76	3,00	2,78	60,66
<i>Ácidos graxos (g/100g de AG totais)</i>				
8:0	nd	nd	nd	10,85
10:0	nd	nd	nd	8,70
12:0	1,75	0,02	0,13	52,56
14:0	1,3	0,09	0,26	12,52
15:0	0,95	nd	nd	nd
16:0	47,47	18,18	21,83	5,25
16:1 <i>cis</i> -9	0,45	nd	nd	nd
17:0	1,21	nd	nd	nd
18:0	4,24	1,42	2,40	1,45
18:1 <i>cis</i> -9	6,91	26,44	12,19	6,96
18:1 <i>cis</i> -11	1,13	0,85	1,49	0,17
18:2 n-6	20,49	50,66	56,96	0,68
18:3 n-3	10,95	1,81	4,47	nd
20:0	0,74	0,25	0,08	nd
22:0	0,72	0,17	0,11	nd
24:0	0,82	0,08	0,05	nd

* MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Estrato etéreo; AG totais: ácidos graxos totais; FDN: Fibra em detergente neutro; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: Carboidratos não fibrosos; FDNi: Fibra em detergente neutro indigestível; nd: não detectado.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química dos suplementos formulados, contendo diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.

Ingrediente*	Níveis de substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)				
	0	20	40	60	80
<i>Proporção, % da MS</i>					
Milho grão triturado	78,82	62,72	46,79	31,01	15,46
Farelo de soja	14,89	14,80	14,76	14,67	14,62
Coco babaçu integral triturado	0,00	15,96	31,69	47,32	62,80
Suplemento mineral ¹	4,15	4,13	4,12	4,09	4,08
Bicarbonato	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
Uréia:Sulfato de amônio/ (9:1)	1,43	1,68	1,95	2,22	2,35
<i>Composição química, % da MS</i>					
MS	93,56	93,61	93,66	93,71	93,76
MM	8,32	8,65	9,01	9,35	9,57
MO	91,68	91,35	90,99	90,65	90,43
PB	19,23	19,00	18,89	18,74	18,23
EE	3,76	5,32	6,86	8,39	9,92
FDNcp	11,39	19,50	27,47	35,40	43,27
CNF	60,09	50,81	41,57	32,44	23,58
FDNi	2,78	11,98	21,03	30,04	38,96
<i>Ácidos graxos, g/kg MS</i>					
8:0	nd	1,56	3,11	4,64	6,15
10:0	nd	1,26	4,49	3,72	4,94
12:0	0,01	7,59	15,06	22,48	29,83
14:0	0,05	1,84	3,61	5,37	7,12
16:0	7,70	7,10	6,50	5,91	5,34
18:0	0,64	0,74	0,84	0,94	1,04
18:1 _{cis} -9	10,22	9,26	8,30	7,36	6,43
18:1 _{cis} -11	0,38	0,34	0,31	0,27	0,23
18:2 n-6	21,25	17,58	13,94	10,33	6,78
18:3 n-3	0,88	0,74	0,61	0,48	0,35
20:0	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02
22:0	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02
24:0	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01

¹ Composição do suplemento mineral - Cálcio: 200 (g/kg; máx.); Sódio: 70 (g/kg); Fósforo: 40 (g/kg); Enxofre: 20 (g/kg); Vitamina A 118.860 U.I.; Vitamina D3 32.400 U.I.; Vitamina E: 5.400 U.I.; Magnésio: 20 (g/kg); Potássio: 10 (g/kg); Zinco: 1500 (mg/kg); Manganês: 397 (mg/kg); Ferro: 2000 (mg/kg); Cobre: 362 (mg/kg); Flúor: 400 (mg/kg; máx.); Cobalto: 10,8 (mg/kg); Iodo: 23,3 (mg/kg); Selênio: 10,6 (mg/kg); Cromo: 16 (mg/kg); Biotina: 35 (mg/kg); Mananoglucosacarídeo: 1.124 (mg/kg); *Saccharomyces cerevisiae*: 1,8E10UFC; Monensina Sódica: 600 ((mg/kg).

MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína bruta; EE: Estrato etéreo; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: Carboidratos não fibrosos; FDNi: Fibra em detergente neutro indigestível; nd: não detectado.

O coco babaçu utilizado no ensaio experimental era processado em propriedade rural localizada no município de Eldorado dos Carajás (PA). O fruto foi colhido após maduro, diretamente no chão e posteriormente triturado de forma integral (epicarpo, mesocarpo,

endocarpo e amêndoa), peneirado em peneira com malha de 0,5 mm, para remoção de parte fibrosa mais grosseira, e por fim, seco ao sol, para redução de umidade excessiva.

2.2.3 Coleta e avaliação do pasto

A avaliação qualitativa da forragem ingerida pelos animais foi realizada por meio da técnica de pastejo simulado (*hand-plucking*) (JOHNSON, 1978), conduzida em cada piquete pastejado do 14º ao 18º dia de cada período experimental. A amostragem foi realizada juntamente com os animais, coletando-se a forragem manualmente no horário de pico de pastejo após a ordenha vespertina. Do material colhido, formou-se uma amostra composta para realização das análises laboratoriais.

2.2.4 Análises químicas

As amostras de forragem e dos ingredientes dos suplementos foram analisadas quanto aos teores de matéria seca- método INCT-CA G-003/1; matéria mineral- método INCT-CA M-001; proteína bruta- método INCT-CA N-001/1; fibra em detergente neutro- método INCT-CA F-002/1; cinza insolúvel em detergente neutro- método INCT-CA M-002/1; proteína insolúvel em detergente neutro- método INCT-CA N-004/1; extrato etéreo- método INCT-CA G-004/1; e fibra em detergente ácido- método INCT-CA F-004/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012). Os teores dos carboidratos não-fibrosos foram obtidos conforme a equação: $CNF = 100 - MM - EE - FDNcp - PB$, proposta por Detmann e Valadares Filho (2010).

2.2.5 Extração e determinação do perfil dos ácidos graxos de forragem e alimentos suplementares

As amostras foram liofilizadas, (modelo L120, Liotop, Liobras, São Carlos, Brasil), posteriormente foram moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 1 mm e analisadas quanto à composição de ácidos graxos de acordo com Sukhija e Palmquist, (1988) com adaptações (PALMQUIST e JENKINS, 2003). Resumidamente, método de uma etapa baseado em catálise ácida (solução metanólica de HCL a 10%, v / v) sob aquecimento (banho-maria a 70° C por 2 h) foi usado para extração e transesterificação de lipídios e ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados e quantificados por cromatografia em fase gasosa (CG). O cromatógrafo a gás (Agilent 6890, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, EUA) equipado com uma coluna capilar (HP-FFAP, 25 mx 0,2 mm x 0,33 µm) e detector de ionização de chamas (FID) foi usado para determinar a composição de ácidos graxos (AG) dos alimentos,

que foi expressa em g/100g de AG total. O ácido nonadecanóico (C19: 0, Nu-Chek Prep, Inc.) foi usado como padrão interno para determinar o conteúdo total de AG nas amostras (FAO / INFOODS, 2012). Os picos individuais foram identificados com base na comparação do tempo de retenção com os padrões de referência de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma Aldrich®). As condições operacionais do CG foram descritas em detalhes em outros lugares (MOTTA et al., 2014).

2.2.6 Coleta e análise do leite

O leite foi obtido por meio de ordenha mecânica, duas vezes ao dia, às 07h00 e 17h00, respeitando-se as boas práticas de higiene de acordo com o Regulamento Técnico de Boas Práticas Agropecuárias destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), N° 73, de 23/12/2019 (BRASIL, 2019). Após a ordenha, o leite era pesado e imediatamente resfriado em tanque de expansão de aço inoxidável (Sulinox) provido de sistema de agitação e controle de temperatura (4 °C). Do 19° ao 21° dia, de cada período do período experimental, a produção leiteira diária foi mensurada, através de pesagem e registrada (kg/dia) para realização do cálculo de eficiência de produção.

Ao 19° dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de leite nos dois turnos de ordenha (2/3 na ordenha da manhã + 1/3 na ordenha da tarde), respeitando-se as proporções do volume de leite produzido diariamente. Posteriormente, foram homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta de cada animal por dia e por período experimental. Uma alíquota foi retirada da amostra composta (50 mL), acondicionada em frascos contendo conservante Bronopol® (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol). Os frascos com as amostras foram identificados e acondicionados em caixa térmica entre 2° e 6 °C, e então, encaminhados ao Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária, da Universidade Federal de Goiás (LQL/Goiás), para fins de análises da composição química (proteína, gordura, lactose, extratos secos total e desengordurado), segundo a metodologia descrita pela International Dairy Federation protocols (ISO 9622/IDF 141, 2013) (Tabela 3).

Tabela 3. Composição do leite de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.

Item ¹	Substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)				
	0	20	40	60	80
Gordura, %	4,01	4,35	4,28	4,70	4,08
Proteína, %	3,26	3,18	3,21	3,16	3,06
Lactose, %	4,22	4,17	4,09	4,05	4,08
EST, %	12,52	12,74	12,61	12,97	12,27
ESD, %	8,50	8,38	8,33	8,27	8,19
Caseína, %	2,51	2,45	2,46	2,42	2,32
pH	6,65	6,58	6,67	6,58	6,64
Acidez, (°D)	18,20	17,00	17,00	17,80	17,25

¹ EST, %: concentração de extrato seco total; EST: extrato seco total em gramas; ESD, %: concentração de extrato seco desengordurado; ESD: extrato seco desengordurado em gramas.

2.2.7 Fabricação do queijo Minas Frescal

Ao 19º dia de cada período experimental também foi realizada a coleta do leite para a fabricação do queijo Minas frescal, e a produção dos queijos foi realizada na queijaria *Cosa Nostra*, localizada no Sítio Açaizal, município de Parauapebas-PA. De cada unidade experimental, foram produzidos três queijos, sendo dois queijos de exatamente 1 kg de leite cada, utilizados nas análises físicas-químicas, e um queijo oriundo de 2 kg de leite para posterior análise sensorial.

Antes da fabricação dos queijos, realizou-se as análises para determinação das características física do leite, conduzidas no laticínio *Cosa Nostra*. Foram realizadas em duplicata quanto aos teores de: Acidez, determinada através de uma titulação da amostra com solução em grau °Dornic até coloração levemente rósea; análise de pH, utilizando-se peagâmetro digital (Tecnopon–mPA-210P); e densidade a 15°C realizada por meio termolactodensímetro de Quevenne (Incoterm - 5784.1.L). Os requisitos físico-químicos foram avaliados de acordo Instrução Normativa Nº 76/2018, que é a legislação vigente para regulamentação técnica de identidade e qualidade de leite cru refrigerado (BRASIL, 2018).

A fabricação do queijo Minas frescal foi realizada ao 20º dia de cada período experimental, de acordo à metodologia descrita por Silva (2005). Brevemente, o leite de cada dieta experimental, separadamente, foi pesado, filtrado e submetido à pasteurização lenta (65 °C por 30 minutos). Posteriormente, o leite foi resfriado até 39 °C, temperatura em que foram adicionados o cloreto de cálcio na concentração de 50% (40 mL/100L) e o coalho (30

mL/100L), sendo este diluído em parte igual de água filtrada. Passados 40 a 60 minutos, após a coagulação do leite, foi realizado o corte da massa com uma faca inox (Tramontina®) em cubos de 1,5 a 2 cm, intercalando a mexedura e o repouso para promover a dessoragem. Posteriormente a drenagem do soro, a massa foi colocada em formas plásticas e procedeu-se à salga (700 g/100L de sal branco refinado) e os queijos foram resfriados em temperatura de 6 e 10 °C por aproximadamente 24 horas e no dia seguinte foram retirados das formas e pesados em balança eletrônica (Ohaus Adventurer™) para determinação do rendimento da massa, e reservados para posteriores análises de composição químicas, microbiológicas e sensorial. Para determinação do perfil de ácidos graxos, uma amostra de queijo de cada animal, por período experimental, foi congelada em freezer (-20 °C) e armazenada para posteriores análises.

2.2.8 Análises queijo Minas frescal

2.2.8.1 Rendimento e recuperação da gordura e proteína no queijo

Foram calculados o rendimento bruto (equação 1), sugerida por Andreatta et al. (2009), e rendimento ajustado (equação 2), para o teor de umidade do queijo (REAJ), foi calculado considerando um valor de 57% como referência para umidade do queijo Minas frescal, conforme sugerido por (OLIVEIRA, 1986).

Equação 1.

$$\text{Rendimento Bruto} = \frac{\text{Massa de leite utilizada (Kg)}}{\text{Massa de queijo obtida (Kg)}}$$

Equação 2.

$$\begin{aligned} \text{Rendimento ajustado (RAJ)} \\ = \frac{(\text{rendimento bruto}) \times (100 - (\% \text{umidade queijo}))}{(\% \text{umidade desejada})} \end{aligned}$$

A recuperação de gordura e proteína do leite no queijo fabricado foi determinada de acordo com a Eq. 3 (CIPOLAT-GOTET et al. 2015).

Equação 3.

$$\text{Recuperação}(\%) = \frac{(\text{massa queijo g}) \times (\% \text{gordura queijo})}{(\text{massa leite g}) \times (\% \text{gordura leite})} \times 100$$

2.2.8.2 Análises Físico-Químicas do queijo Minas Frescal

As análises foram realizadas segundo as metodologias descritas na Instrução Normativa nº 68 de 12/12/2006 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento–MAPA, que fornece Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos (BRASIL, 2006).

Posteriormente ao processo de fabricação, os queijos produzidos foram analisados no Laboratório de Análises de Alimentos, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus – Parauapebas, quanto ao pH, determinado utilizando-se peagâmetro digital (Tecnopon –mPA-210P), previamente calibrado, introduzindo-se o eletrodo diretamente em 5 g da amostra homogeneizada com 50 mL de água destilada.

A acidez titulável foi determinada através de titulação da amostra com hidróxido de sódio N/9 usando a solução indicadora de fenolftaleína (0,1%); e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido láctico em (%), utilizando 5 g da amostra homogeneizada com 50 mL de água destilada.

A umidade e extrato seco total (EST, %) foram determinados pelo método de secagem em estufa a 105 °C até peso constante, utilizando 5g da amostra.

O resíduo mineral fixo foi obtido pela eliminação da matéria orgânica através de incineração em mufla a 550 °C, utilizando 5g da amostra.

O teor de proteína bruta (PB) foi determinado pelo método de Kjeldahl, através do nitrogênio do alimento multiplicando-se pelo fator de conversão de nitrogênio de 6,38. Os resultados foram expressos em porcentagem.

O extrato seco desengordurado (ESD, %) foi determinado a partir do resultado obtido de extrato seco total, obtido por subtração deste com a gordura.

O teor de gordura foi determinado com o auxílio de um butirômetro adicionando-se 10 mL de ácido sulfúrico, 3 g de queijo sobre o ácido e 1 mL de álcool amílico. O resultado da análise foi obtido através da leitura direta na escala do butirômetro.

2.2.8.3 Extração e determinação do perfil dos ácidos graxos do queijo Minas frescal

A extração da gordura das amostras de queijo foi realizada utilizando-se uma mistura de hexano e isopropanol (3:2 vol/vol), seguido da adição de solução de sulfato de sódio (HARA; RADIN, 1978). Os lipídeos foram dissolvidos em hexano e acetato de metilo e foram

transesterificados por meio de catálise alcalina em ésteres metílicos de ácidos graxos usando solução de metóxido de sódio em metanol, conforme descrito por Christie (1982).

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados e quantificados por cromatografia gasosa (cromatógrafo modelo 7820A, Agilent Technologies) e detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar de sílica fundida (CP-Sil 88, 100 m × 0,25 mm × 0,2 μ espessura do filme, Varian Inc.). A temperatura do injetor e do detector foram ambas de 250°C. Foi utilizado hidrogênio como gás de arraste (1 mL/min) e como o detector de ionização de chama (35 mL/min.). O nitrogênio foi utilizado como gás make-up (30 mL/min.), e ar sintético (286 mL/min.). Para a corrida dos ácidos graxos da gordura do queijo manteve-se a temperatura inicial de 45 °C por 4 minutos, posteriormente elevada em 13°C/minuto até 175°C seguida de manutenção por mais 27 minutos, e finalização com aumento de 4°C/minutos para alcançar 215 °C, mantida por 35 min (CRUZ-HERNANDEZ et al., 2007).

Os ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos de retenção observados em padrões comerciais (Sigma-Aldrich®, Nu-Chek Prep, Inc.), e de acordo com a ordem de eluição reportada sob as mesmas condições cromatográficas (CRUZ-HERNANDEZ et al., 2007).

Foi realizado o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS); ácidos graxos monoinsaturados (AGMI); ácidos graxos poli-insaturados (AGPI); ácidos graxos monoinsaturados *cis* (AGMI-*cis*); ácidos graxos monoinsaturados *trans* (AGMI-*trans*); ácidos graxos *trans* (AG-*trans*); ácidos graxos *trans* com exceção dos ácidos vacênico e ácido rumênico [(AG *trans* - (C18:1 *t*11 + CLA *c*9,*t*11)], ácidos graxos ácidos de cadeia impar e ramificada (AGCIR); Realizou-se ainda a determinação da relação ácidos graxos ômega n-6/ômega n-3 (AG n-6: n-3).

2.2.8.4 Análise instrumental de cor

A cor do queijo foi medida utilizando o colorímetro (Chroma Meter Minolta, Japão CR-400), com sistema CIE L**a***b**, definido por L*, *a**, *b**; onde o parâmetro L* indica a luminosidade, variando numa escala de zero a 100, representando, respectivamente, o preto e o branco; o parâmetro *a** refere-se à contribuição das cores verde (-)/vermelho(+); e o parâmetro *b**, as cores azul(-)/amarelo(+) (HUNTERLAB, 1996). As medições foram realizadas em triplicata com o aparelho previamente calibrado com iluminação D65, usando a parte interna do queijo para avaliação, imediatamente após o corte (QUEIROGA et al., 2013). Para representar a tonalidade e a intensidade da cor dos queijos, foram calculados os Ângulo de Hue

(h°) e Chroma (C). De acordo com o sistema CIE L*a*b*, o ângulo hue define a tonalidade da cor, 0° para vermelho, 90° para amarelo, 180° para verde e 270° para azul (MCGUIRE, 1992).

Foram utilizadas as seguintes equações: $[(a^{*2} + b^{*2})^{0.5}]$, para calcular o chroma e $(\tan^{-1}(b^*/a^*))$, para Hue.

2.2.9 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial foi realizada após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e após a confirmação de que os produtos estavam de acordo com as especificações de segurança estabelecidas pelo Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para os alimentos, RDC 12, de 2001, da ANVISA. Destacam-se como contaminantes em queijos do tipo Minas frescal os seguintes microrganismos: Coliformes Termotolerantes a 45 °C; *Staphylococcus* Coagulase Positiva; *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* ssp. (ANVISA, 2001).

A análise sensorial dos queijos Minas frescal foi realizada com 100 julgadores não treinados de ambos os sexos, maiores de idade, que não possuíam nenhum tipo de alergia ou intolerância ao alimento avaliado. Foi realizada nos cinco períodos experimentais (20 provadores por período experimental). O julgador recebeu antes da avaliação um termo (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE) de concordância em participar da pesquisa que detalhava a importância da pesquisa (Anexo 1).

Utilizou-se o teste de aceitação sensorial descrito por Meilgaard et al. (1999), com escala hedônica estruturada possuía exatamente 10 pontos, variando de (0) = desgostei muitíssimo; (5) = nem gostei/ nem desgostei e (10) = gostei muitíssimo (Anexo 2). As amostras foram codificadas e cortadas em cubos, com peso de ± 25 g, e fornecidas em copinhos descartáveis, acompanhada com água e biscoito tipo *cream cracker*, entre as amostras, para limpeza do palato. Cada provador recebeu 5 amostras, que foram servidas simultaneamente e classificadas pelos julgadores. Os atributos avaliados foram: aparência, cor, aroma, textura, sabor e avaliação global. Posteriormente, foi aplicado o teste de intenção de compra utilizando escala hedônica estruturada ancorada em (5) pontos (1 = certamente não compraria; (3) = talvez comprasse/ talvez não comprasse e (5) = certamente compraria (DUTCOSKY, 2015).

2.2.10 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância analisando-se segundo delineamento em quadrado latino 5×5 . Em seguida, foi realizada a decomposição ortogonal

da soma de quadrados dos tratamentos, tendo sido observado que os dados testados foram significativos para os efeitos de ordem linear e quadrático, aplicando o procedimento misto (PROC MIXED), por intermédio do programa SAS (*Statistical Analysis System*) adotando-se o nível crítico de 5% de probabilidade para o erro tipo I. O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + \varepsilon_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} é a variável mensurada; μ é a constante geral; A_i é o efeito aleatório do animal i ; P_j é o efeito aleatório do período j ; T_k é o efeito fixo do tratamento k e ε_{ijk} é o erro experimental.

2.3 Resultados

Não houve efeito ($P > 0,05$) do nível de substituição do milho pelo CBIT sobre a composição físico-química do queijo Minas frescal (Tabela 4).

Tabela 4. Composição físico-química e recuperação da proteína e da gordura do leite de queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado

Item ¹	Substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)					EPM ²	P-Valor ³	
	0	20	40	60	80		L	Q
Gordura, %	17,50	18,65	17,00	17,75	19,18	0,652	0,093	0,084
Proteína, %	13,48	13,48	12,34	13,61	12,05	0,668	0,144	0,730
RMF, %	2,04	2,06	2,15	2,00	2,00	0,137	0,752	0,537
EST, %	38,92	40,63	35,06	36,83	40,82	2,112	0,998	0,055
Umidade, %	61,08	59,37	64,94	63,17	59,18	2,112	0,998	0,055
ESD, %	21,42	21,98	18,06	19,08	21,75	1,871	0,595	0,079
GES, % do EST	44,96	45,90	48,48	48,19	46,96	2,236	0,272	0,165
Acidez, (%)	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,007	0,676	0,463
pH	6,75	6,68	6,77	6,71	6,73	0,083	0,875	0,895
<i>Recuperação da proteína e gordura do leite no queijo %</i>								
Proteína	91,83	93,19	87,57	90,36	85,75	6,240	0,387	0,859
Gordura	96,59	95,59	90,72	84,39	97,93	8,518	0,704	0,293

¹RMF: Resíduo mineral fixo em %; EST: Extrato seco total em %; ESD: Extrato desengordurado em %; GES: Gordura do extrato seco em % do EST

² EPM: Erro padrão da média.

³ P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático.

Não foram observadas diferenças entre tratamentos ($P>0,05$) para os rendimentos bruto (kg de leite/kg de queijo) e ajustado (kg de leite/kg de queijo) do queijo (Tabela 5). Por outro lado, os rendimentos bruto (kg de queijo/vaca/dia) e ajustado (kg de queijo/vaca/dia) do queijo diminuíram linearmente ($P<0,05$) com o aumento do coco babaçu no suplemento de vacas leiteiras suplementadas a pasto (Tabela 5).

Tabela 5. Rendimento bruto (kg leite/kg queijo), rendimento ajustado à umidade (kg leite/kg queijo), rendimento bruto (kg de queijo/vaca/dia) e rendimento ajustado (kg de queijo/vaca/dia) de queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.

Item	Substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)					EPM ¹	P-Valor ²	
	0	20	40	60	80		L	Q
Rendimento bruto (kg leite/kg queijo)	4,53	4,75	4,81	5,05	4,75	0,376	0,356	0,359
Rendimento ajustado (kg leite/kg queijo)	4,17	4,54	3,96	4,21	4,52	0,462	0,678	0,483
Rendimento bruto (kg queijo/vaca/dia)	2,46	2,03	2,10	1,75	1,65	0,384	0,006	0,733
Rendimento ajustado (kg queijo/vaca/dia)	2,68	2,18	2,61	2,08	1,71	0,424	0,003	0,304

¹ EPM: Erro padrão da média.

² P Valor para L: Efeito linear; Q: Efeito quadrático.

As concentrações (g/100g de AG totais) dos ácidos butírico (C4:0), capríco (C6:0), caprílico (C8:0), pelargônico (C9:0), cáprico (C10:0) e undecanóico (C11:0) no queijo Minas frescal reduziram linearmente ($P<0,05$) com a substituição do milho pelo CBIT no suplemento (Tabela 6).

Os teores dos ácidos láurico (C12:0), palmítico (C16:0), mirístico (C14:0) e esteárico (C 18:0), não foram influenciados ($P>0,05$), enquanto que os ácidos graxos C14:0 iso, C15:0 iso, C15:0, C18:0 iso, C21:0, C23:0 e C24:0 aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o aumento do percentual de CBIT no suplemento (Tabela 6). Da mesma forma, os teores dos ácidos graxos C16:1 *t*12, C16:1 *c*9+C17:0 anteiso, C17:1 *c*9, C18:1 *t*11, C19:0+C18:1 *c*15, C18:2 *t*9,*t*12, C18:3 *n*-3+C20:1 *c*11, CLA *c*9,*t*11, C20:2 *n*-6 e C20:5*n*-3 também aumentaram linearmente ($P<0,05$) com os maiores níveis dietéticos de CBIT no suplemento (Tabela 6).

Por outro lado, os teores de C16:1 *t*9+C17:0 *iso*, C18:1 *c*12, C18:2 *n*-6 e C20:3 *n*-6 diminuiram linearmente ($P<0,05$) com a substituição do milho pelo CBIT no suplemento (Tabela 6).

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos (g/100g de AG totais) do queijo Minas frescal produzido com o leite de vacas a pasto recebendo diferentes níveis de coco babaçu integral triturado.

Item	Substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)					EPM ¹	P-Valor ²	
	0	20	40	60	80		L	Q
4:0	3,16	2,94	2,87	2,85	2,75	0,161	0,030	0,525
5:0	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,001	0,645	0,857
6:0	1,80	1,67	1,62	1,59	1,47	0,096	0,006	0,896
7:0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,067	0,740
8:0	1,02	0,92	0,87	0,86	0,76	0,064	0,001	0,816
9:0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,014	0,443
10:0	1,96	1,69	1,59	1,58	1,34	0,139	0,001	0,699
11:0	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,006	0,001	0,857
12:0	2,29	2,26	2,44	2,16	1,98	0,257	0,322	0,373
14:0 <i>iso</i>	0,16	0,18	0,19	0,22	0,22	0,022	0,045	0,920
14:0	9,13	9,03	9,08	8,89	7,94	0,572	0,073	0,208
15:0 <i>iso</i>	0,33	0,36	0,35	0,40	0,42	0,027	0,005	0,678
15:0 <i>anteiso</i>	0,65	0,64	0,63	0,71	0,72	0,045	0,092	0,351
15:0	0,98	1,01	0,97	1,15	1,17	0,053	0,006	0,272
16:0 <i>iso</i>	0,36	0,34	0,30	0,36	0,40	0,046	0,401	0,165
16:0	25,75	27,55	27,04	26,51	26,21	1,595	0,963	0,130
17:0	0,59	0,61	0,51	0,69	0,73	0,074	0,127	0,218
18:0 <i>iso</i>	0,06	0,07	0,09	0,08	0,11	0,014	0,012	0,710
18:0	11,29	11,33	10,75	10,51	11,06	0,731	0,263	0,295
20:0	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,009	0,534	0,339
21:0	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,004	0,021	0,261
22:0	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,006	0,896	0,720
23:0	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,005	0,030	0,303
24:0	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,005	0,039	0,185
10:1 <i>c</i> 9	0,21	0,17	0,16	0,17	0,14	0,020	0,008	0,990
12:1 <i>c</i> 9+13:0	0,13	0,11	0,11	0,11	0,09	0,008	0,020	0,589
14:1 <i>c</i> 9	0,94	0,86	0,87	0,92	0,73	0,118	0,101	0,450
16:1 <i>t</i> 9+17:0 <i>iso</i>	0,45	0,51	0,54	0,61	0,66	0,038	<0,001	0,830
16:1 <i>t</i> 12	0,24	0,25	0,27	0,31	0,32	0,019	<0,001	0,829
16:1 <i>c</i> 9+17:0 <i>anteiso</i>	1,87	1,87	1,88	2,06	2,01	0,134	0,022	0,793
17:1 <i>c</i> 9	0,23	0,24	0,27	0,32	0,35	0,034	0,003	0,696
18:1 <i>t</i> 4	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,003	0,857	0,212
18:1 <i>t</i> 5	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,006	0,178	0,821
18:1 <i>t</i> 6- <i>t</i> 8	0,21	0,19	0,19	0,18	0,18	0,012	0,097	0,533

18:1 <i>t</i> 9	0,28	0,26	0,25	0,25	0,25	0,016	0,068	0,208
18:1 <i>t</i> 10	0,39	0,34	0,37	0,35	0,37	0,022	0,540	0,210
18:1 <i>t</i> 11	1,67	1,99	2,14	2,23	2,48	0,176	<0,001	0,649
18:1 <i>t</i> 12	0,29	0,27	0,26	0,25	0,26	0,017	0,059	0,385
18:1 <i>t</i> 13- <i>t</i> 14	0,44	0,40	0,40	0,40	0,42	0,033	0,752	0,408
18:1 <i>c</i> 9	24,40	23,36	24,16	24,16	25,01	1,585	0,529	0,427
18:1 <i>c</i> 11	0,77	0,77	0,79	0,78	0,81	0,051	0,458	0,813
18:1 <i>c</i> 12	0,18	0,14	0,13	0,14	0,14	0,015	0,010	0,006
18:1 <i>c</i> 13	0,07	0,06	0,06	0,07	0,06	0,009	0,668	0,741
18:1 <i>t</i> 16	0,27	0,27	0,26	0,27	0,29	0,019	0,618	0,288
19:0+18:1 <i>c</i> 15	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,012	<0,001	0,700
18:2 <i>t</i> 9 <i>t</i> 12	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,005	0,031	0,238
18:2 <i>c</i> 9 <i>t</i> 12	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,004	0,835	0,061
18:2 <i>t</i> 9 <i>c</i> 12	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,003	0,095	0,314
18:2 n-6	1,62	1,37	1,31	1,04	1,05	0,121	<0,001	0,385
18:3 n-6	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,002	0,196	0,382
18:3 n-3+20:1 <i>c</i> 11	0,47	0,48	0,47	0,53	0,61	0,029	0,002	0,050
CLA <i>c</i> 9 <i>t</i> 11	1,08	1,15	1,26	1,43	1,48	0,095	<0,001	0,906
CLA <i>t</i> 9 <i>c</i> 11	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,002	0,100	0,389
CLA <i>t</i> 10 <i>c</i> 12	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,001	0,965	0,874
20:2 n-6	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,003	0,024	0,606
20:3 n-6	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,005	0,006	0,952
20:4 n-6	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,008	0,889	0,837
20:5 n-3	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,003	0,010	0,365
22:5 n-3	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,005	0,282	0,474

¹ EPM: Erro padrão da média.

² P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático.

Não houve efeito do nível de substituição do CBIT no suplemento ($P>0,05$) sobre os teores totais de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), monoinsaturados com duplas ligações *cis* (AGMI-*cis*), poli-insaturados (AGPI) e ácidos graxos *trans* com exceção dos ácidos vacênico e ácido rumênico [(AG *trans* - (C18:1 *t*11 + CLA *c*9,*t*11)], no queijo Minas frescal (Tabela 7). Por outro lado, houve aumento linear ($P<0,05$) dos teores de ácidos graxos monoinsaturados com duplas ligações *trans* (AGMI-*trans*), *trans* totais (AG *trans*) e total de ácidos graxos de cadeia ímpar e ramificada (AGCIR) com o aumento do nível de CBIT (Tabela 7). Além disso, a relação entre os ácidos graxos ômega-6 e ômega-3 (AG n-6:n-3) foi reduzida ($P<0,05$) com a substituição do milho pelo CBIT no suplemento (Tabela 7).

Tabela 7. Teores dos principais grupos de ácidos graxos (g/100g de AG totais) no queijo Minas frescal produzido com leite de vacas recebendo diferentes níveis de coco babaçu integral triturado.

Item ¹	Substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)					EPM ²	P-Valor ³	
	0	20	40	60	80		L	Q
∑ AGS	59,98	61,05	59,74	59,01	57,74	1,947	0,095	0,347
∑ AGMI	33,13	32,16	33,24	33,65	34,68	1,765	0,191	0,401
∑ AGMI- <i>cis</i>	28,80	27,59	28,46	28,75	29,35	1,722	0,488	0,421
∑ AGMI- <i>trans</i>	4,33	4,56	4,77	4,90	5,31	0,214	<0,001	0,638
∑ AGPI	3,73	3,55	3,59	3,61	3,75	0,174	0,802	0,145
∑ AG- <i>trans</i>	5,56	5,85	6,18	6,49	6,95	0,288	<0,001	0,659
∑ AG trans - (C18:1 t11 + CLA c9,t11)	2,80	2,71	2,77	2,84	2,99	0,115	0,123	0,188
∑ AGCIR	3,68	3,78	3,63	4,30	4,48	0,219	0,007	0,223
Relação n-6:n-3	3,15	2,71	2,58	1,92	1,60	0,247	<0,001	0,588

¹ ∑AGS: Somatório ácidos graxos saturados; ∑AGMI: Somatório ácidos graxos monoinsaturados; ∑AGMI-*cis*: Somatório ácidos graxos monoinsaturados *cis*; ∑AGMI-*trans*: Somatório ácidos graxos monoinsaturados *trans*; ∑AGPI: Somatório ácidos graxos poli-insaturados; ∑AG- *trans*: Somatório ácidos graxos *trans*; ∑AG- *trans*--(C18:1 t11 + CLA c9,t11): ácidos graxos *trans*- somatório do vacênico+rumênico; ∑AGCIR: Somatório ácidos graxos ácidos de cadeia ímpar e ramificada; AG n-6: n-3: Relação ácidos graxos ômega n-6/ ômega n-3.

² EPM: Erro padrão da média.

³ P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático.

A luminosidade (L*) e a coordenada (a*) não foram influenciadas (P>0,05) pelos tratamentos experimentais (Tabela 8). A coordenada (b*), que representa positivo para cor amarela e índice de saturação (Chroma) reduziram linearmente (P<0,05) com a substituição do milho CBIT no suplemento (Tabela 8). O ângulo de tonalidade (Hue°) não foi alterado (P>0,05) (Tabela 8).

Tabela 8. Resultados de tonalidade, intensidade e luminosidade dos queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.

Item ¹	Substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)					EPM ²	P-Valor ³	
	0	20	40	60	80		L	Q
L	88,27	88,33	88,38	88,54	88,36	0,262	0,519	0,613
a*	-0,87	-0,72	-0,82	-0,79	-0,83	0,137	0,977	0,552
b*	20,36	20,22	19,53	18,74	19,22	1,236	0,008	0,417
Chroma	20,38	20,24	19,54	18,75	19,24	1,235	0,008	0,416
Hue°	113,06	113,06	113,06	113,06	113,06	0,007	0,872	0,675

¹ L* = luminosidade; a* = intensidade de verde; b* = intensidade de amarelo; índice de Chroma= saturação e intensidade da cor; Hue° = mudança na tonalidade da cor

² EPM: Erro padrão da média.

³ P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático.

O aroma e a aparência dos queijos Minas frescal apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$). Ambas variáveis apresentaram maiores notas nos níveis 20, 40 e 60% de substituição do milho pelo CBIT, e menores notas no nível de 80% de substituição. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos diferentes tratamentos sobre cor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra do queijo Minas frescal quando avaliado por painel sensorial (Tabela 9).

Tabela 9. Notas dos testes sensoriais atribuídos aos queijos Minas frescal de vacas em lactação suplementadas com diferentes níveis de substituição do milho pelo coco babaçu integral triturado.

Item	Substituição do milho pelo coco babaçu triturado (% MS)					EPM ¹	P-Valor ²	
	0	20	40	60	80		L	Q
<i>Escala 1-10</i>								
Aroma	7,06	7,40	7,29	7,33	6,99	0,198	0,622	0,033
Aparência	7,83	8,25	8,07	7,84	7,57	0,178	0,101	0,040
Cor	8,10	8,06	8,28	8,01	7,91	0,153	0,306	0,227
Sabor	6,57	6,72	7,07	6,50	6,52	0,271	0,706	0,240
Textura	7,16	7,15	7,18	6,48	6,94	0,294	0,194	0,810
Impressão global	7,08	7,22	7,52	6,93	7,08	0,202	0,624	0,241
<i>Escala (1-5)</i>								
Intenção de compra	2,85	2,85	2,85	2,99	2,66	0,143	0,581	0,312

¹ EPM: Erro padrão da média.

² P Valor para L: Efeito linear ou Q: Efeito quadrático.

2.4 Discussão

A composição físico-química do queijo Minas frescal produzido no estudo está de acordo com os parâmetros estipulados pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL 1996, 2004), apresentando umidade superior a 55%, caracterizando-o como queijo de alta umidade (Tabela 4).

O teor de proteína característico do queijo Minas Frescal pode variar de 12 a 18% de acordo com a Instrução Normativa vigente (BRASIL 1996, 2004), e os valores observados no estudo encontram-se dentro desse intervalo (Tabela 4), refletindo o comportamento observado para o teor de proteína do leite (Tabela 3). Os teores das proteínas do leite, principalmente o da caseína, podem afetar diretamente o rendimento na produção dos derivados lácteos,

impactando nos lucros do laticínio (SOUZA et al., 2015). Entretanto, o teor de proteína no queijo não foi afetado pelo nível de inclusão do CBIT no suplemento (Tabela 2), o que contribuiu para a ausência de efeito no rendimento bruto e ajustado do queijo Minas frescal produzido (MARTINS et al., 2012).

No presente estudo, a ausência de efeito da dieta sobre o rendimento bruto e ajustado (kg de leite/kg de queijo) do queijo Minas frescal era esperado, uma vez que não houve aumento nos teores de proteína, gordura, e principalmente, na proporção de caseína, que estão diretamente relacionados com rendimento do queijo (SOARES et al., 2019). O teor de proteína dos leites de cada tratamento foi muito próximo, bem como o teor de gordura e de extrato seco total (Tabela 3). Por outro lado, quando avaliados em kg queijo/vaca/dia, os rendimentos bruto e ajustado diminuíram com o aumento do nível de CBIT no suplemento. Esse comportamento está relacionado com a queda na produção de leite observada à medida que se aumentou o nível de substituição na dieta (CASTRO, 2019), comprometendo a eficiência da produção do queijo.

A substituição do milho por CBIT no suplemento das vacas não aumentou a concentração dos ácidos graxos saturados 8:0, 10:0, 12:0 e 14:0 na gordura do queijo como era esperado, em virtude da grande proporção desse tipo de ácidos graxos (AG) no coco babaçu (Tabela 2), o que pode estar associado à menor ingestão do suplemento com o aumento do nível de CBIT no suplemento (CASTRO, 2019). A síntese *de novo* de AG na glândula mamária é responsável por 100% dos AG 4:0, 6:0, 8:0, 10:0 e 12:0, aproximadamente 95% do 14:0, e 50% do 16:0 secretados no leite (SHINGFIELD et al., 2013).

As reduções lineares nos teores de AG de cadeia curta (4:0, 6:0, 8:0 e 10:0) na gordura do queijo em resposta ao aumento do nível de CBIT no suplemento (Tabela 6), pode ter sido ocasionado por um ou mais dos seguintes fatores:

(i) Redução acentuada na ingestão dos suplementos contendo CBIT (CASTRO, 2019), que levou a diminuição na síntese de AG saturados 4:0 a 10:0 (Tabela 6) devido ao menor aporte de nutriente e consequentemente, menor fermentação ruminal para a produção do acetato e β -hidroxibutirato, que são os precursores da síntese *de novo* na glândula mamária de ruminantes (NICHOLS et al., 2020). Apesar disso, o conteúdo de 12:0 no queijo não foi alterado, sendo assim, especulou-se que esse AG tenha adicionalmente contribuído para a redução observada dos teores de AG saturados com 4 a 10 carbonos por meio da inibição direta da síntese *de novo* desses ácidos graxos na glândula mamária (FACIOLA et al., 2014).

(ii) A redução no consumo de suplemento foi compensada com um aumento na ingestão de pasto (CASTRO, 2019). As mudanças no perfil dos nutrientes ingeridos resultantes da substituição do suplemento pelo pasto e do milho pelo coco babaçu (ex.: redução de amido e

aumento da fibra da forragem e do FDNi do babaçu), possivelmente resultaram em alterações na composição da microbiota ruminal e no padrão de fermentação microbiana, com aumento de bactérias celulolíticas na produção ruminal em resposta elevação do nível de coco babaçu na dieta (ELGERSMA, 2015). É sabido que a microbiota do rúmen é diretamente afetada por alterações na dieta fornecida aos animais (tipo de forragem, relação volumoso:concentrado, teor de amido/fibra, fonte de carboidrato não-fibroso, teor de óleo, etc.), que consequentemente influencia o metabolismo ruminal dos AG (BERNARD et al., 2018). Outro achado que corrobora que houve aumento da ingestão de pasto, foi o aumento do 15:0 (Tabela 6), uma vez que, esse AG foi encontrado apenas na composição do capim Mombaça, de acordo com a tabela 1.

O aumento do consumo de forragem com a inclusão do CBIT no suplemento, apesar de ter diminuído o aporte de precursores para a produção de AG da síntese *de novo*, pode ter favorecido o desenvolvimento da população de bactérias celulolíticas, promovendo alterações ruminais na relação acetato:propionato. Essa condição pode ter favorecido a maior proporção de acetato, que está positivamente associado ao aumento linear ($P<0,05$) do 14:0 *iso*, 15:0 *iso* e 18:0 *iso* no queijo (Tabela 6) (FIEVEZ et al., 2012; VAZIRIGO HAR et al., 2018). A absorção intestinal desses ácidos graxos de cadeia ramificada e sua captação pela glândula mamária levam à maior deposição desses AG na gordura do queijo (BAUMANN et al., 2016; DIAS et al., 2019).

O aumento linear ($P<0,05$) do teor de ácido vacênico (18:1 *n-7*) nos queijos provenientes dos animais que receberam níveis crescentes de CBIT no suplemento (Tabela 6) indica maior produção ou acúmulo desse AG no rúmen dos animais, uma vez que o 18:1 *n-7* secretado no leite é oriundo da biohidrogenação (BH) incompleta dos ácidos graxos poli-insaturados presentes na dieta (PALMQUIST; JENKINS, 2017). A substituição do milho pelo CBIT na dieta de vacas leiteiras reduziu o consumo de MS do suplemento e elevou o consumo de forragem de forma compensatória (CASTRO, 2019). Sendo assim, pressupõe-se dois mecanismos:

(i) Apesar dos consumos de AG 18:2 *n-6* e 18:3 *n-3*, na dieta total, ter diminuído com a suplementação, a ingestão desses AG via consumo da forragem (CASTRO, 2019), 20 e 11 g/100g de AG totais, respectivamente, no Mombaça (Tabela 1), por se tratar dos principais substratos, podem ter contribuído para o aumento da produção ruminal de 18:1 *trans-11*. Esse comportamento corrobora com Khiaosa-ard et al. (2015), que observaram em seu estudo que animais em sistema de pastejo leva ao enriquecimento de C18:1 *trans-11* na gordura do leite, independentemente do suprimento de AG poli-insaturados. Sendo assim, os animais que se

alimentam de pasto apresentam para esses parâmetros resposta não linear e podem se comportar inversamente ao conteúdo dietético desses AG.

(ii) A extensão de conversão de ácido vacênico (18:1 *t*11) em ácido esteárico (18:0) no rúmen é alterada pelas condições do ambiente ruminal, pelo tipo e concentração de AG poli-insaturados na dieta e por compostos secundários, como polifenóis. Considerando a presença de 3,3 g/100g de tanino no coco babaçu (CARRAZZA et al., 2012), pode se inferir que estes compostos podem ter modulado o processo de BH ruminal por meio da inibição da atividade dos microrganismos responsáveis pela última etapa de BH, ou seja, a conversão de 18:1 *trans*-11 em 18:0, gerando acúmulo do ácido vacênico em detrimento do esteárico (VASTA et al., 2019).

A maior parte (70 a 95 %) do ácido rumênico (18:2 *cis*-9,*trans*-11) secretado no leite é oriunda da síntese endógena na glândula mamária por ação da enzima estearoil-CoA desaturase (SCD), que utiliza como substrato o ácido graxo vacênico (18:1 *trans*-11) formado durante o processo de BH ruminal (HERVÁS; FRUTOS; TORAL, 2019; KLIEM; SHINGFIELD, 2016; LANIER; CORL, 2015). A elevação do teor de rumênico nos queijos Minas frescal produzidos com o leite de vacas alimentadas com CBIT (Tabela 6) é explicada pelo aumento linear do teor de ácido vacênico, que é convertido em CLA *c*9,*t*11 na glândula mamária por ação da enzima SCD (SOUZA et al., 2019). O consumo de FDN do pasto pode ter resultado em um ambiente ruminal que favoreceu a síntese e o fluxo de ácido vacênico do rúmen para a glândula mamária, com consequente maior síntese do ácido rumênico (KHIAOSA-ARD et al., 2015; BERNARD et al., 2018).

Devido à elevação dos teores dos ácidos graxos vacênico (18:1 *t*11), e rumênico (CLA *c*9,*t*11), os somatórios dos AG *trans* totais e dos AGMI *trans* também aumentaram linearmente (Tabela 7). A menor ingestão do suplemento com CBIT, e o aumento no consumo de forragem pelas vacas (CASTRO, 2019), pode ter beneficiado alteração no número de bactérias ruminais com o favorecimento de bactérias fibrolíticas, aumentando o conteúdo de AG intermediários da biohidrogenação ruminal (LERMA-REYES et al., 2018; MARTINS et al., 2016).

Houve aumento ($P < 0,05$) no somatório de ácidos graxos de cadeia ímpar e ramificada (AGCIR) no queijo Minas frescal (Tabela 7). Esses ácidos graxos são oriundos, principalmente, da digestão e absorção dos lipídeos microbianos sintetizados pelas bactérias ruminais (VLAEMINCK et al., 2006), e da síntese endógena na glândula mamária, por meio do alongamento de cadeia usando propionil-CoA como precursor. Segundo Fievez et al. (2012), as bactérias celulolíticas presentes no rúmen, como *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Ruminococcus flavefaciens*, contêm quantidades relativamente altas de ácidos

graxos *iso*, enquanto as amilolíticas contêm em sua membrana maiores teores de AG anteiso, o que corrobora os maiores teores dos ácidos graxos 14:0 *iso*, 15:0 *iso* e 18:0 *iso* encontrados no queijo por não ter havido o consumo de suplemento esperado (CASTRO, 2019). Ainda, o aumento da razão volumoso:concentrado induz maiores conteúdos de AGCIR no fluxo duodenal (BERNARD et al., 2018).

A relação entre 18:2 n-6 e 18:3 n-3 decresceu linearmente com a adição do CBIT no suplemento (Tabela 7) pelo fato de que o teor de 18:2 n-6 decresceu linearmente nos queijos das vacas que receberam níveis crescentes de CBIT no suplemento, ao passo que o teor de 18:3 n-3 aumentou (Tabela 6).

Uma menor proporção de AG ômega-6/ômega-3 é desejável do ponto de vista da saúde humana, visto que os AG ômega-6 normalmente já são consumidos em excesso, enquanto os ácidos graxos ômega-3 são geralmente consumidos em quantidades inferiores ao recomendado (SHINGFIELD et al., 2008). Portanto, o queijo oriundo do leite de vacas suplementadas com CBIT pode trazer esse benefício para a saúde humana. Os ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3 possuem o potencial de melhorar a saúde dos consumidores, devido à sua ação anti-inflamatória e alterações positivas sobre biomarcadores vasculares e tumorais, reduzindo assim o risco de câncer e doenças cardiovasculares agudas (FUENTES et al., 2018).

No presente trabalho, os queijos das vacas suplementadas com CBIT apresentaram alta luminosidade (L^*) (Tabela 8), de acordo com a Instrução Normativa nº 146 (BRASIL/1996), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para queijo Minas frescal, o qual é classificado como um queijo de cor esbranquiçada. Estudo com análise sensorial onde os consumidores indicavam suas percepções em relação as características ideais do queijo Minas frescal, realizado com escala hedônica, aponta a preferência dos consumidores quando o queijo apresenta alta intensidade de cor branca (OLIVEIRA et al., 2017).

A diminuição da intensidade de cor amarela (b^*) e o índice Chroma (C^*) quando o milho foi substituído pelo CBIT em suplementos de vacas leiteiras a pasto (Tabela 8) foi observada, podendo ser explicada pelo menor consumo do suplemento (CASTRO, 2019) das vacas quando o CBIT substituíu o milho. Apesar das forragens apresentarem uma certa quantidade de carotenóides, a substituição dos ingredientes no suplemento pode ter proporcionado redução na quantidade de carotenos depositados no leite e transferidos para o queijo, e consequentemente, diminuição da cor amarela (BLANCO et al., 2019).

Considerando que a análise sensorial é uma ferramenta importante para a qualificação do produto e reflete a preferência do consumidor (BRUZZONE et al., 2015), a aparência e

aroma dos queijos Minas frescal apresentaram uma maior aceitação nos tratamentos 20 e 40% de substituição do milho pelo CBIT. Apesar de ter tido redução linear nos AG de cadeia curta, que são os principais responsáveis pelo aroma e sabor dos produtos lácteos (OLIVEIRA et al., 2015), algum fator intrínseco ao coco babaçu (FREITAS et al., 2014), e que foi transpassado para o queijo, proporcionou melhora inicial na nota de aroma e aparência, mas, quando a quantidade de CBIT foi mais alta, mesmo com a redução dos AG de cadeia curta, houve diminuição na nota de aparência e aroma.

2.5 Conclusão

O CBIT quando em substituição ao milho no suplemento de vacas leiteiras em pastejo não altera as qualidades físico-química do queijo Minas frescal, entretanto, diminui o rendimento da produção de queijo (kg por vaca dia). O CBIT em suplementos de vacas leiteiras a pasto aumenta as concentrações de AG considerados benéficos para o consumo humano 18:1 *trans*-11 e de CLA *cis*-9, *trans*-11 na gordura do queijo e diminui a relação ômega-6/ômega-3, efeitos considerados desejáveis do ponto de vista nutricional, devido às propriedades bioativas benéficas à saúde humana.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45-53.
- ANDREATTA, E. et al. Quality of minas frescal cheese prepared from milk with different somatic cell counts. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 320–326, 2009.
- ARAÚJO, R. A. et al. Performance of lactating cows fed with cake of babassu: ingestive behavior, intake, digestibility, production and quality of milk. **Biological Rhythm Research**, v. 00, n. 00, p. 1–11, 2019.
- BAUMANN, E. et al. Effect of lipid supplementation on milk odd- and branched-chain fatty acids in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 8, p. 6311–6323, 2016.
- BERNARD, L. et al. Milk fat globule in ruminant: Major and minor compounds, nutritional regulation and differences among species. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 120, n. 5, p. 1700039, 2018.
- BLANCO, M. et al. Carotenoids and tocopherol in plasma and subcutaneous fat colour to trace forage-feeding in growing steers. **Livestock science**, v. 219, p. 104-110, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, página 8, de 14 de dezembro de 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 4, de 01 de março de 2004. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e do Abastecimento. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de queijos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 11 mar. 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 nov. 2018. Seção 1, p.9.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 73, de 23 de dezembro de 2019. Regulamento Técnico de Boas Práticas Agropecuárias destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez. 2019. Seção 1, p. 120.
- BRUZZONE, F. et al. Comparison of intensity scales and CATA questions in new product development: Sensory characterisation and directions for product reformulation of milk desserts. **Food Quality and Preference**, v. 44, p. 183–193, 2015.
- CARRAZZA, L. R. et al. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da**

folha do Babaçu. 2012.

CASTRO, I. R. R. **COCO BABAÇU (Orbignya speciosa) INTEGRAL EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO (Zea mays) EM SUPLEMENTOS PARA VACAS LACTANTES SOB PASTEJO**. Dissertação (Mestrado em Produção animal na Amazônia), Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.

CHRISTIE, W. W. of Glycerolipids and Cholesteryl Esters. **Journal Of Lipid Research**, v. 23, p. 1072–1075, 1982.

CORREDDU, F. et al. Can Agro-Industrial By-Products Rich in Polyphenols be Advantageously Used in the Feeding and Nutrition of Dairy Small Ruminants?. **Animals**, v. 10, n. 1, p. 131, 2020.

CRUZ-HERNANDEZ, C. et al. Evaluating the conjugated linoleic acid and Trans 18:1 isomers in milk fat of dairy cows fed increasing amounts of sunflower oil and a constant level of fish oil. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 8, p. 3786–3801, 2007.

CRUZ, R. S. et al. Níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu sobre as características da carcaça de tourinhos confinados. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 73–86, 2015.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 62, n. 4, p. 980–984, 2010.

DIAS, K. M. et al. Milk fatty acid composition of unsupplemented dairy cows grazing on a tropical pasture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, 2019.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4a Edição revista e ampliada. Curitiba: PUCPress, 2015. p. 531.

ELGERSMA, A. Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass-fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 9, p. 1345–1369, 2015.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A. Effects of feeding lauric acid or coconut oil on ruminal protozoa numbers, fermentation pattern, digestion, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 8, p. 5088-5100, 2014.

FIEVEZ, V. et al. Milk odd- and branched-chain fatty acids as biomarkers of rumen function- An update. **Animal Feed Science and Technology**, v. 172, n. 1–2, p. 51–65, 2012.

FREITAS, M. A. G; SIQUEIRA, G. B; SIQUEIRA, F. L. T. Avaliação do uso do resíduo farelo de babaçu (Orbignya sp) na alimentação de ruminantes. **Interações (Campo Grande)**, v. 15, n. 1, p. 59-70, 2014.

FUENTES, N. R. et al. Omega-3 fatty acids, membrane remodeling and cancer prevention. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 64, n. September 2017, p. 79–91, 2018.

HANUŠ, O. et al. Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability—a review. **Molecules**, v. 23, n. 7, p. 1636, 2018.

- HANUŠ, O. et al. The effect of cattle breed, season and type of diet on the fatty acid profile of raw milk. **Archives Animal Breeding**, v. 59, n. 3, p. 373-380, 2016.
- HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v. 90, n. 1, p. 420-426, 1978.
- HERVÁS, G.; FRUTOS, P.; TORAL, P. G. Endogenous synthesis of milk cis-9,trans-11 conjugated linoleic acid in dairy ewes: Quantification using ¹³C-labeled vaccenic acid and comparison with estimates based on cobalt administration. **Journal of Dairy Science**, 2019.
- HUNTERLAB. **CIE L*a*b* color scale: applications note**, v.8, n.7, 1996. Acesso em 12 de setembro de 2019. On line. Disponível em: http://www.hunterlab.com/color_theory.php.
- ISO 9622/IDF 141, 2013. Milk and liquid milk products — Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry, 2nd ed. **International Dairy Federation**.
- JOHNSON, A. D. **Sample preparation and chemical analysis of vegetation**. Measurement of grassland vegetation and animal production. **Anais...Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux**: 1978.
- KHIAOSA-ARD, R; KREUZER, M; LEIBER, F. Apparent recovery of C18 polyunsaturated fatty acids from feed in cow milk: a meta-analysis of the importance of dietary fatty acids and feeding regimens in diets without fat supplementation. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6399-6414, 2015.
- KLIEM, K. E.; SHINGFIELD, K. J. Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 118, n. 11, p. 1661-1683, 2016.
- LANIER, S. J.; CORL, B. A. Challenges in enriching milk fat with polyunsaturated fatty acids. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2015.
- LERMA-REYES, I. et al. Influence of supplemental canola or soybean oil on milk yield, fatty acid profile and postpartum weight changes in grazing dairy goats. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 225-229, 2018.
- LUZ, J. B. et al. Performance and digestibility of confined lambs fed with Babassu cake (*Orbignya speciosa*) as a substitute for elephant grass silage. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 3, p. 977-982, 2019.
- MARTINS, S. C. S. G. et al. Rendimento, composição e análise sensorial do queijo minas frescal fabricado com leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 993-1003, 2012.
- MARTINS, S. C. S. G. et al. Use of Chemically Treated Tropical Forage on the Fatty Acid Profile of Milk. **Journal of Food Quality**, v. 39, n. 6, p. 850-857, 2016.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 2 v. 387p.
- MOTTA, E.F. et al. Desenvolvimento de método analítico rápido para quantificação dos ácidos graxos das forragens por cromatografia gasosa, **in: XIX Encontro Nacional Sobre Metodologias e Gestão de Laboratórios Da Embrapa**. Fortaleza, pp. 17-17, 2014.
- MCGUIRE, Raymond G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

NICHOLS, K. et al. Impact of post-rationally infused macronutrients on bovine mammary gland expression of genes involved in fatty acid synthesis, energy metabolism, and protein synthesis measured in RNA isolated from milk fat. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 11, p. 1-12, 2020.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2001.

OLIVEIRA, J.S. **Queijo**: fundamentos tecnológicos. 2.ed. Campinas:Unicamp, 1986. 146p.

OLIVEIRA, R. et al. Fatty acid profile of milk and cheese from dairy cows supplemented a diet with palm kernel cake. **Molecules**, v. 20, n. 8, p. 15434–15448, 2015.

OLIVEIRA, E. W. et al. Reformulating Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 8, p. 6111-6124, 2017.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. A 100-Year Review: Fat feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10061–10077, 2017.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Challenges with fats and fatty acid methods. **Journal of animal science**, v. 81, n. 12, p. 3250-3254, 2003.

PINTO, C. S. et al. Potential alternative feed sources for ruminant feeding from the biodiesel production chain by-products. **South African Journal of Animal Science**, v. 50, 2020.

QUEIROGA, E. R. C. R. et al. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT-Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 538-544, 2013.

SÁ, H. C. M. et al. Consumo e comportamento ingestivo de ovinos alimentados com inclusões crescentes da farinha do endocarpo I do babaçu (*Orbignya spp.*). **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2084-2089, 2014.

SANTOS NETA, E. R. DOS S. et al. Behavior of sheep fed babassu cake (*Orbygnia speciosa*) as a substitution for elephant grass silage. **Animal Science Journal**, v. 88, n. 8, p. 1171–1177, 2017.

SHINGFIELD, K. J. et al. Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 606, p. 3–65, 2008.

SHINGFIELD, K. J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v. 7, n. SUPPL.1, p. 132–162, 2013.

SILVA, F. T. **Queijo minas frescal**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Informação Tecnológica. 50 p. Agroindústria Familiar. Brasília - DF, 2005.

SOARES, Camila et al. Quality of cheese produced with milk from cows fed forage palm with different forages. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 311-322, 2019.

SOUZA, S. M. et al. Milk fatty acid composition of Holstein x Gyr dairy cows fed sugarcane-based diets containing citrus pulp supplemented with sunflower oil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 1663-1680, 2019.

SOUZA, V. M. DE et al. Efeito de níveis crescentes de ureia na alimentação de vacas sobre o

rendimento, composição, perfil de ácidos graxos e sensorial do queijo minas frescal. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 22, n. 2, p. 107–113, 2015.

SUKHIJA PS AND PALMQUIST DL. Challenges with fats and fatty acid methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 36, p. 1202–1206, 1988.

VASTA, V. et al. Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 5, p. 3781-3804, 2019.

VAZIRIGOHAR, M. et al. Effects of diets containing supplemental fats on ruminal fermentation and milk odd-and branched-chain fatty acids in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 7, p. 6133-6141, 2018.

VLAEMINCK, B. et al. Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, n. 3–4, p. 389–417, 2006.

ANEXOS



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
CAMPUS DE PARAUAPEBAS

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Sr(a), convido você a participar de uma pesquisa a respeito da aceitação e intenção de compra de queijos Minas Frescal confeccionados a partir de leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de inclusão lipídica utilizando coco Babaçu integral, que será parte de uma dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em Produção Animal na Amazônia. Esta pesquisa seguirá a resolução n. 466 de 12 de dezembro de 2012 que se constitui no atual documento-referência para a organização da dinâmica de funcionamento dos Comitês de Ética em pesquisa em Seres Humanos, comitês, têm como propósito fazer a gestão dos protocolos de pesquisa e dos procedimentos de regulamentação da revisão ética na pesquisa com seres humanos no meio acadêmico. Essa pesquisa é importante para gerar dados sobre a influência da inclusão na dieta, sobre características organolépticas de queijos Minas Frescal. Sua participação é importante para que possamos compreender as possíveis interferências. As informações serão coletadas por meio de fichas e de um questionário. Se você concordar em participar, então deverá responder a ficha e o questionário. Os benefícios gerados com sua participação na pesquisa são indiretos, pois as suas informações ajudarão a conhecer melhor os benefícios do produto pesquisado. Os riscos que esta pesquisa poderá oferecer são mínimos, pois os queijos serão submetidos a análises microbiológicas previstas pela ANVISA 2001 (*Estafilococcus*, Coliformes a 45°, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella sp*). Entretanto, caso se sinta desconfortável em função do alimento disponibilizado para a degustação ou com o questionário, você pode desistir. Não haverá pagamento para você participar. A sua participação é voluntária e sua desistência é permitida em qualquer momento do estudo, sem que lhe traga prejuízos. Será assegurado sigilo quanto à sua identidade. Os sujeitos envolvidos na pesquisa poderão ter acesso à pesquisa, em qualquer momento do estudo, para esclarecer dúvidas e se manterem informados a respeito dos resultados obtidos. Os dados deste estudo poderão ser futuramente utilizados pelos pesquisadores para a publicação de trabalhos científicos, publicados em revistas ou em congressos, simpósios e outros eventos.

Essa pesquisa foi elaborada e será conduzida por Dayana Lima Maciel discente da Universidade Federal Rural da Amazônia, (– E-mail: dayanalimamaciel@hotmail.com). Caso esta não seja localizada, poderá ainda ser contatada a orientadora da pesquisa Professora Kaliandra Souza Alves (Tel: (94) 992081580

– E-mail: kaliandra.souza.alves@gmail.com). Este termo segue assinado em duas vias, uma fica com você e outra comigo.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro que fui esclarecido(a) sobre o objetivo da pesquisa, assim como os riscos e benefícios envolvidos na minha participação. Declaro ainda que, por minha livre vontade, aceito participar nesta pesquisa, cooperando com a coleta de dados para análise.

Data: / / _____

ANEXO 2

Ficha avaliativa do painel sensorial

PPGPAA - Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia.

Por favor, avalie as características da amostra servida, marcando, na linha indicada a intensidade da característica em questão, aproximando-se de 0 (zero) para **desgostei muitíssimo** e de 10 para **gostei muitíssimo**. O ponto central da reta representa **nem gostei/nem desgostei**.

Entre uma amostra e outra, beba água e coma biscoito.

N. da Amostra		
Aroma	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo	10 – Gostei
Aparência	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo	10 – Gostei
Cor	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo	10 – Gostei
Sabor	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo	10 – Gostei
Textura	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo	10 – Gostei
Impressão global	Desgostei – 0 muitíssimo muitíssimo	10 – Gostei
Intenção de compra	<input type="checkbox"/> Certamente compraria <input type="checkbox"/> Possivelmente compraria <input type="checkbox"/> Talvez comprasse/talvez não comprasse <input type="checkbox"/> Possivelmente não compraria <input type="checkbox"/> Certamente não compraria	