



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
E RECURSOS PESQUEIROS – PPGCARP



**COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS GIROLANDO ALIMENTADAS COM
RESÍDUO DA CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) EM
SUBSTITUIÇÃO AO MILHO**

JAMIRES SILVA DE SOUZA

Manaus – Amazonas

Julho, 2025

JAMIRES SILVA DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS GIROLANDO ALIMENTADAS COM
RESÍDUO DA CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) EM
SUBSTITUIÇÃO AO MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas, área de concentração: Produção Animal, linha de pesquisa Nutrição e Produção de Monogástricos e Ruminantes.

Orientador: Dr. Michel do Vale Maciel

Coorientadora: Dra. Laura Priscila Araújo Amaro Maciel

Manaus – Amazonas

Julho, 2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- S729c Souza, Jamires Silva De
Composição do leite de vacas girolando alimentadas com resíduo da casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum meyer*) em substituição ao milho / Jamires Silva De Souza. - 2025.
46 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Michel do Vale Maciel.
Coorientador(a): Laura Priscila Araújo Amaro Maciel.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, Manaus , 2025.
1. Ácidos graxos. 2. Biohidrogenação. 3. Nutrição. 4. Qualidade do leite.
I. Maciel, Michel do Vale. II. Maciel, Laura Priscila Araújo Amaro . III. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros. IV. Título
-

JAMIRES SILVA DE SOUZA

**COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS GIROLANDO ALIMENTADAS COM
RESÍDUO DA CASCA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) EM
SUBSTITUIÇÃO AO MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros.

Aprovada em 30 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

MICHEL DO VALE MACIEL

Data: 22/09/2025 13:30:07-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Michel do Vale Maciel – Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Documento assinado digitalmente

MARILIA WILLIANI FILGUEIRA PEREIRA

Data: 17/09/2025 15:15:01-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Marília Williani Filgueira Pereira – Membro
Universidade Federal do Amazonas



Documento assinado digitalmente

NEILA MELLO DOS SANTOS CORTEZ BARBOSA

Data: 18/09/2025 08:06:39-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Neila Mello dos Santos Cortez Barbosa – Membro
Universidade Federal do Mato Grosso

Ao meu Deus que sempre me guiou durante essa jornada, aos meus pais pelo apoio, ao PPGCARP pela oportunidade, e aos incentivos constantes do meu orientador e a todos que me apoiaram até aqui.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a substituição do milho por níveis crescentes do Resíduo da Casca de Tucumã (RCT) (*Astrocaryum aculeatum*) na dieta de vacas Girolando, analisando seus efeitos sobre a composição físico-química do leite, a contagem de células somáticas (CCS), o nitrogênio uréico do leite (NUL) e o perfil de ácidos graxos. Foram utilizadas quatro vacas multíparas, homogêneas quanto à idade, raça, peso e tempo de lactação, distribuídas em delineamento quadrado latino 4x4, composto por quatro períodos experimentais de 15 dias, sendo nove destinados à adaptação e sete à coleta de dados. A dieta consistiu em volumoso de capim picado de *Panicum maximum* cv. Mombaça, associado ao pastejo noturno e ao fornecimento de concentrado, no qual o milho foi substituído pelo RCT nos níveis de 0%, 10%, 20% e 30%. As amostras de leite foram coletadas após a ordenha completa nos três últimos dias de cada período, sendo avaliadas quanto à composição físico-química, perfil de ácidos graxos, CCS e NUL. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, adotando-se 5% de significância. Os resultados demonstraram que a inclusão do RCT até 30% não influenciou ($p > 0,05$) a composição físico-química do leite, os valores de CCS, NUL e os grupos de ácidos graxos saturados, insaturados e desejáveis. Apenas o ácido pentadecanoico (C15:0) apresentou redução linear significativa ($p = 0,0372$). O RCT, portanto, apresenta-se como alternativa promissora para a agricultura familiar amazônica, permitindo o aproveitamento de resíduos agroindustriais sem comprometer a qualidade do leite produzido.

Palavras-Chave: Ácidos graxos; Biohidrogenação; Nutrição; Qualidade do leite

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the replacement of corn with increasing levels of Tucumã Hull Residue (THR) (*Astrocaryum aculeatum*) in the diet of Girolando cows, analyzing its effects on milk physicochemical composition, somatic cell count (SCC), milk urea nitrogen (MUN), and fatty acid profile. Four multiparous cows, homogeneous in age, breed, weight, and lactation period, were distributed in a 4x4 Latin square design, composed of four 15-day experimental periods: nine for adaptation and seven for data collection. The diet consisted of chopped grass roughage of *Panicum maximum cv. Mombaça*, associated with night grazing and concentrate supply, in which corn was replaced by THR at levels of 0%, 10%, 20%, and 30%. Milk samples were collected after full milking on the last three days of each period and evaluated for physicochemical composition, fatty acid profile, SCC, and NUL. Data were subjected to analysis of variance and polynomial regression, adopting a 5% significance level. The results demonstrated that the inclusion of RCT up to 30% did not influence ($p > 0.05$) the physicochemical composition of the milk, SCC, NUL values, or the saturated, unsaturated, and desirable fatty acid groups. Only pentadecanoic acid (C15:0) showed a significant linear reduction ($p = 0.0372$). RCT, therefore, presents a promising alternative for Amazonian family farming, allowing the use of agro-industrial waste without compromising the quality of the milk produced.

Keywords: Fatty acids; Biohydrogenation; Nutrition; Milk quality

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** A- Fazenda Santa Rosa, localizada no município de Iranduba – AM, ramal do Caldeirão, KM 13 da AM- 070; B- “CASA DAS VACAS”, local onde os animais eram alimentados e ordenhados.....29
- Figura 2.** Local de aquisição dos resíduos Feira Manaus Moderna, localizada no Centro da cidade de Manaus, Estado do Amazonas.....30
- Figura 3.** A- Cascas posicionadas de forma horizontal sob telas, alocadas em estufa para plantas; B- Cascas secas após secagem em estufa; C- Cascas Trituradas em condição de farelo para armazenamento30
- Figura 4.** Esquema representativo do delineamento experimental em quadrado latino (4×4), utilizando quatro vacas leiteiras submetidas a quatro níveis de substituição do milho pelo Resíduo da casca de tucumã (RCT).....31
- Figura 5.** Vaca do experimento alimentando-se de capim picado no cocho.....33
- Figura 6.** A- Realização da ordenha mecânica com bezerro ao pé; B- Fornecimento das dietas aos animais do resíduo da casca de tucumã em substituição ao milho.....33
- Figura 7.** A-B: Amostras de leite identificadas e acondicionadas em frascos plásticos de 80 e 500ml para as análises físico-química, Nitrogênio ureico do leite (NUL), perfil de ácidos graxos e CCS.....34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Interpretação de diferentes níveis de NUL (em mg/dL) associados a valores de PB do leite (em porcentagem), para avaliação das características da dieta.....26
- Tabela 2-** Composição bromatológica da suplementação de 1% do PV de acordo com os níveis de inclusão do resíduo da casca de tucumã.....32
- Tabela 3-** Composição bromatológica do *Panicum maximum* cv. Mombaça.....38
- Tabela 4-** Parâmetros da composição do leite analisados em quatro períodos com quatro tratamentos (0%,10%,20% e 30%) no período de abril a junho de 2024 (Gordura, proteína, lactose, sais, sólidos totais, pH, ESD-Extrato seco desengordurado, NUL - Nitrogênio uréico do leite e CCS - Contagem De Células Somáticas), valores médios e erro padrão da média, valores de significância ($p < 0,05$) de vacas alimentados com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.....38
- Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 5 -** Concentração (g/100g de AG totais) dos ácidos graxos da gordura do leite de vacas Girolandas submetidas a diferentes níveis de substituição do milho pelo farelo da casca de tucumã *Astrocaryum aculeatum*.....46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos:	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Bovinocultura de leite no Estado do Amazonas	15
3.2 Alimentos alternativos	16
3.3 Aspectos relacionados ao fruto do Tucumã (<i>Astrocaryum aculeatum</i>)	17
3.4 Perfil de ácidos graxos	19
3.5 Composição físico-químico do leite	22
3.6 Nitrogênio Uréico do leite (NUL) e Contagem de Células Somáticas (CCS).	25
4. METODOLOGIA	28
4.1 Local do Experimento e Animais	28
4.2 Obtenção e preparo do resíduo da casca de tucumã (<i>A. aculeatum</i>)	29
4.3 Dietas Experimentais	30
4.4 Análise físico-química do leite	33
4.5 Análise do perfil de ácidos graxos do leite	34
4.6 Análise de Contagem de Células Somáticas (CCS)	35
4.7 Análise das concentrações de nitrogênio uréico do leite (NUL)	36
4.8 Análise Estatística	36
5. Resultados e discussões	36
5.1 Composição físico-química do leite	36
5.2 Contagem de Células Somáticas (CCS)	39
5.3 Concentrações de nitrogênio uréico do leite (NUL)	39
5.4 Perfil de ácidos graxos	40
6. CONCLUSÃO	47
7. AGRADECIMENTOS	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira tem grande participação no PIB nacional, além de englobar fatores culturais, mantém o homem no campo, gerando emprego, renda e alimentos para suas famílias. Porém, ainda está relacionada a baixas produtividades, o que demonstra a necessidade de se investir em novas tecnologias nutricionais que permitam que a bovinocultura leiteira produza leite com alto padrão de qualidade e a custo reduzido (EMBRAPA, 2025).

A agricultura familiar representa um dos pilares da produção de leite no Brasil, sendo responsável por uma parcela significativa do leite produzido no país. De acordo com o Anuário Leite 2025 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, o Brasil produziu 25,4 bilhões de litros de leite em 2024, registrando um crescimento de 2,38% em relação ao ano anterior (EMBRAPA, 2025). Desse total, aproximadamente 30% é oriundo da pecuária familiar, que também é responsável por cerca de 65% da mão de obra empregada na atividade leiteira. Estima-se ainda que 80% dos produtores de leite brasileiros se enquadrem como agricultores familiares, o que evidencia a forte dependência econômica desses pequenos produtores em relação à atividade leiteira, a qual constitui, para muitos, sua principal fonte de renda (CORREIO DA MANHÃ, 2025).

Estima-se que em 2025 o Brasil produzirá 47,5 milhões de toneladas de leite, ampliando suas exportações para novos mercados e estimulando os municípios brasileiros a buscarem maior eficiência na produção. A atividade leiteira está presente em cerca de 1,3 milhões de propriedades, sendo considerada uma das mais importantes da agropecuária nacional. De acordo com o Mapa do Leite (MAPA, 2024), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, com mais de 34 bilhões de litros ao ano, abrangendo 98% dos municípios brasileiros, com predominância de pequenas e médias propriedades. No estado do Amazonas, a produção representa apenas 0,12% do total nacional, com volume de 44,18 milhões de litros e produtividade média de 485 litros/vaca/ano, segundo o Anuário do Leite da Embrapa (EMBRAPA, 2023). Esses dados evidenciam a necessidade de adoção de tecnologias nutricionais acessíveis e eficientes, capazes de elevar a produtividade e reduzir os custos, promovendo competitividade no mercado leiteiro (PAES *et al.*, 2023).

No Brasil, os custos com alimentação animal correspondem aproximadamente de 65% a 70% do custo total da produção de leite, sendo o milho e o farelo de soja os principais insumos responsáveis por esse impacto (SANTOS *et al.*, 2020). Esse cenário é

ainda mais desafiador no Amazonas, onde as condições logísticas elevam substancialmente os custos de produção. A região enfrenta dificuldades relacionadas à dependência do transporte fluvial, longas distâncias e infraestrutura de estradas precárias, fatores que encarecem o acesso a insumos e dificultam o abastecimento contínuo das propriedades (ALG-GLOBAL, 2023). Produtos como o calcário chegam a custar até três vezes mais na região (WWF, 2020), e os insumos alimentares seguem a mesma tendência. Segundo o Banco Mundial (2023), uma redução de 12,5% nos custos logísticos poderia neutralizar o chamado "ônus geográfico" da região Norte. Além disso, estima-se que os custos logísticos respondam por cerca de 6,3% do PIB brasileiro, influenciando diretamente as cadeias agropecuárias (EMBRAPA, 2022). O transporte do leite até as indústrias pode representar entre 2,7% e 15% do valor pago ao produtor, comprometendo sua margem de lucro (CORREIA *et al.*, 2012; EMBRAPA, 2022). Diante desse cenário, o uso de alimentos alternativos regionais, de menor custo e com adequado valor nutricional, surge como uma estratégia indispensável para garantir a sustentabilidade econômica da atividade leiteira no Amazonas e fortalecer a competitividade dos sistemas produtivos locais.

Diante deste contexto, a utilização do resíduo da casca do Tucumã do Amazonas (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) na alimentação de vacas leiteiras é uma alternativa promissora, uma vez que trata-se de um ingrediente Amazônico e regional. A casca do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer), descartada em grandes quantidades após o despolpamento. O RCT apresenta teores elevados de extrato etéreo (em média 18 a 22% da matéria seca), além de conter níveis relevantes de proteína bruta (8 a 12% MS) e fibra em detergente neutro (45 a 55% MS), o que lhe confere potencial nutricional importante (CARNEIRO *et al.*, 2018; TAVARES, 2020; GARCIA *et al.*, 2023). Pesquisas demonstram que sua composição química pode ser comparável à do milho, especialmente em relação ao aporte energético derivado do elevado teor lipídico (CARNEIRO *et al.*, 2018; GARCIA *et al.*, 2023). Nesse sentido, sua utilização mostra-se uma alternativa estratégica para dietas de vacas leiteiras, sobretudo em períodos de escassez de forragem e de elevação no custo dos grãos (TAVARES, 2020).

Pesquisas anteriores demonstraram que o uso de resíduos agroindustriais pode alterar a composição do leite, com possíveis efeitos positivos sobre a Contagem de Células Somáticas (CCS), Nitrogênio Uréico no Leite (NUL) e perfil de Ácidos Graxos (AG) (CASTAGNARA *et al.*, 2013; RAMOS *et al.*, 2018). O tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) destaca-se por seu elevado teor de ácidos graxos insaturados, com predominância de ácido oleico ($\approx 65\%$), além de linoleico, linolênico e palmitato, o que

lhe confere potencial para enriquecer dietas de vacas leiteiras com lipídios de boa qualidade (FERREIRA *et al.*, 2008; PESCE, 2009). Já a casca, embora menos oleosa, é rica em compostos bioativos, como taninos e polifenóis, contendo cerca de 26,4 mg/g de taninos, valor quatro vezes superior ao da polpa e apresenta potencial antioxidante, com possível efeito modulador sobre a microbiota ruminal e a biohidrogenação de lipídios (FERREIRA, 2019). A inclusão de alimentos ricos em lipídios e compostos bioativos pode favorecer a produção de ácidos graxos benéficos, como o ácido oleico e o CLA, melhorando a qualidade nutricional do leite (BENCHAAR *et al.*, 2007; DUQUE *et al.*, 2020). Apesar da ampla produção e consumo do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) no Amazonas, poucos estudos têm explorado o potencial de aproveitamento de seus resíduos, especialmente a casca, como ingrediente na alimentação de ruminantes. Estima-se que mais de 50% do fruto seja descartado sob a forma de casca e semente, apesar de apresentar potencial nutricional e energético ainda pouco explorado na alimentação de ruminantes (TAVARES, 2020). Sua utilização pode contribuir para a redução do uso de ingredientes convencionais, como milho e farelo de soja, gerando benefícios econômicos ao produtor e ambientais ao evitar o descarte inadequado de seus resíduos. A composição nutricional do tucumã apresenta semelhanças com a do milho, podendo ser considerada uma fonte alternativa de energia e, em alguns casos, de proteína. substituir ingredientes convencionais da dieta de vacas leiteiras por tucumã pode influenciar vários aspectos da produção de leite, incluindo sua composição físico-química, Contagem de Células Somáticas (CCS), Nitrogênio Uréico do Leite (NUL) e perfil de ácidos graxos de uma forma positiva e econômica ao produtor. Mas, para entender melhor esses efeitos, novos estudos experimentais para alimentação de ruminantes são essenciais (MILLER *et al.*, 2013).

Este trabalho parte da hipótese de que o farelo da casca de tucumã pode substituir parcialmente o milho na dieta de vacas leiteiras sem comprometer a composição e a qualidade do leite, com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição sobre os parâmetros físico-químicos do leite, Células Somáticas (CCS), Nitrogênio Uréico do Leite (NUL) e o perfil de ácidos graxos, contribuindo para o uso sustentável de resíduos regionais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito da substituição do milho pelo Resíduo da Casca de Tucumã (RCT) (*A. aculeatum*) na suplementação de vacas girolandas sobre a composição, qualidade e perfil de ácidos graxos do leite.

2.2 Objetivos específicos:

Avaliar o efeito da substituição do milho pelo Resíduo da Casca de Tucumã (RCT) (*A. aculeatum*) na suplementação de vacas girolandas sobre a composição, qualidade e perfil de ácidos graxos do leite.

Objetivos específicos:

- Analisar a composição físico-química do leite de vacas alimentadas com RCT (*Astrocaryum aculeatum*);
- Avaliar a influência do uso do RCT sobre a Contagem de Células Somáticas (CCS);
- Verificar os teores de nitrogênio ureico do leite (NUL) em resposta à inclusão do RCT na dieta em substituição ao farelo de milho;
- Avaliar o perfil de ácidos graxos do leite com a substituição parcial do farelo de milho pelo RCT.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Bovinocultura de leite no Estado do Amazonas

No ano de 2022, 90.915 mil vacas foram ordenhadas (IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal, 2022), no Estado do Amazonas gerando uma produção leiteira de 44,18 milhões de litros produzidos, com uma produtividade de 485 litros por vaca ao ano, totalizando 0,94% a mais da produção do Estado em relação ao ano de 2021 (EMBRAPA, 2023). A maior produção amazonense de leite veio principalmente de Autazes com uma produção de 13 milhões de litros, Careiro da Várzea com 9 milhões de litros e Apuí com 4,96 milhões de litros produzidos (MAPA, 2024).

No estado do Amazonas, a pecuária leiteira enfrenta custos de produção elevados, especialmente relacionados à nutrição animal, devido à necessidade de transporte de insumos como milho, farelo de soja, sal mineral e medicamentos por rotas longas que combinam estradas precárias e trechos fluviais. De acordo com o Instituto Federal do Amazonas (IFAM, 2024), eventos climáticos como a seca agravam ainda mais esses custos, evidenciando as limitações estruturais e logísticas da região. Como resultado, o preço final dos insumos torna-se significativamente superior ao praticado em outras regiões do país, comprometendo a competitividade da cadeia produtiva e dificultando o acesso dos produtores a tecnologias e alimentos de qualidade. Essa realidade contribui para a baixa participação do Amazonas na produção nacional de leite, atualmente em apenas 0,12%. Nesse cenário, os pequenos produtores, majoritariamente enquadrados na agricultura familiar, enfrentam dificuldades em manter a atividade de forma rentável. A adoção de alimentos alternativos de origem regional, como o resíduo da casca do tucumã, representa uma estratégia promissora para reduzir os custos com alimentação, mitigar os impactos logísticos e promover sistemas produtivos mais sustentáveis na região Norte (EMBRAPA, 2023; MAPA, 2024).

A pecuária leiteira do Amazonas possui uma produtividade de 0,12% da produção Brasileira, o que demonstra que a produção ainda é uma das menores do país, necessitando ser melhorada por meio principalmente de novas tecnologias nutricionais para uma produção de qualidade e a custo reduzido visando sempre a competitividade do mercado leiteiro no Estado e no Brasil (EMBRAPA, 2023; MAPA, 2024; PAES *et al.*, 2023). Nesse contexto, a agricultura familiar exerce papel fundamental no desenvolvimento da pecuária leiteira amazônica, sendo responsável pela maior parte da produção nos municípios destacados. Segundo Souza *et al.* (2021), a agricultura familiar não só assegura a geração de renda e o abastecimento local, como também é estratégica

para a adoção de tecnologias sustentáveis e aproveitamento de recursos regionais. Assim, fortalecer a agricultura familiar com alternativas alimentares viáveis e de baixo custo, como o resíduo da casca do tucumã, contribui para a melhoria da qualidade do leite e a sustentabilidade dos sistemas produtivos na região Norte.

3.2 Alimentos alternativos

A utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de vacas leiteiras é uma prática cada vez mais comum e vantajosa na formulação de suas dietas, com intuito de reduzir os custos com o uso do milho e da soja, os quais são tradicionalmente usados na alimentação animal, além de possibilitar a redução nos custos de produção da ração e a poluição ambiental. Esses resíduos podem incluir subprodutos de diversas indústrias, como os subprodutos do processamento de sementes oleaginosas, como soja, girassol e algodão, que são ricas em proteínas e fibras; processamento de polpas cítricas as quais geram resíduos industriais de sucos cítricos, e são ricos em energia e fibra, e pode ser uma excelente fonte de alimento para vacas leiteiras; O bagaço de cana que é um subproduto da produção de açúcar e etanol, e também pode ser usado como fonte de fibra na alimentação de ruminantes; A casca de soja que também é rica em fibras e com boa palatabilidade, e é um resíduo da indústria de processamento de soja (SANTOS *et al.*, 2019).

Os resíduos agroindustriais para a alimentação de ruminantes, são classificados em: concentrados proteicos (torta de girassol, torta de licuri e resíduos de cervejaria); alimentos volumosos (resíduo da uva, maracujá, graviola, acerola e torta de dendê); energéticos (resíduo de cacau, de abacaxi, raspa de mandioca, mucilagem de sisal e feno de sisal); e, concentrado proteico e energético (torta de amendoim). Todos esses resíduos são indicados como alternativas na alimentação animal (SILVA *et al.*, 2014).

De acordo com, Miranda (2001), o estudo dos resíduos de alimentos possui um grande valor econômico, ecológico, e nutricional para plantas e animais, na alimentação animal é de grande importância, porém, para que se possa aproveitar as vantagens econômicas é necessário que haja uma maior ampliação dos estudos básicos para que assim sejam aplicados na produção e comercialização de novos recursos tecnológico e inovadores. O conhecimento da composição química dos alimentos, incluindo a disponibilidade de nutrientes, bem como a concentração e disponibilidade de energia e proteína, é fundamental para a formulação de rações. Entre esses fatores, o valor

energético possui grande importância nutricional e econômica no balanceamento das dietas (SANTOS *et al.*, 2019; STRADA *et al.*, 2005).

A redução dos custos, maior disponibilidade de alimentos no momento da formulação da dieta, nutrientes desejados, e a facilidade de processamento são as principais vantagens do uso de resíduos na alimentação animal. A utilização de resíduos na alimentação de ruminantes tem sido estudada sob vários aspectos, tais como consumo, digestibilidade, ganho de peso e conversão alimentar, levando em conta a saúde ruminal e fisiológica, qualidade dos derivados (carne e leite), bem como a resposta da viabilidade econômica dos alimentos propostos (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Já as desvantagens estão relacionadas à aquisição durante todo o ano, a falta de informações nutricionais de alguns tipos de resíduos e a oferta adequada a cada fase de vida do animal. Alguns subprodutos possuem pouco tempo de vida útil, sendo um entrave no transporte, na conservação nutricional, manipulação e armazenamento. Vale destacar que o uso racional de subprodutos na alimentação dos animais certamente diminuiria o encarecimento e a dependência por alimentos tradicionalmente usados em suas dietas (GHETTI E DOMINGUES, 2008; GIORDANI JUNIOR *et al.*, 2014).

3.3 Aspectos relacionados ao fruto do Tucumã (*Astrocaryum aculeatum*)

O gênero *Astrocaryum* está distribuído na América do Sul. No Brasil, o gênero está distribuído geograficamente com ocorrência confirmada na região Norte, nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, e Tocantins, na região Nordeste nos estados da Bahia, Maranhão e Piauí. Existem duas principais variedades de tucumã: o *Astrocaryum vulgare*, popularmente chamado de tucumã-do-Pará, e o *Astrocaryum aculeatum*, chamado de tucumã-do-amazonas. (FLORA DO BRASIL, 2022).

O uso do tucumã, na região Norte, desempenha um papel significativo na alimentação e economia local, particularmente nos estados do Amazonas e Pará. O tucumã é uma palmeira com uso tradicional, sendo os seus frutos bastante utilizados para consumo *in natura*, para extração do óleo e da polpa, com um grande destaque no agronegócio regional (OLIVEIRA *et al.*, 2022). A polpa do tucumã é utilizada de diversas formas em sanduíches, pães, tapiocas, refrescos, sorvetes, picolés, bolos, geleias, cremes, doces dentre outros. Por ser uma fruta bastante consumida e com tendência crescente em feiras e com uma contribuição econômica muito positiva, os resíduos que sobram ainda é superior perante a polpa que são comercializadas, sendo que a quantidade de cascas e sementes que são descartadas do tucumã constitui mais de 50% do fruto. No

despolpamento é aproveitado apenas 12% da massa seca do fruto e as demais partes são descartadas; desse total, 61% é constituído do epicarpo (casca) que em conjunto com a semente oleaginosa produzem cerca de 286 toneladas de resíduo. A busca por reciclagem desse material se faz necessário para o descarte correto do resíduo oriundo do despolpamento (FONSECA *et al.*, 2020).

Esses subprodutos podem proporcionar outra fonte de valor à indústria de processamento uma vez que são geralmente descartados em grandes quantidades de forma descentralizada. Dessa forma, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico e ambiental, sendo necessárias maiores investigações científicas e tecnológicas que possibilitem sua utilização na alimentação animal (OLIVEIRA *et al.*, 2022).

O tucumã além de ser altamente oleaginoso, seus frutos possuem uma composição rica em nutrientes e apresentam grande potencial para exploração agroindustrial. A parte comestível dos frutos (casca e polpa) é uma rica fonte de lipídios, carboidratos e carotenoides, resultando em um alimento de elevado valor energético. A polpa do *Astrocaryum vulgare* destaca-se pelo alto teor de vitamina A fibras e vitaminas do complexo B, além de conter α e β -caroteno. Em termos de minerais, a polpa do *A. vulgare* é especialmente rica em potássio (401 mg por 100g) e fósforo (53 mg por 100g), além de manganês (0,55 mg), ferro (0,6 mg), sódio (4 mg), cobre (0,39 mg) e zinco (0,9 mg). Estudos do Projeto Biodiversidade para Alimentação e Nutrição (Projeto BFN) indicam que a polpa contém cerca de 1180 unidades de vitamina A por 100g (BELTRAME *et al.*, 2018; TACO, 2011; SOUZA; MARINHO, 2010).

O *A. aculeatum* conhecido por tucumã do Amazonas apresenta propriedades nutricionais relevantes, com baixo teor de açúcar, elevado índice lipídico; sendo este fonte importante de calorias, pró-vitamina A e E e ácidos graxos oleico rico em fibras e ômega 3, 6 e 9, possui poder antioxidante e seu consumo fortalece o sistema imunológico, bem como, quimicamente, o óleo extraído da polpa do tucumã apresenta propriedades anti-inflamatórias e na indústria de cosméticos apresenta ser um excelente hidratante corporal e de produtos capilares (FERREIRA *et al.*, 2008; BONY *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2014; YUYAMA *et al.*, 2008).

Em estudo realizado por Didonet e Ferraz (2014) observou-se a comercialização de 367,8 toneladas do tucumã (*A. aculeatum*) nas feiras e mercados no Amazonas, o que indica o potencial da produção de resíduos oriundo do despolpamento do fruto pelas agroindústrias, tornando o resíduo de tucumã uma fonte interessante de alimento

alternativo na alimentação do ponto de vista econômico e ambiental (LOUREIRO *et al.*, 2007).

Com propriedades nutricionais similares ao milho, o fruto do tucumã (*A. aculeatum*) é rico em extrato etéreo, com um percentual interessante de fibra e proteína (MILLER *et al.*, 2013). Além de apresentar alto valor de matéria seca (89,78%) em sua composição, o endocarpo (casca) do fruto possui um bom valor de extrato etéreo (12,66% MS), matéria seca 89% MS, Proteína 10% PB (MILLER *et al.*, 2013).

De acordo com alguns estudos desenvolvidos dentro da nutrição animal vários resultados positivos foram encontrados devidos às suas propriedades nutricionais com o uso do farelo da casca (resíduo) do tucumã em substituição ao milho na alimentação animal. Ramos *et al.* (2018) ao adicionarem o óleo de tucumã na alimentação de ruminantes constataram resultados favoráveis nos produtos da fermentação ruminal do acetato para o propionato, reduzindo a produção de metano. De acordo com estudo de Tavares (2020) a casca do Tucumã pode ser substituída em até 25% do milho em dietas concentradas para bovinos além de constatar em seu estudo que o tempo de 72 horas de incubação é suficiente para estimar a degradação *in situ* da casca de Tucumã em substituição ao milho. Esses resultados sugerem que o tucumã pode ser uma alternativa viável e benéfica em substituição ao milho e a outros ingredientes tradicionais que são utilizados em diversas dietas animais, para nutrição de vacas leiteiras, contribuindo tanto para a produtividade quanto para a sustentabilidade ambiental.

3.4 Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos do leite de vacas leiteiras pode ser significativamente influenciado pela sua dieta, incluindo o uso de resíduos alimentares, subprodutos de processos agroindustriais ou outros tipos de resíduos orgânicos como principal estratégia a alteração da composição do leite, com o intuito de atender as diversas demandas de mercado com potenciais benefícios econômicos e ambientais (NUDDA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014; FREITAS JÚNIOR, 2012).

Uma das características do leite bovino é a grande proporção de ácidos graxos saturados (AG), com cadeias de 4 a 16 carbonos. Os ácidos graxos de cadeia curta e média (C4 ao C14) constituem aproximadamente 20% da quantidade geral de ácidos graxos do leite e são sintetizados pela própria glândula mamária, enquanto que os outros 80% são representados pelos ácidos graxos de cadeia longa C16 e C18 principalmente os ácidos palmíticos (C16:0), esteárico (C18:0), oléico (C18:1) perfazendo 28,2, 13,3 e 29,8 %

respectivamente. Alguns destes AG são apontados como precursores do colesterol presente nas lipoproteínas de baixa densidade (LDL), responsável por doenças cardiovasculares, é interessante aumentar a participação de ácidos graxos de cadeia longa, mono e poliinsaturados, na composição da gordura do leite, pois os AG possibilitam a redução da incidência de doenças coronarianas, com o aumento do colesterol de alta densidade como o HDL (NUDDA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014; FREITAS JÚNIOR, 2012).

Estudos têm buscado estratégias nutricionais para aumentar, de forma natural, a concentração de ácidos graxos de cadeia longa com efeitos benéficos à saúde humana no leite e seus derivados (DUQUE *et al.*, 2020; EIFERT *et al.*, 2006). Uma dessas estratégias é a modulação da fermentação ruminal por meio da dieta, o que pode incluir a oferta de compostos nitrogenados. Esses compostos favorecem o crescimento de microrganismos ruminais e podem alterar o processo de biohidrogenação dos lipídios, resultando na maior produção e absorção de ácidos graxos insaturados. Dentre esses, destacam-se o ácido rumênico (CLA cis-9, trans-11), principal isômero do ácido linoleico conjugado (CLA) no leite de ruminantes, com propriedades anticarcinogênicas, antidiabéticas e imunomoduladoras. Outro composto relevante é o ácido vacênico (C18:1 trans-11), precursor metabólico do CLA, responsável por cerca de 64% a 97% da sua formação no organismo dos bovinos. Assim, dietas que favorecem a produção desses ácidos graxos resultam em leites e derivados considerados funcionais, com maior valor agregado e potenciais benefícios à saúde humana, especialmente quando também incluem compostos como o ácido oleico (C18:1 cis-9) e o ácido α -linolênico (C18:3) (DUQUE *et al.*, 2020; EIFERT *et al.*, 2006).

Práticas como a suplementação com óleos vegetais, microalgas ou peixes, quando adequadamente protegidos para evitar a biohidrogenação ruminal, promovem aumento significativo de CLA cis-9, trans-11 e do ácido vacênico no leite, além de elevar as frações de altos ácidos graxos de cadeia longa. Essas intervenções otimizam o metabolismo lipídico bovino, resultando em maior concentração de ácidos graxos funcionais sob condições nutricionais controladas (BUYUKKILIC BEYZI *et al.*, 2023; LOCK & BAUMAN, 2004).

Segundo Benchaar *et al.* (2007), o perfil de ácidos graxos no leite pode ser alterado por modificações no padrão de fermentação ruminal e espécies de bactérias ruminais. Desta forma, a utilização de na dieta de vacas em lactação poderia alterar o equilíbrio da

microbiota ruminal e conseqüentemente o perfil de fermentação e do conteúdo que chega ao duodeno, no caso do resíduo da casca do tucumã o fruto é rico em extrato etéreo, com um percentual interessante de fibra e proteína o seu uso surge como uma hipótese para alteração no perfil lipídico do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de compostos nitrogenados onde seria uma possível alteração no equilíbrio da microbiota ruminal e conseqüentemente do perfil da fermentação e do conteúdo que chega ao duodeno, pois o perfil de ácidos graxos no leite pode ser alterado por modificações no padrão de fermentação ruminal e espécies de bactérias ruminais e de acordo com Vlaeminck *et al.* (2006), parte dos ácidos graxos que compõem a gordura do leite vêm da absorção intestinal de lipídeos de membrana provenientes das bactérias do rúmen.

A suplementação lipídica com óleos vegetais, especialmente aqueles ricos em ácidos graxos insaturados, como os presentes no tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), tem ganhado destaque como estratégia para modulação da fermentação ruminal e melhoria da qualidade lipídica do leite. Segundo Jenkins (2008), a inclusão de lipídios na dieta afeta diretamente a atividade de populações microbianas específicas no rúmen, inibindo principalmente as bactérias celulolíticas e promovendo alterações no padrão de fermentação. Isso ocorre porque os lipídios, ao se acumularem na interface líquido-sólido do rúmen, podem interferir na adesão microbiana à fibra e na degradação da parede celular vegetal. No entanto, em níveis moderados e controlados, os óleos vegetais são capazes de reduzir a extensão da biohidrogenação ruminal, um processo no qual os ácidos graxos insaturados são convertidos em saturados pela microbiota, especialmente por espécies do gênero *Butyrivibrio*. Ao limitar essa conversão, aumenta-se a quantidade de isômeros bioativos, como o ácido vacênico (C18:1 trans-11), que escapa do rúmen e é convertido em ácido rumênico (CLA cis-9, trans-11) na glândula mamária por ação da enzima Δ^9 -dessaturase (SHINGFIELD *et al.*, 2010).

Além disso, o óleo de tucumã contém compostos bioativos com ação antioxidante, como tocoferóis e carotenóides, que podem contribuir para um ambiente ruminal mais estável e menos oxidativo. Isso favorece a preservação de ácidos graxos poli-insaturados, como o ácido oleico (C18:1 cis-9) e o ácido α -linolênico (C18:3), ambos associados a efeitos benéficos à saúde humana. A presença desses ácidos no leite está correlacionada com menor risco de doenças cardiovasculares, ação anti-inflamatória e melhor metabolismo lipídico (PALMQUIST & JENKINS, 2003; LOCK & BAUMAN, 2004).

Contudo, é fundamental ressaltar que a inclusão excessiva de lipídios na dieta pode comprometer a fermentação da fibra, reduzir a digestibilidade da matéria seca e afetar negativamente o desempenho animal. Assim, o uso de ingredientes como o farelo da casca de tucumã deve ser cuidadosamente balanceado, levando em consideração o teor de extrato etéreo, a composição da dieta basal e a resposta produtiva dos animais. Quando adequadamente manejado, esse tipo de suplementação representa uma ferramenta nutricional promissora para a produção de leite com maior valor funcional e sustentável.

O uso de resíduos na alimentação de vacas leiteiras pode alterar o perfil de ácidos graxos do leite, potencialmente melhorando sua qualidade nutricional e contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis. No entanto, é essencial realizar uma análise cuidadosa dos resíduos utilizados para garantir a segurança e a eficácia da dieta fornecida aos animais (AGUIAR *et al.*, 2015).

3.5 Composição físico-químico do leite

Conhecer a composição físico-química do leite é fundamental para a fabricação de produtos lácteos, sejam eles fermentados ou não. A composição do leite pode ser influenciada por diversos fatores, como: dieta, onde a alimentação do animal afeta diretamente a qualidade e a quantidade dos nutrientes presentes no leite; genética, pois as diferentes raças de animais produtores de leite têm variações que podem influenciar a composição do leite; estação do ano, sendo que as mudanças sazonais podem afetar a disponibilidade e a qualidade dos alimentos, além das condições ambientais (RAMOS, 2014; NASCIMENTO & GALVÃO, 2020).

A composição do leite pode sofrer variações ao longo da lactação, influenciada pelo estágio fisiológico da vaca. Durante esse período, os teores de gordura, proteína e outros constituintes podem oscilar de forma natural. Além disso, fatores como o manejo sanitário e zootécnico, as práticas de ordenha e as condições de saúde do animal exercem papel decisivo na qualidade do leite. Animais com mastite, por exemplo, tendem a apresentar alterações nos níveis de gordura e proteína, bem como aumento na contagem de células somáticas, comprometendo a qualidade para consumo e industrialização (RAMOS, 2014; NASCIMENTO; GALVÃO, 2020).

O leite é uma emulsão complexa composta majoritariamente por água (87,2%), seguida por gordura (3,6%), lactose (4,5%), proteínas (3,0%) e minerais (0,7%). A água, como principal constituinte, afeta diretamente propriedades físico-químicas como a

densidade, que normalmente varia entre 1,023 g/mL e 1,040 g/mL a 15°C, com valor médio em torno de 1,032 g/mL (RAMOS, 2014; NASCIMENTO; GALVÃO, 2020).

A densidade do leite é determinada pela concentração relativa de dois grupos de substâncias: Os componentes dissolvidos e suspensos (como lactose, proteínas e sais minerais) e a proporção de gordura. A água, com densidade padrão de 1 g/mL, serve como base de comparação: a gordura do leite possui densidade inferior à da água, enquanto os sólidos não gordurosos são mais densos. O conhecimento da densidade do leite é importante para a detecção de possíveis fraudes por adição de água, uma vez que, a adição de água diminui a densidade e a redução de gordura aumenta a densidade (NASCIMENTO & GALVÃO, 2020; VIROLI *et al.*, 2022).

Assim, a densidade do leite reflete o equilíbrio entre esses elementos e pode ser alterada por fatores como a composição da dieta das vacas. Dietas mais energéticas ou com inclusão de alimentos alternativos ricos em lipídios ou compostos bioativos, como o farelo da casca de tucumã, podem influenciar os níveis de gordura e de sólidos totais no leite, modificando, conseqüentemente, sua densidade. Além disso, variações na densidade também são indicativas de adulterações, como adição de água (que reduz a densidade) ou retirada de gordura (que a aumenta) (NASCIMENTO & GALVÃO, 2020; VIROLI *et al.*, 2022).

A gordura, devido à sua importância nutricional, sensorial e econômica, é um dos parâmetros mais valorizados na indústria de laticínios, sendo essencial para a produção de derivados com bom rendimento e qualidade. A lactose, principal carboidrato do leite, representa cerca da metade dos sólidos não gordurosos e é responsável por aproximadamente 30% das calorias fornecidas pelo leite. No geral, o leite é constituído por cerca de 87% de água e 13% de substâncias sólidas, conhecidas como extrato seco total (EST), que englobam gordura, carboidratos, proteínas e minerais. A qualidade do leite cru é diretamente influenciada pela sanidade animal, condições de manejo, qualidade da água, higiene dos equipamentos e práticas adequadas de ordenha. Fatores nutricionais também desempenham papel central nesse processo, interferindo na composição e, por conseqüência, na qualidade e no rendimento industrial dos produtos lácteos (NASCIMENTO & GALVÃO, 2020; VIROLI *et al.*, 2022).

Os ácidos graxos (AG) presentes na gordura do leite de ruminantes são influenciados por fatores nutricionais, fisiológicos e microbianos, e podem ser

classificados como saturados (AGS), insaturados (AGI) e desejáveis (AGD). Os AGS, como o ácido mirístico (C14:0) e o ácido palmítico (C16:0), são predominantes no leite e têm sido associados a efeitos hipercolesterolêmicos, contribuindo para o aumento do colesterol LDL em humanos (JENKINS, 2008; PEDROSO, 2021).

Em contrapartida, os AGI, especialmente os de cadeia longa como o ácido oleico (C18:1 cis-9) e o linoleico (C18:2), são reconhecidos por suas propriedades benéficas à saúde cardiovascular, incluindo a redução do colesterol total, ação anti-inflamatória e melhora da sensibilidade à insulina (GARCIA *et al.*, 2023; SILVA, 2022). Os AGD, por sua vez, englobam principalmente esses AG insaturados com função bioativa, sendo considerados indicadores de qualidade nutricional do leite (MACEDO *et al.*, 2021).

A inclusão de alimentos ricos em lipídios insaturados na dieta de vacas leiteiras pode alterar o processo de biohidrogenação ruminal, reduzindo a conversão de AG insaturados em saturados e promovendo sua maior absorção e incorporação ao leite (PALMQUIST; JENKINS, 1980). Entre esses alimentos, destaca-se o tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), fruto da região amazônica, cuja polpa apresenta elevada concentração de ácido oleico (55–63%) e linoleico (5–10%), além de compostos antioxidantes como carotenoides e polifenóis, que podem inibir parcialmente a atividade biohidrogenadora ruminal (SILVA *et al.*, 2018; SILVA, 2022). Dessa forma, o uso de subprodutos do tucumã surge como uma alternativa promissora para modulação positiva do perfil de ácidos graxos do leite, contribuindo para a oferta de alimentos funcionais com benefícios à saúde humana.

É importante avaliar a composição do leite de animais que são submetidos a novas dietas. Pois, do ponto de vista físico-químico, o leite é uma mistura homogênea de grande número de substâncias (lactose, glicérides, proteína, sais, vitaminas, enzimas, etc.), das quais algumas estão em emulsão, suspensão e outras em dissolução verdadeira. A gordura (emulsão) é o componente mais variável entre as espécies e raças sendo também influenciada pela alimentação e a idade do animal. Entretanto, não se conhece a magnitude das alterações ocasionadas na composição do leite de vacas alimentadas com uso de resíduos agroindustriais, essa quantificação é relevante, uma vez que cerca de 50% das alterações que ocorrem na composição do leite são resultantes de alterações nutricionais (JÚNIOR *et al.*, 2010).

3.6 Nitrogênio Uréico do leite (NUL) e Contagem de Células Somáticas (CCS)

O Nitrogênio Ureico no Leite (NUL) é uma ferramenta valiosa na gestão da nutrição proteica de vacas leiteiras. Ele serve como um indicador da eficiência da utilização de proteínas na dieta de vacas leiteiras. A proteína desempenha várias funções no organismo, sendo um nutriente de fundamental importância na dieta de ruminantes. A proteína é considerada um dos nutrientes mais caros da alimentação, portanto a formulação de dietas precisas é muito importante, não só pela questão econômica, evitando gastos desnecessários, mas também porque, este componente pode ser prejudicial tanto em altas ou em baixas quantidades na dieta podendo comprometer o desempenho reprodutivo e produtivo de vacas leiteira podendo ocorrer perdas na reprodução e na produtividade, além da liberação de nitrogênio nas excretas e poluição do meio ambiente (GONZALEZ, 2004).

O excesso da ureia pode atuar de duas maneiras: um efeito tóxico no útero, influenciando seu pH e criando um ambiente impróprio para o desenvolvimento embrionário; e um efeito negativo no balanço energético do animal, já que a excreção de cada grama de nitrogênio requer cerca de 7,4 kcal de energia metabolizável. Por este motivo, as formulações devem ser sempre feitas de forma balanceada, para que a proteína da dieta esteja em equilíbrio com a necessidade do animal em todas as fases da sua vida (GONZALEZ, 2004).

As vacas leiteiras têm suas exigências proteicas atendidas por meio da absorção do intestino delgado que vêm de duas principais fontes: Sendo a primeira das proteínas não degradáveis no rúmen (PNDR ou *bypass*) sendo essa fração de proteína a que passa pelo rúmen sem ser degradada pelos microrganismos ruminais. Sendo ela diretamente absorvida no intestino delgado, proporcionando aminoácidos essenciais para a vaca (GONZALEZ, 2004).

A segunda fonte é por meio das proteínas microbianas, a qual é sintetizada por microrganismos no rúmen a partir da proteína degradável no rúmen (PDR). Os microrganismos utilizam a PDR, juntamente com a energia na forma de carboidratos, para crescer e se multiplicar, formando a proteína microbiana. Quando esses microrganismos passam para o intestino delgado, a proteína microbiana é digerida e absorvida como aminoácidos. Essas duas fontes combinadas fornecem os aminoácidos necessários para a manutenção, crescimento, reprodução e produção de leite das vacas leiteiras, conforme detalhado pelo *National Research Council* (NRC, 2001).

Os valores de referência considerados adequados para o nitrogênio ureico no leite (NUL) para vacas em lactação estão entre 2,5 e 7,0 mmol/L (GERON *et al.*, 2010; JONKER *et al.*, 2002). Concentrações abaixo de 4,3 mmol/L (equivalente a 12 mg/dL), especialmente menores que 2,9 mmol/L (8 mg/dL) (Tabela:1), podem indicar deficiência proteica ou excesso de carboidratos não fibrosos na dieta, comprometendo a fermentação ruminal, a produção de proteína microbiana e o desempenho produtivo. Por outro lado, valores acima de 6,4 mmol/L (18 mg/dL), ou superiores a 8,9 mmol/L (25 mg/dL) em análises individuais, estão associados a perdas energéticas pela excreção de ureia, redução nas taxas de concepção, desperdício de proteína e potenciais impactos ambientais negativos (GONZALEZ *et al.*, 2001; GONZALEZ, 2004).

Recomenda-se que a análise de NUL seja feita trimestralmente, especialmente após mudanças na dieta ou em casos de suspeita de desequilíbrios proteicos. Situações como fornecimento de pastagens novas, introdução de novas forragens, alterações na solubilidade ou na degradabilidade da proteína, e mudanças na umidade dos grãos devem ser acompanhadas de perto, assim como quedas na taxa de concepção ou alterações na consistência das fezes e teor de proteína do leite. Para diagnósticos mais precisos, sugere-se a coleta de dados de pelo menos 10 animais, com exclusão de vacas em início de lactação (<35 dias), cujos resultados podem ser mais variáveis (GONZALEZ *et al.*, 2001; GONZALEZ, 2004).

Tabela 1- Interpretação de diferentes níveis de NUL (em mmol/L) associados a valores de PB do leite (em porcentagem), para avaliação das características da dieta.

Proteína do leite (%)	NUL < 2,5 (mmol/L)	NUL 2,5 – 7,0 (mmol/L)	NUL >7,0* (mmol/L)
< 3,0	Energia: Baixa PSR e PDR: Baixas	Energia: Baixa PSR e PDR: Normal	Energia: Baixa e/ou PSR e PDR: Altas
3,0-3,2	PSR e PDR: Baixas	Sincronia Ruminal	Energia: Baixa e/ou PSR e PDR: Altas
> 3,2	Energia: Alta PSR e PDR: Baixas	Energia: Alta PSR e PDR: Normal	PSR e PDR: Altas

PSR= Proteínas solúveis no rúmen; PDR= Proteínas degradáveis do rúmen. *A uréia aumenta \pm 35% por cada 30% de deficiência de energia (GONZÁLEZ, 2004).

Valores elevados de NUL (Nitrogênio Uréico no Leite) podem indicar excesso de proteína na dieta ou má utilização do nitrogênio pela vaca, evidenciando que a proteína fornecida não está sendo eficientemente convertida em proteína microbiana no rúmen, resultando em elevada excreção de nitrogênio pela urina. Por outro lado, valores baixos de NUL podem refletir deficiência proteica na dieta ou subalimentação, comprometendo

a produção e a qualidade do leite. A interpretação conjunta dos teores de proteína no leite com os níveis de NUL permite uma avaliação mais precisa do equilíbrio proteico-energético da dieta, possibilitando ajustes nutricionais mais eficazes conforme demonstra na Tabela:1 (MEYER, 2006; GONZÁLEZ, 2004).

Segundo González *et al.* (2001), o excesso de proteína degradável no rúmen, quando não utilizado pelos microrganismos, é convertido em amônia e posteriormente em ureia no fígado. Essa ureia, altamente solúvel, circula pelo sangue e atinge a glândula mamária, sendo parcialmente excretada no leite. Esse processo, além de representar desperdício nutricional, já que 1 unidade de nitrogênio no leite pode significar a perda de até 180 g de farelo de soja, também está associado a maior exigência energética para excreção (cerca de 7,4 kcal por grama de nitrogênio), podendo comprometer a fertilidade e o desempenho produtivo. Portanto, o monitoramento dos níveis de NUL no leite é uma ferramenta essencial para otimização da dieta e melhoria da eficiência produtiva dos rebanhos leiteiros.

A análise de Nitrogênio Ureico no leite (NUL) tem se destacado na bovinocultura leiteira como uma ferramenta prática, rápida, acessível e confiável para monitorar o manejo nutricional de vacas em lactação. Ao associar os valores de NUL com a dieta fornecida, é possível diagnosticar desequilíbrios nutricionais e ajustar a formulação da ração com maior precisão (MEYER, 2006; GONZALEZ, 2004).

Em geral, o NUL serve como indicador do balanço entre proteína e energia na dieta: valores elevados ou reduzidos podem sinalizar problemas no aproveitamento dos nutrientes. Concentrações baixas de NUL, por exemplo, sugerem menor fermentação de carboidratos no rúmen, o que resulta em menor produção de energia e, conseqüentemente, reduzida conversão de amônia em ureia no fígado (GONZALEZ *et al.*, 2001; GONZALEZ, 2004).

O NUL é um indicativo da adequação ou excesso de amônia ruminal em relação à energia disponível para o crescimento microbiano no rúmen. O conteúdo de proteína no leite depende diretamente do aporte energético na dieta, e sua estimativa é geralmente feita a partir da determinação do nitrogênio total, pelo método de Kjeldahl, multiplicado por 6,38, com base na premissa de que as proteínas lácteas contêm, em média, 15,7% de nitrogênio (GONZALEZ *et al.*, 2001; GONZALEZ, 2004; GONZALEZ, 2018).

Segundo Rosa *et al.*, (2012) o manejo nutricional das propriedades poderia ser melhor avaliado se estivesse embasado também na análise do nitrogênio uréico do leite, pois este é um parâmetro, que caracteriza o balanço nutricional das dietas ofertadas aos animais. O teor de nitrogênio ureico no leite (NUL) possibilita avaliar a qualidade da

nutrição dos animais, e pode ser analisado na mesma amostra coletada para análise da composição e Contagem de Células Somáticas CCS, diversos fatores podem influenciar a variação da contagem de células somáticas (CCS) no leite de vacas em lactação, como idade, ordem de parto, período de lactação, mês e estação do ano, etc., porém o estado de infecção do úbere é o principal fator responsável pela variação da CCS. Como o número de células somáticas aumenta em resposta à inflamação do úbere, pois a incidência de animais com elevado número de células somáticas indicam problemas de mastite subclínica no rebanho. Os valores máximos permitidos para CCS são de 500 mil células/mL para CCS, segundo às Instruções Normativas 76 e 77 do Mapa (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b).

Valores acima dos valores permitidos indicam infecções da glândula mamária, que além de aumentar os níveis de células somáticas (CCS), desencadeiam uma série de fatores que alteram a composição físico-química do leite. Entre esses fatores, destaca-se a diminuição da síntese e a quebra da caseína, que é a principal proteína do leite (BARRETO *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2012; HEMSING *et al.*, 2022).

A redução da caseína traz diversos impactos negativos para a indústria láctea, causando instabilidade térmica do leite, com a diminuição da caseína a estabilidade do leite fica comprometida quando submetido ao calor, o que é um problema em processos de pasteurização e outros tratamentos térmicos. A caseína é essencial para a coagulação do leite, um processo fundamental na fabricação de queijos e outros produtos lácteos. A redução na quantidade de caseína dificulta a formação adequada do coalho, afetando a textura e a qualidade do produto final. Com menos caseína, os produtos lácteos tendem a reter mais umidade, o que pode comprometer a sua consistência e durabilidade (BARRETO *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2012; HEMSING *et al.*, 2022).

As alterações na composição proteica do leite devido à quebra da caseína podem resultar em sabores estranhos, tornando os produtos lácteos menos palatáveis afetando sua aceitação pelo consumidor. Esses fatores ressaltam a importância de manter a saúde das glândulas mamárias dos animais de produção, garantindo a qualidade do leite e a eficiência dos processos de fabricação de derivados lácteos (BARRETO *et al.*, 2020; ROSA *et al.*, 2012; HEMSING *et al.*, 2022).

4. METODOLOGIA

4.1 Local do Experimento e Animais

O experimento foi conduzido na propriedade privada “Fazenda Santa Rosa”, localizada no município de Iranduba – AM, ramal do Caldeirão, KM 13 da AM- 070, S/N (Figura:1). O experimento está registrado com o nº 23105.013038/2024-55 aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (4x4), onde cada período experimental teve a duração de 15 dias, sendo nove dias destinados à adaptação a nova dieta e os demais para avaliação da composição físico-química do leite, perfil de ácidos graxos, contagem de células somáticas (CCS) e nitrogênio uréico do leite (NUL). Foram selecionadas 4 vacas no 2/3 de lactação, da raça Girolando, com peso médio de 350 kg, multíparas, com a mesma idade e suplementadas com 1% de sua massa corporal (Figura:4).



Figura 1: A- Fazenda Santa Rosa, localizada no município de Iranduba – AM, ramal do Caldeirão, KM 13 da AM- 070; B- “CASA DAS VACAS”, local onde os animais eram alimentados e ordenhados.

4.2 Obtenção e preparo do resíduo da casca de tucumã (*A. aculeatum*)

As cascas do tucumã (*A. aculeatum*) foram adquiridas na Feira Manaus Moderna (Figura:2), localizada no Centro da cidade de Manaus, Estado do Amazonas, onde trabalhadores liberais realizavam o despulpamento para venda e descartavam a casca e o caroço. Após a coleta, foi realizada a separação das cascas do tucumã, tendo em vista que apenas o epicarpo (casca) foi utilizado. As mesmas foram secas em telas posicionadas de forma horizontal e alocadas em estufa para plantas, ficando no local de 5-7 dias, dependendo das condições climáticas. Após secagem, as cascas foram homogeneizadas e trituradas, até atingir a condição de farelo para armazenamento (Figura:3).



Figura 2: Local de aquisição dos resíduos Feira Manaus Moderna, localizada no Centro da cidade de Manaus, Estado do Amazonas.



Figura 3: A- Cascas posicionadas de forma horizontal sob telas, alocadas em estufa para plantas; B- Cascas secas após secagem em estufa; C- Cascas Trituradas em condição de farelo para armazenamento.

4.3 Dietas Experimentais

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de substituição (0%, 10%, 20% e 30%) do milho pelo resíduo da casca de tucumã (RCT), com base na matéria seca. As dietas foram fornecidas em dois horários, 7h e 15h. A fonte de volumoso foi *Panicum maximum* cv. Mombaça. O capim foi fornecido no cocho durante o dia e durante a noite os animais foram mantidos em regime de pastejo.

Os animais eram ordenhados por ordenha mecânica, com bezerro ao pé, uma vez ao dia, às 06:00 horas, de acordo com o manejo da fazenda. As amostras de leite eram coletadas após ordenha completa de cada animal individualmente na propriedade, nos

últimos três dias de cada período para análise físico-química, perfil de ácidos graxos, CCS e NUL (Figura:6).

As amostras dos ingredientes dos concentrados e do volumoso fornecidos aos animais foram coletadas em cada período experimental para posterior análise laboratorial de sua composição química. As características bromatológicas do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça estão apresentadas na Tabela 2. Já a Tabela 3 exibe as proporções dos ingredientes utilizados nos diferentes níveis de substituição do milho pelo farelo da casca de tucumã.

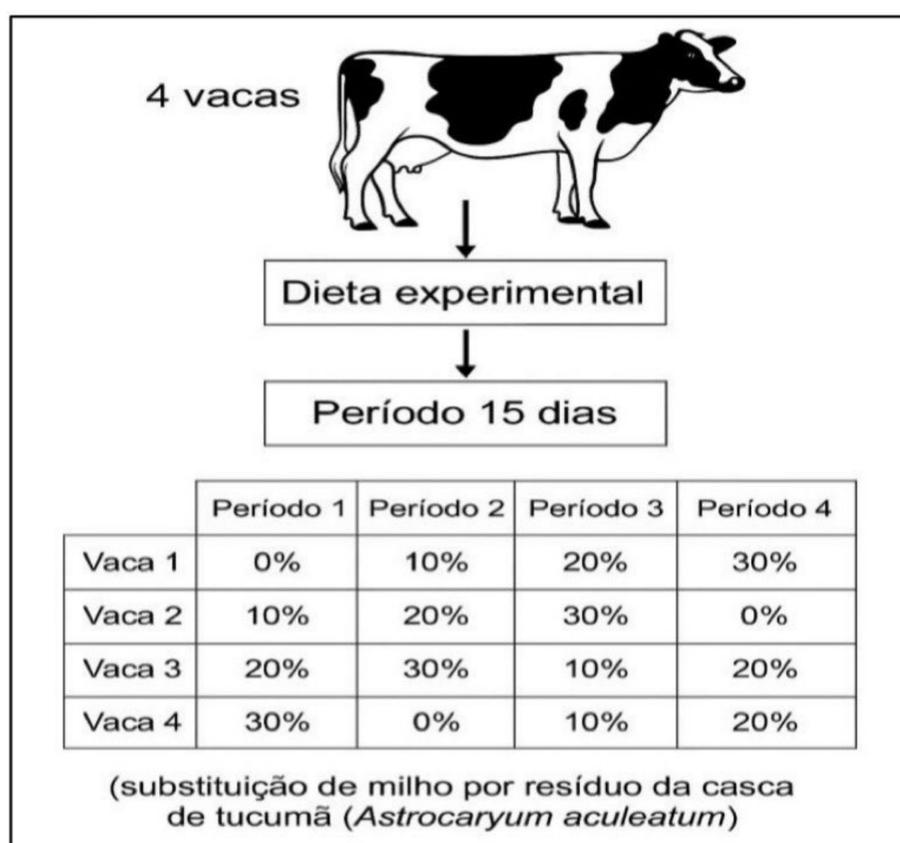


Figura 4: Esquema representativo do delineamento experimental em quadrado latino (4×4), utilizando quatro vacas leiteiras submetidas a quatro níveis de substituição do milho pelo Resíduo da casca de tucumã (RCT).

Tabela 2 – Composição bromatológica da suplementação de 1% do PV de acordo com os níveis de inclusão do resíduo da casca de tucumã.

Ingredientes	Níveis de Inclusão da Casca de Tucumã (%)			
	0%	10%	20%	30%
Farelo de Soja	34,29	34,29	34,29	34,29
Milho	64,29	57,86	51,43	45,00
Ureia ¹	1,42	1,42	1,42	1,42
Farelo de Tucumã	0	6,43	12,86	19,29
Composição Química (%) ¹				
MS	90,44	90,54	90,64	90,73
PB	26,88	26,89	26,90	26,91
MM	3,71	4,10	4,48	4,87
MO	94,89	94,51	94,12	93,74
FDN	14,96	17,88	20,81	23,73
EE ²	3,45	3,87	4,29	4,71
CNF	51,00	47,26	43,52	39,78
CHOT	65,96	65,14	64,33	65,51

¹MS=Matéria seca; PB=Proteína bruta; MM=Matéria mineral; MO=Matéria orgânica; FDN=Fibra em detergente neutro; EE=Extrato etéreo; CNF= Carboidratos não fibrosos; CHOT= Carboidratos totais. ²Adaptado de Sá (2023).

Tabela 3– Composição química do *Panicum maximum* cv. Mombaça

Volumoso	Composição Química (%) ¹				
	MS	PB	MM	MO	FDN
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	91,12	8,00	10,00	90,00	78,47

¹ MS=Matéria seca; PB=Proteína bruta; MM=Matéria mineral; MO=Matéria orgânica; FDN=Fibra em detergente neutro; EE=Extrato etéreo.



Figura 5 – Vaca do experimento alimentando-se de capim picado no cocho.



Figura 6: A- Realização da ordenha mecânica com bezerro ao pé; B- Fornecimento das dietas aos animais do resíduo da casca de tucumã em substituição ao milho.

4.4 Análise físico-química do leite

Para avaliação da análise físico-química do leite, foi realizada a coleta do leite de cada animal, nos diferentes períodos experimentais. Posteriormente a amostra foi homogeneizada em um balde de aço inox com capacidade de 10L por meio de agitação mecânica com auxílio de uma alça de aço inox, onde foi retirada uma alíquota do balde com o auxílio de uma concha de aço inoxidável higienizada.

As amostras de leite foram identificadas e acondicionadas em frascos plásticos com capacidade de 80 ml, para as análises de composição físico-química. Imediatamente após a coleta das amostras, as mesmas foram acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo reciclável mantidas em temperatura entre 2 °C e 7 °C e enviadas ao laboratório de Qualidade de Lácteos do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (ICSEZ -

UFAM). Os dados com a identificação dos animais e período foram anotados em formulário próprio com número dos animais, data, período alimentar, análises, verificação da rotina de ordenha, averiguação da ordem de parto, tipo de alimentação etc. As análises para determinação dos teores de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, sólidos não gordurosos, índice crioscópico, sais, potencial hidrogeniônico e condutividade as amostras foram submetidas à análise por absorção do equipamento analisador ultrassônico de leite, modelo Lactoscan® MCCW.

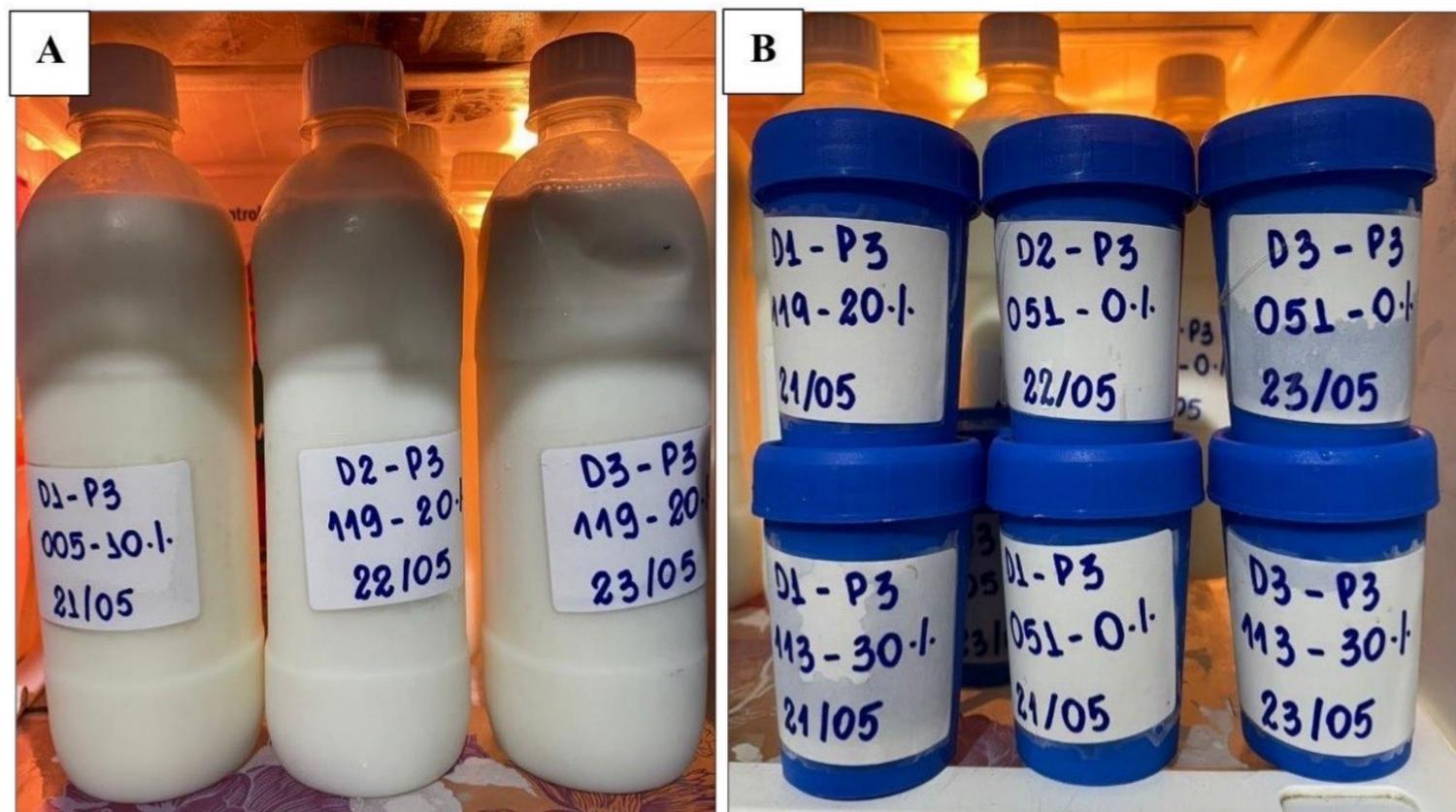


Figura 7: A-B: Amostras de leite identificadas e acondicionadas em frascos plásticos de 80 e 500ml para as análises físico-química, Nitrogênio ureico do leite (NUL), perfil de ácidos graxos e CCS.

Para análise do perfil de ácidos graxos do leite, as amostras de leite para a avaliação foram coletadas individualmente em ordenhas consecutivas durante os três últimos dias de cada período experimental alimentar com o resíduo da casca de tucumã. Foram retiradas alíquotas compostas de 500ml durante ordenha, a qual foram encaminhadas para a extração e metilação da gordura. Para extração dos lipídios, foi utilizado o método Soxhlet, utilizou 5 mg da amostra de leite em pó para 150 mL de Hexano, por período de 4 horas com pelo menos oito refluxos.

Para o processo de derivatização de ácidos graxos 100 mg de amostra de óleo foram utilizadas. A saponificação foi realizada com solução de NaOH em metanol (0,5 mol/L) em banho aquecido por 5 min e temperatura de 80 °C. Posteriormente, utilizou-se 5 mL da solução derivatizadora composta por NH₄NO₃ e ácido sulfúrico em metanol (2 g/ 3 mL/ 60 ml, respectivamente) por mais 5 min em banho aquecido a 80 °C.

Finalmente, foi realizada a extração dos ésteres de ácidos graxos utilizando solvente apolar, o acetato de etila.

As amostras foram filtradas utilizando filtro de 22 μm e concentradas via fluxo de nitrogênio e logo injetadas no cromatógrafo a gás. Para a qualificação do perfil de ácidos graxo das amostras a partir de seus ésteres foi utilizado o padrão analítico de ésteres de ácidos graxos uma mistura de C4-C24 da marca sulpeco (FAME, sigla em inglês) em comparação com o fator de retenção e área cromatográfica dos compostos. Foi utilizado o cromatógrafo à gás, Shimadzu GC2010 acoplado ao detector de Ionização por Chamas (FID, sigla em inglês).

Os parâmetros utilizados para o equipamento foram: temperatura do injetor, 250 °C, gás de arraste Hélio, fluxo 1,5 mL/min, velocidade linear de 30,3 cm/min, modo de injeção split e taxa de 1:50. A temperatura da Coluna foi programada para iniciar em 100 °C com taxa de aquecimento de 10 °C por min até alcançar 170 °C, e após manter uma taxa de aquecimento de 4 °C por min até alcançar 260 °C e permanecer por 20 min, a coluna utilizada foi o modelo Agilent DB-5, fase estacionária (5%-fenil)-metilpolissiloxano, comp. 25 m, diâmetro interno de 0,32mm e espessura da fase estacionária de 0,25 μm . O detector foi configurado em temperatura fixa de 270 °C, utilizando gás Hidrogênio com fluxo de 40 mL/min e ar sintético em 300 mL/min para a chama e makeup de 30 mL/min utilizando o gás Hélio. O tempo total de uma análise foi de 60 min. Todas as amostras foram realizadas em duplicata. Esta análise foi realizada no Núcleo Central Analítica (NCA) do Centro de Bionegócios da Amazônia (CBA).

4.6 Análise de Contagem de Células Somáticas (CCS)

Para análise de contagem de células somáticas (CCS), as amostras foram obtidas após ordenha completa de cada animal. O leite foi homogeneizado por meio de agitação mecânica com auxílio de uma alça de aço inox e retirada uma alíquota do balde com o auxílio de uma concha de aço inoxidável higienizada. As amostras de leite foram identificadas e acondicionadas em frascos plásticos com capacidade de 80 ml, para as análises de contagem de células somáticas. Imediatamente após a coleta das amostras, as mesmas foram acondicionadas em caixas térmicas contendo gelo reciclável mantidas em temperatura entre 2 °C e 7 °C e enviadas ao laboratório de Qualidade de Lácteos do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia (ICSEZ - UFAM).

Após as coletas das amostras, uma avaliação do local de ordenha, manejo dos animais e procedimento de ordenha foi realizada por meio de observação e anotada em planilha no formato checklist para verificar se a propriedade seguia as boas práticas de produção leiteira. Os principais materiais utilizados nesta coleta foram: recipientes plásticos de 80mL, álcool 70%, etiquetas, caixa térmica e gelo reciclável, luvas, papel toalha. A contagem de células somáticas foi determinada utilizando a contagem eletrônica por espectroscopia de infravermelho Ekomilk Scan.

4.7 Análise das concentrações de nitrogênio uréico do leite (NUL)

Para mensuração das concentrações de nitrogênio uréico do leite (NUL) as coletas seguiram o mesmo padrão de armazenamento e identificação das coletas descritas anteriormente, as concentrações de NUL foram determinadas utilizando-se o equipamento FOODLAB JR®, por meio da tecnologia de espectrofotometria.

4.8 Análise Estatística

O experimento foi conduzido em delineamento em quadrado latino (4×4), sendo 4 animais e 4 dietas experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial, adotando-se nível de significância de 5%, a fim de verificar efeitos lineares e quadráticos. As análises foram realizadas por meio do Comando para análise de variância e regressões (PROC GLM) do programa Statistical Analysis System (SAS, 2009). As médias foram obtidas utilizando-se o comando para obtenção de médias e aplicação de testes de comparação de médias (LSMEANS), após a verificação dos pressupostos necessários. Para todas as variáveis, a comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada pelo teste Tukey.

5. Resultados e discussões

5.1 Composição físico-química do leite

O uso do Resíduo da Casca do Tucumã (RCT) nas dietas em substituição ao milho em 0%,10%,20% e 30%, não apresentaram diferença estatística para os efeitos linear e quadrático ($p>0,05$) não afetando a composição do leite, apresentando teores médios de 3,0% de proteína, 3,80% de gordura, 4,50% de Lactose, 12,03% para sólidos totais, 8,27% de Extrato seco desengordurado, 0,78% de sais e 6,6 de pH (Tabela 4). Estes valores estão de acordo com os limites estabelecidos pelas Instruções Normativas 76 e 77 do MAPA

(EMBRAPA, 2021; BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b). Estes resultados se assemelham àqueles obtidos no estudo de Castagnara *et al.* (2013), onde ao substituírem o milho pelo resíduo energético seco de fécula de mandioca em até 100% da ração na dieta de vacas da raça Holandês também não houve alterações nos teores de gordura, lactose, proteína, minerais e sólidos desengordurados, bem como a densidade do leite.

A ausência de alterações na composição do leite evidencia que o RCT forneceu os nutrientes necessários para manter inalterado o ritmo metabólico da síntese dos componentes do leite nas células da glândula mamária dos animais utilizados no estudo. Essa conclusão é possível devido a síntese de proteínas do leite ser dependente da síntese microbiana de proteínas, sendo assim capaz de manter os teores proteicos do leite sugerindo que a atividade da síntese microbiana ruminal não foi afetada pelo RCT em substituição ao milho (GONZALEZ, 2004; GONZALEZ, 2018).

A síntese de lactose e gordura não foram alteradas pela disponibilidade de glicose e acetato na glândula mamária. A glicose é obtida por meio de precursores gliconeogênicos metabolizados no fígado, principalmente o propionato, produzido no rúmen e absorvidos pelas papilas ruminais (ALLEN, 2020). Parte do acetato utilizado na glândula mamária também é sintetizado no rúmen pelos microrganismos ruminais e absorvido pelas papilas ruminais, no entanto, parte do acetato por ser originada do próprio metabolismo animal, como a mobilização de tecidos corporais. Assim, a manutenção dos teores de gordura e lactose no leite sugere que o ritmo das produções ruminais de propionato e acetato, e a obtenção deste a partir da mobilização corpórea se mantiveram estáveis com a substituição do milho pelo uso do RCT (LIMA *et al.*, 2021). Embora as concentrações de minerais sejam afetadas pela lactose e as concentrações de sólidos alteradas pelas concentrações dos seus componentes (GONZÁLEZ *et al.*, 2001), não foram observadas alterações nas concentrações de minerais e sólidos pela inclusão do uso do resíduo na dieta dos animais neste estudo.

Tabela 4- Tabela 4- Parâmetros da composição do leite analisados em quatro períodos com quatro tratamentos (0%,10%,20% e 30%) no período de abril a junho de 2024 (Gordura, proteína, lactose, sais, sólidos totais, pH, ESD-Extrato seco desengordurado, NUL - Nitrogênio uréico do leite e CCS - contagem de células somáticas), valores médios e erro padrão da média, valores de significância ($p < 0,05$) de vacas alimentados com resíduo de casca de tucumã em substituição ao milho na dieta.

Variável	Níveis de substituição na dieta				p - Valor ²			
	0%	10%	20%	30%	EPM ¹	L ⁽²⁾	Q ⁽²⁾	REF.*
Gordura, %	3,96	3,88	3,59	3,74	0,53	0,34	0,93	3,5-5,3
Proteína, %	3,01	3,00	3,00	2,96	0,16	0,41	0,89	3,0- 3,2
Lactose, %	4,54	4,53	4,49	4,39	0,26	0,27	0,89	4,6-5,2
Sais	0,66	0,66	0,66	1,12	0,46	0,21	0,33	0,7-0,8
Sólidos totais, %	12,22	12,12	11,79	11,86	0,68	0,26	0,65	12,0-14,0
pH	6,56	6,61	6,62	6,89	0,20	0,30	0,32	6,6-6,8
ESD, %	8,25	8,32	8,20	8,11	0,41	0,47	0,94	8,4%
NUL, mmol/L	5,12	5,12	5,02	5,05	1,63	0,32	0,92	2,5-7,0**
CCS, CEL e³/cm³	244,66	233,33	234,00	225,91	56,63	0,66	0,95	<500,00

EPM¹: erro padrão da média; Efeitos de ordem linear (L²) e quadrática (Q²), relativos aos tratamentos (0%,10%,20% e 30%) com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho na dieta, a 5% de probabilidade. *REF: Limites estabelecidos conforme as Instruções Normativas 76 e 77 (BRASIL,2018^a; BRASIL,2018^b; EMBRAPA, 2021, GERON, 2010^{**}).

5.2 Contagem de Células Somáticas (CCS)

A contagem de células somáticas (CCS) foi avaliada no presente estudo para monitorar a ocorrência de mastite subclínica das vacas estudadas, o que poderia influenciar na produção e composição do leite. A CCS é relacionada ao percentual de gordura e proteína do leite, de forma que o aumento da CCS tende a reduzir os teores destes nutrientes (BOBBO *et al.*, 2022). Esta variável também é utilizada como uma das principais ferramentas de avaliação da saúde da glândula mamária, além de ser indicativo da qualidade do leite (RYSANEK & BABAK, 2005; BUENO *et al.*, 2005). A CCS não foi alterada ($p > 0,05$) pelos níveis de substituição do milho pelo uso do RCT (Tabela: 4). O valor médio da CCS neste estudo foi de 234,47 mL⁻¹, confirmando que as vacas apresentaram úberes sadios. A CCS média dos tratamentos estavam dentro da normalidade conforme às Instruções Normativas 76 e 77 do Mapa (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2018b). Os valores máximos estabelecidos para esses parâmetros correspondem a 500.000 células/mL para a CCS, considerando que eventuais alterações físico-químicas do leite não sejam decorrentes da ação de agentes bacterianos.

5.3 Concentrações de nitrogênio uréico do leite (NUL)

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para os efeitos linear e quadrático ($p > 0,05$) nas concentrações de NUL entre os níveis de inclusão do RCT em substituição ao milho (0%, 10%, 20% e 30%). A concentração média de NUL foi de 5,1 mmol/L, valor que se encontra dentro da faixa considerada normal para vacas em lactação, entre 2,5 e 7,0 mmol/L (GERON *et al.*, 2010; JONKER *et al.*, 2002).

A substituição de até 30% do milho pelo farelo da casca do tucumã não resultou em diferença estatística significativa sobre os parâmetros avaliados, como o teor de proteína no leite. No entanto, no nível de 30% observou-se uma leve redução no teor de proteína bruta (2,96%), sugerindo uma tendência de possível perda de sincronia ruminal entre a disponibilidade de energia e nitrogênio, o que poderia comprometer a eficiência microbiana e aumentar a excreção de nitrogênio. De acordo com os dados apresentados por Sá (2023), o farelo da casca de tucumã apresenta elevados teores de FDN, com baixa e lenta digestibilidade, o que implica em menor liberação de energia fermentável no rúmen. Dietas com menor disponibilidade de energia fermentável no rúmen reduzem a síntese de proteína microbiana, o que compromete o teor de proteína no leite e aumenta a excreção de ureia, resultando em potenciais impactos ambientais. Esse efeito pode estar relacionado a uma deficiência energética para os microrganismos ruminais,

especialmente quando a dieta apresenta menor proporção de carboidratos não fibrosos (CNF) e maior teor de fibra em detergente neutro (FDN). No presente estudo, essa condição possivelmente ocorreu nos tratamentos com inclusão do RCT em até 30%, uma vez que esse subproduto possui maior teor de FDN e menor concentração de CNF em comparação ao milho, limitando a oferta de energia rapidamente fermentável no rúmen (GONZALEZ, 2004).

Segundo Sá (2023), o RCT apresenta baixa degradabilidade tanto proteica quanto fibrosa, o que compromete a liberação rápida de energia no rúmen. Como a fibra é caracterizada por sua digestão lenta ou nula, ela ocupa espaço no trato digestivo sem oferecer energia prontamente disponível, ao contrário do milho, que possui alto teor de CNF com rápida fermentação. Assim, a substituição elevada de milho por RCT pode comprometer o fornecimento de energia microbiana, afetando a síntese proteica e a eficiência nutricional da dieta.

Apesar dos animais do tratamento com 20% de substituição do milho por farelo de tucumã terem apresentado menor excreção de nitrogênio e melhor balanço da microbiota ruminal, os valores de NUL não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$). As vacas que foram alimentadas com 20% de farelo de tucumã na dieta apresentaram o menor resultado de NUL (5,02 mmol/L), o que significa que quando ocorre a diminuição do NUL, está ocorrendo menos excreção no meio ambiente. Neste sentido, o uso desse resíduo em substituição ao milho mostra um grande potencial ambiental (GONZALEZ, 2004; OLIVEIRA, 2011).

Os impactos ambientais resultantes da incorporação de resíduos alimentares não digeridos ou não utilizados pelos animais de produção, principalmente em sistemas de confinamento para rebanhos de leite e corte, tem sido bastante preocupante. Os dejetos animais contribuem para a poluição do ambiente por nitrogênio, principalmente em função da amônia volatilizada para o ar e nitratos que se incorporam ao solo e contaminam águas superficiais (TAMMINGA, 1992; OLIVEIRA, 2011).

5.4 Perfil de ácidos graxos

A substituição parcial do milho pelo farelo da casca de tucumã na suplementação de vacas girolandas não apresentou diferenças estatísticas significativas para o perfil de ácidos graxos do leite ($p > 0,05$). No entanto, as médias obtidas evidenciaram alterações fisiológicas relevantes no equilíbrio entre os ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI) e desejáveis (AGD) (Tabela 5).

Os AG saturados de cadeia curta e média, como o butírico (C4:0), caproico (C6:0) e cáprico (C10:0), não foram influenciados ($p > 0,05$) mantendo-se estáveis. Isto é fisiologicamente esperado, pois são majoritariamente sintetizados “de novo” a partir da fermentação ruminal e sua síntese é pouco afetada pela dieta lipídica externa (MUHLBACH, 2004). Esses AG's são benéficos por fornecerem energia rápida e contribuir para o sabor e textura dos derivados lácteos (PEDROSO, 2021).

Entre os ácidos graxos saturados (AGS) de cadeia longa, destacam-se o ácido mirístico (C14:0) e o ácido palmítico (C16:0), ambos reconhecidos por seu potencial efeito hipercolesterolêmico. Embora não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) neste estudo, tal resultado é compatível com a literatura, que aponta que a presença de ácidos graxos insaturados na dieta, como o oleico (C18:1 cis-9) e o linoleico (C18:2), pode reduzir a necessidade de lipogênese de novo na glândula mamária, inibindo, conseqüentemente, a síntese endógena desses AGS (PEDROSO, 2021). A redução na concentração desses ácidos graxos no leite é considerada benéfica do ponto de vista da saúde humana, especialmente em relação à prevenção de doenças cardiovasculares.

A síntese de AG's no leite de ruminantes pode ocorrer por três vias: síntese de novo na glândula mamária (principalmente para AG's com até 14 carbonos), mobilização de gordura corporal, e absorção de AG's da corrente sanguínea. Nesse contexto, o ácido palmítico (C16:0) é um intermediário que pode se originar de todas essas rotas. A inclusão de fontes lipídicas externas, como o farelo de tucumã, tende a reduzir a síntese de novo dos AG saturados, especialmente os de cadeia média, levando a uma menor produção de mirístico e palmítico no leite (GRUMMER, 1991; LIMA *et al.*, 2011).

Essa observação é respaldada por Palmquist e Jenkins (1980), que relataram que fontes lipídicas compostas por ácidos graxos de cadeia curta e média, como o óleo de licuri, estimulam a atividade da ácido graxo sintase, que é uma enzima multifuncional responsável pela síntese de ácidos graxos de cadeia longa, a partir de precursores como acetil-CoA e malonil-CoA, promovendo aumento na gordura do leite. No entanto, no caso do tucumã, cuja composição é majoritariamente de ácidos graxos insaturados de cadeia longa (SILVA, 2022), pode ocorrer o efeito inverso: redução na atividade da síntese de novo, levando à queda dos AGS de cadeia média/longa como C14:0 e C16:0 no leite.

O ácido graxo pentadecanoico (C15:0) apresentou redução linear ($p = 0,0372$) com a substituição crescente do milho pelo farelo da casca de tucumã, passando de 1,29%

para 1,15%. Esse AG saturado de cadeia ímpar é produzido principalmente por bactérias ruminais e é considerado um marcador da atividade microbiana no rúmen (JENKINS, 2008). A diminuição observada sugere que a inclusão lipídica da dieta, rica em ácidos graxos insaturados, pode ter alterado o perfil da microbiota ruminal, reduzindo a produção de AG microbianos, conforme relatado por Pedroso (2021).

Apesar da redução, o C15:0 é reconhecido por seus efeitos positivos à saúde humana, incluindo propriedades anti-inflamatórias, e possível proteção contra doenças metabólicas e cardiovasculares (KUHNT, 2011). A redução significativa do C15:0 neste estudo, reflete uma modesta resposta metabólica real à inclusão do tucumã, revelando alterações no ambiente ruminal e reforçando a importância de avaliar não apenas os efeitos produtivos, mas também as interações entre dieta, microbiota e metabolismo lipídico no leite.

O ácido graxo heptadecanoico (C17:0) apresentou uma tendência de redução linear, embora sem significância estatística ($p = 0,1077$). Este ácido graxo de cadeia ímpar é sintetizado predominantemente por bactérias ruminais, sendo amplamente reconhecido como um marcador da atividade microbiana no rúmen. Reduções em sua concentração, ainda que discretas, podem refletir alterações na composição ou na funcionalidade da microbiota ruminal, especialmente em dietas contendo lipídios insaturados (JENKINS, 2008).

Nesse sentido, Garcia *et al.* (2023) ressaltaram que coprodutos oleaginosos ricos em ácidos graxos insaturados têm potencial para modular a microbiota ruminal, impactando negativamente a síntese de ácidos graxos de cadeia ímpar no leite de ruminantes. Esses achados reforçam a importância de se considerar o perfil lipídico da dieta ao avaliar alterações na microbiota e na composição do leite.

O ácido esteárico (C18:0) apresentou teores relativamente constantes entre os tratamentos, sem evidência de efeitos linear ou quadrático significativos ($p = 0,7975$) (Tabela 5). Esse ácido graxo saturado de cadeia longa é majoritariamente formado no rúmen a partir da biohidrogenação de ácidos graxos insaturados da dieta, especialmente do oleico (C18:1) e do linoleico (C18:2), como mecanismo de defesa das bactérias ruminais contra a toxicidade dos insaturados (PALMQUIST & JENKINS, 1980; JENKINS, 2008).

A biohidrogenação, realizada por microrganismos ruminais especializados, converte ácidos graxos insaturados em formas saturadas, limitando sua absorção

intestinal e influenciando o perfil lipídico do leite. Assim, dietas com maior teor de lipídios insaturados geralmente promovem aumento nos níveis de C18:0 no leite, via biohidrogenação. Entretanto, a estabilidade nos níveis de C18:0 observada neste estudo pode estar relacionada a uma possível inibição parcial da atividade biohidrogenadora ruminal, promovida por compostos antioxidantes presentes na casca de tucumã, como carotenoides e polifenóis, conforme sugerido por Silva (2022). Além disso, o C18:0 apresenta efeitos benéficos à saúde humana, sendo considerado um ácido graxo neutro em relação ao colesterol plasmático, pois não exerce efeito hipercolesterolêmico significativo e pode contribuir para a manutenção do perfil lipídico saudável (HUNTER *et al.*, 2010).

Entre os ácidos graxos saturados, o ácido oleico (C18:1 cis-9), um ácido graxo monoinsaturado, apresentou tendência de aumento com o nível de 30% de substituição do milho por RCT na dieta, embora sem significância estatística ($p = 0,0662$) (Tabela 5). Esse comportamento pode ser atribuído à elevada concentração natural de ácido oleico no fruto do tucumã, pertencente à família *Arecaceae*, que apresenta teores entre 55% e 63% de C18:1 em sua composição lipídica, conforme relatado por Silva *et al.* (2018).

O ácido oleico é um ácido graxo monoinsaturado com benefícios reconhecidos à saúde humana, especialmente pela sua capacidade de reduzir o colesterol LDL e aumentar o HDL, sendo associado à proteção cardiovascular (PEDROSO, 2021; GARCIA *et al.*, 2023). A elevação desse ácido graxo no leite também pode indicar uma possível redução na biohidrogenação ruminal, favorecida por compostos antioxidantes do tucumã, o que permite maior absorção e transferência para a glândula mamária.

Em contrapartida, os ácidos miristoleico (C14:1) e palmitoleico (C16:1) mantiveram valores estáveis entre os tratamentos. Esses ácidos são sintetizados endogenamente pela dessaturação dos ácidos saturados correspondentes (C14:0 e C16:0), um processo mediado pela enzima Δ^9 -dessaturase. Por serem de origem predominantemente endógena, sua concentração tende a ser menos influenciada por alterações na dieta (PALMQUIST & JENKINS, 1980).

Embora a diferença nos teores de ácidos graxos saturados (AGS) entre os tratamentos não tenha sido estatisticamente significativa (efeito linear: $p = 0,1181$; efeito quadrático: $p = 0,3070$) (Tabela 5), observou-se uma redução gradual nos níveis de AGS no leite com o aumento da substituição do milho pelo resíduo da casca de tucumã (RCT). Essa tendência sugere um possível efeito nutricional positivo, ainda que sutil, associado

à inclusão de lipídios de origem vegetal na dieta. Resultados semelhantes foram relatados por Garcia *et al.* (2023), onde observaram que subprodutos oleaginosos como farelo de linhaça, camelina e girassol também promovem a diminuição de AGS e o aumento de ácidos graxos insaturados (AGI) no leite de ruminantes. Esses achados indicam que o RCT pode apresentar ação análoga, contribuindo para a melhoria do perfil lipídico do leite e sua qualidade nutricional.

A concentração de ácidos graxos insaturados (AGI) foi mais elevada no tratamento com 20% de substituição do milho pelo RCT. Apesar de os efeitos não terem sido estatisticamente significativos (efeito linear: $p = 0,1064$; efeito quadrático: $p = 0,2670$) (Tabela 5), os dados indicam uma resposta fisiológica possivelmente relacionada à composição lipídica característica do tucumã. Este fruto, pertencente à família *Arecaceae*, apresenta teores elevados de ácido oleico (55–63%) e ácido linoleico (5–10%), conforme descrito por Silva (2022), o que pode favorecer a presença de AGI no leite. Esses ácidos graxos são amplamente reconhecidos por seus efeitos benéficos à saúde humana, como a redução do colesterol LDL, ação anti-inflamatória e melhora da sensibilidade à insulina. Além disso, os compostos bioativos do tucumã, como antioxidantes naturais, podem ter contribuído para a redução da biohidrogenação ruminal, permitindo maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados e sua incorporação ao leite. Resultados semelhantes foram discutidos por Garcia *et al.* (2023) em revisão sistemática sobre o uso de coprodutos oleaginosos na alimentação de ruminantes, os quais demonstraram efeitos positivos na modulação do perfil lipídico do leite.

A concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD), apesar da ausência de significância estatística, reforça o potencial nutricional do tucumã, uma vez que os AGD englobam predominantemente os mesmos ácidos graxos insaturados previamente citados, como o oleico (C18:1) e o linoleico (C18:2), conhecidos por seus efeitos benéficos à saúde. Garcia *et al.* (2023) destacam que a inclusão de coprodutos oleaginosos em dietas de ruminantes pode melhorar significativamente o perfil lipídico do leite, elevando os teores de ácidos graxos funcionais, sem comprometer a produção nem a saúde dos animais.

Além da oferta direta desses ácidos pela dieta, destaca-se também a presença de compostos bioativos no tucumã, como antioxidantes naturais, que podem ter contribuído na possível redução parcial da biohidrogenação ruminal. Esse processo, comum em ruminantes, converte AG insaturados em saturados no rúmen, diminuindo sua disponibilidade de absorção intestinal. No entanto, a presença de antioxidantes pode

atenuar essa conversão, favorecendo a absorção intestinal de AG insaturados e sua posterior incorporação ao leite, o que explicaria o aumento simultâneo de AGI e AGD nos tratamentos com maior inclusão do tucumã. Esse efeito foi descrito por Buccioni *et al.* (2012), que relatam que compostos fenólicos e antioxidantes presentes em alimentos vegetais podem modular a microbiota ruminal, reduzindo a taxa de biohidrogenação aumentando a transferência de ácidos graxos insaturados para o leite de ruminantes alimentados com fontes vegetais ricas em antioxidantes.

Os resultados observados para o perfil de ácidos graxos do leite indicam que a inclusão do farelo da casca de tucumã influenciou positivamente a composição lipídica, especialmente em relação aos ácidos graxos insaturados (AGI) e desejáveis (AGD), mesmo na ausência de significância estatística para a maioria das variáveis. Apesar de não terem sido detectadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos, foi possível observar uma tendência à melhoria qualitativa da gordura do leite, especialmente com o aumento da matéria seca (MS) e da densidade energética da dieta, que favoreceram a absorção intestinal de ácidos graxos de cadeia longa, como o oleico (C18:1). Esse comportamento pode estar relacionado à oferta dietética de lipídios insaturados e à provável redução da biohidrogenação ruminal, modulada por compostos antioxidantes presentes no tucumã, como carotenoides e fenólicos (SILVA, 2022).

A redução significativa do ácido pentadecanoico (C15:0), associado à fermentação microbiana, reforça essa hipótese, sugerindo alteração do ambiente ruminal pela maior inclusão lipídica (GARCIA *et al.*, 2023; MACEDO *et al.*, 2021). Ainda assim, a substituição do milho em até 30% pelo farelo da casca de tucumã pode não ter sido suficiente para promover alterações expressivas no perfil lipídico do leite, possivelmente em razão do elevado teor de fibra ou da baixa digestibilidade dos lipídios do tucumã no rúmen. Portanto, embora esse subproduto possua um perfil nutricional favorável, seu uso isolado e em níveis moderados de inclusão requer estudos adicionais para explorar plenamente seu potencial funcional na modulação dos ácidos graxos do leite.

Tabela 5: Concentração (g/100g de AG totais) dos ácidos graxos da gordura do leite de vacas girolandas submetidas a diferentes níveis de substituição do milho pelo farelo da casca de tucumã *Astrocaryum aculeatum*.

VARIÁVEIS					p - Valor ²		
	0%	10%	20%	30%	EPM ¹	L (2)	Q (2)
Butírico (C4:0)	0.7960	0.6983	0.6973	0.8005	0.089	0.9637	0.1385
Caproico (C6:0)	2.2885	1.9783	1.9343	2.3275	0.326	0.9190	0.0623
Cáprico (C10:0)	2.9913	2.6393	2.5293	2.9528	0.390	0.7834	0.0691
Mirístico (C14:0)	11.7808	11.0508	10.5745	11.0340	0.778	0.2229	0.2320
Miristoleico (C14:1)	0.9710	0.9622	0.9245	1.0430	0,151	0.7226	0.5731
Pentadecanoico (C15:0)	1.2875	1.1788	1.1473	1.1533	0,047	0.0372	0.1828
Palmitoleico (C16:1)	1.4070	1.3943	1.3230	1.3695	0.180	0.7974	0.8530
Palmítico (C16:0)	34.5363	34.1830	32.5268	31.9970	1,880	0.1980	0.9541
Heptadecanoico (C17:0)	0.7010	0.6567	0.5922	0.5830	0.057	0.1077	0.7460
Heptadecenoico (C17:1)	0.2073	0.2195	0.1833	0.1988	0.027	0.5401	0.9416
Estearico (C18:0)	15.1448	14.5343	15.4325	15.4890	1.900	0.7975	0.8404
Oleico (C18:1 cis-9)	26.8620	29.4198	31.0113	30.1680	1.880	0.0873	0.2261
Nonadecanoico (C19:0)	0.7227	0.7577	0.7880	0.7029	0.111	0,9443	0.4522
Ácidos graxos saturados (AGS)	69.9720	67.6770	66.2220	66.8752	2.005	0.1181	0.3070
Ácidos graxos insaturados (AGI)	29.5280	31.9957	33.5842	32.7792	2.013	0.1064	0,2670
Ácidos graxos desejáveis (AGD)	44.6727	46.5300	48.8745	48.2682	2.752	0.1856	0.5633

EPM¹: erro padrão da média; Efeitos de ordem linear (L²) e quadrática (Q²), relativos aos tratamentos (0%, 10%, 20% e 30%) com farelo de casca de tucumã em substituição ao milho na dieta, a 5% de probabilidade.

6. CONCLUSÃO

A substituição parcial do milho pelo resíduo da casca do tucumã (RCT) na dieta de vacas girolandas suplementadas a pasto, quando incluído em até 30% da suplementação, demonstrou-se viável sob os aspectos nutricionais e produtivos. A redução linear do ácido pentadecanoico (C15:0) e a tendência de aumento na excreção do nitrogênio sugerem que níveis superiores a 30% podem comprometer o equilíbrio ruminal entre proteína e energia, prejudicando a síntese microbiana e a produção de proteína no leite. O uso do RCT apresenta-se como uma alternativa promissora para a agricultura familiar na região amazônica, ao mesmo tempo em que contribui para o aproveitamento de resíduos agroindustriais sem comprometer a qualidade do leite produzido.

7. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros (PPGCARP) da Universidade Federal do Amazonas, bem como ao Programa Institucional de Apoio à Pós-Graduação Stricto Sensu (POSGRAD), pelo suporte concedido durante esta trajetória. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo auxílio que viabilizou a execução deste projeto, inserido no âmbito do projeto “*Uso do Tucumã (Astrocaryum aculeatum) na alimentação de ruminantes e produção de derivados lácteos*”, contemplado pelo edital nº 010/2022 – PDCA/AM. Expresso minha sincera gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Michel do Vale Maciel, e à minha coorientadora, Laura Maciel, pela orientação dedicada, pelas contribuições científicas e pelos valiosos ensinamentos ao longo desta jornada. Agradeço também aos colegas de pesquisa, em especial à amiga Luciana Guimarães, pelo apoio constante, à equipe técnica da Fazenda Santa Rosa e ao Laboratório de Forragicultura e Pastagens da UFAM, pelo suporte fundamental nas atividades experimentais e analíticas. Por fim, estendo meus agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização desta pesquisa. A todos, minha mais profunda e sincera gratidão.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Beef Report, 2020. Disponível em <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/> Acesso em: 09 de Julho de 2024.

ACSURS. **Soja/CEPEA: preços da soja e do farelo atingem maiores patamares desde dez/12**, 2025. Disponível em: <https://acsurs.com.br/noticia/soja-cepea-precos-da-soja-e-do-farelo-atingem-maiores-patamares-desde-dez-12/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

AGUIAR, A. C. R. D.; ROCHA, V. R. JR.; CALDEIRA, L. A.; ALMEIDA, S. H. C. D. FO.; RUAS, J. R. M.; SOUZA, V. M. D & PIRES, D. A. D. A. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, p. 591-605, 2015.

ALLEN, M. S. Drives and limits to feed intake in ruminants. **Animal Production Science**, v.60, n.1, p. 10–26, 2010. <https://doi.org/10.1071/AN18562>.

ALG-GLOBAL. **The transportation and logistics challenges in Northern Brazil**, 2023. Disponível em: <https://www.alg-global.com/blog/logistics/transportation-and-logistics-challenges-northern-brazil>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BOBBO, T.; RUEGG, P. L.; & BITTANTE, G. Relationship between milk somatic cell count and composition in dairy cattle: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v.105, n.5, p. 4354–4368, 2022. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21020>. Acesso em: 2 de Agosto de 2025.

BEYZI, SELMA BÜYÜKKILIÇ.; DALLI, CEM ÇAĞLAR. Alterações no perfil de ácidos graxos do rúmen e do leite e na composição do leite em resposta à suplementação de óleos de peixe e microalgas na dieta, isoladamente ou em combinação, em cabras leiteiras. **Tropical Animal Health and Production** , v. 55, n. 6, p. 407, 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Anuário Leite 2025**. Brasília, DF: Embrapa Gado de Leite, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gado-de-leite>. Acesso em: 5 jul. 2025.

EMBRAPA. ANUÁRIO DO LEITE. **Leite de baixo carbono, 2023**. Disponível em [file:///C:/Users/jamir/Downloads/Anuario-Leite-2023%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/jamir/Downloads/Anuario-Leite-2023%20(1).pdf) Acesso em: 09 de Julho de 2024.

EMBRAPA. **Impacto dos custos logísticos na cadeia do leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2013**. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 181). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/973498/1/Impacto-dos-custos-logisticos-na-cadeia-do-leite.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2025.

EMBRAPA. **Visões sobre bioeconomia na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1155733/1/Visoes-bioeconomia-Amazonia-doc-2023.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BACELAR-LIMA, C. G.; MENDONÇA, M. S.; BARBOSA, T. C. T. S. Morfologia foral de uma população de tucumã, *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. (*Arecaceae*) na Amazônia Central. **Acta Amazonia.**, v. 36, n. 4, p. 407-412, 2006.

BANCO MUNDIAL. **Brasil: para além dos incentivos fiscais – Uma abordagem para a transformação produtiva da Amazônia Legal**. Washington, 2023. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099050423200518885/pdf/P1734570c4bfcc0e40a6a801699f186d880.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BARRETO, Í. M.; URBANO, S. A.; OLIVEIRA, C. A.; MACÊDO, C. S.; BORBA, L. H.; CHAGS, B. M.; & RANGEL, A. H. Chemical composition and lipid profile of mare colostrum and milk of the quarter horse breed. **PLoS One**, v. 15, n. 9, p. e0238921, 2020.

BELTRAME, D.M.; OLIVEIRA, C.N.S.; CORADIN, L. Biodiversidade Brasileira–Novas possibilidades e oportunidades. **Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação (ed) Melhores Receitas da Alimentação Escolar, 2nd edn. FNDE**, Brasília, p. 15-24, 2018.

BENCHAAAR, C.; CHAVES, A.; FRASER, G.; BEAUCHEMIN, K.; MCALLISTER, T. Efeitos de óleos essenciais e seus componentes na fermentação microbiana ruminal in vitro. Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. **Canadian journal of animal science**, v. 87, n. 3, p. 413-419, 2007.

BONY, E.; BOUDARD, F.; BRAT, P.; DUSSOSSOY, E.; PORTET, K.; POUCHERET, P.; GIAIMIS, J.; MICHEL, A. AWARA (*Astrocaryum vulgare* M.) pulp oil: Chemical characterization, and antiinflammatory properties in a mice model of endotoxic shock and a rat model of pulmonary inflammation. **Fitoterapia**, n. 83, p. 33-43, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova e oficializa o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado tipo C refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 de setembro de 2002. Seção 1

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. de 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 nov. 2018a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018. Critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 nov. 2018b.

BROCHIER, J. Húlie naturellementt riche en caroténoides (*Astrocaryum vulgare* Mart). **París: JBA**, p.132, 2000.

BUCCIONI, A.; PAUSELLI, M.; VITI, C.; MINIERI, S.; PALLARA, G.; ROSCINI, V.; RAPACCINI, S.; MARINUCCI, MT; LUPI, P.; CONTE, G. Milk fatty acid composition, rumen microbial population, and lipid metabolism in lactating ewes fed extruded linseed

supplemented with tannins. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.8, p.4829–4837, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5415>.

BUENO, V.F.F; MESQUITA, A.J.; NICOLAU, E.S. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural**, v.35, p.848-854, 2005. DOI: 10.1590/S0103-84782005000400016.

CARNEIRO, M. S. S.; LOPES, A. C. B.; OLIVEIRA, R. L.; & RIBEIRO, C. V. D. M. Subprodutos regionais na alimentação de ruminantes na Amazônia. **Acta Amazônica**, v.48, n.2, p.154–163,2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201701692>.

CLEMENT, C. R.; LLERAS, P. E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Revista Brasileira Agrociência.**, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.

CHRISTIE, W.W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072, 1982.

CASTAGNARA, D. D.; ZAMBOM, M. A.; FERNANDES, T.; HILLEBRAND, E.; ECKSTEIN, E. I.; & PALADINI, S. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes níveis de resíduo seco de fécula de mandioca. **Vet. e Zootec.** v.20, p. 401-402, 2013.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 5. ed. Belém: CEJUP, CNPq, Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279p. (Coleção Adolfo Ducke).

CHAVES, J. M.; PECHNIK, E. Tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **Rev. Quím. Ind.**, v.16, n. 5, p. 184-191, 1947.

CORREIO DA MANHÃ. **Agricultura familiar responde por 30% da produção de leite no país**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.correiodamanha.com.br/especiais/2025/07/207913-agricultura-familiar-responde-por-30-da-producao-de-leite-no-pais.html>. Acesso em: 5 jul. 2025.

CORREIA, L. F. M.; PINTO, A. M.; PEREZ, R.; ALVES, M. P.; & DE CARVALHO, A. F. Custos de coleta de leite e avaliação da eficiência em indústrias de laticínios. *Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, n. 388, p. 15–24, 2012.

DIDONET, A. A.; FERRAZ, I. D. K. O comércio de frutos de tucumã (*Astrocaryum Aculeatum* G. Mey - ARECACEAE) nas feiras de Manaus (Amazonas, Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 353-362, 2014.

DUQUE, A. C. A.; OLIVEIRA, J. S.; MORENZ, M. J. F.; GAMA, M. A. S.; BORGES, A. L. C. C.; SILVA, R. R.; & LOPES, F. C. F. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir alimentadas com silagem de milho e concentrado contendo ou não glicerina bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 01, p. 243-252, 2020.

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

ELOY, L. **Valorização da produção dos óleos fixos no Bailique, Mazagão e Maruanum, Amapá, Brasil**. 2001, 129f. Monografia (Especialista em Ciência e

Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá-IEPA, Macapá, 2001.

FERREIRA, S. R. S.; C.M, MORAIS.; R.A, DOS SANTOS OLIVEIRA.; M.O, DA SILVA.; R.R, SOUSA, H.M.S.; QUEIROZ, F., & DE SOUZA MARTINS, G.A. Lipid composition of tucumã pulp oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 85, p. 173–179, 2008.

FERREIRA, L. M. M. C. **Avaliação da atividade antioxidante e composição de compostos bioativos da polpa e casca de frutos amazônicos**. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Disponível em: https://ppgcf.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2019_Ferreira_LMMC.pdf. Acesso em: 9 jul. 2025.

FONSECA, A.A.; ZANINE, A.M.; RIBEIRO, M.D.; LEONEL, F.P.; FERREIRA, D.J.; SOUZA, A.L.; SILVA, F.G.; CORREA, R.A.; CORRÊA NETO, C.R. Desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras em pastejo suplementadas com resíduos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 01, p. 76-85, 2016.

FERREIRA, E.S.; LUCIEN, V.G.; AMARAL.; A.S E SILVEIRA.; C.S. Physicochemical characterization of the fruit and oil extracted from tucuman (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **Alimentos e Nutrição**, v.19, p.427-433, 2008.

FLORA DO BRASIL. **Turneraceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2022 Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=173_0854CFF6BC2FBB4567FE82FEBF0EE#CondicaoTaxonCP. Acesso em: 15 de julho de 2024.

FREITAS JÚNIOR, J.E. **Fontes de gordura na dieta de vacas em lactação**. 2012. 120 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus De Jaboticabal Jaboticabal, São Paulo., 2012.

GARCIA, G. M.; VAN NIEKERK, JOHANNES K.; O.B.A, MASAHITO.; HERNÁNDEZ-MENDO, ÓSCAR.; HERNÁNDEZ, FILOMENA.; PÉREZ-GÁLVEZ, ANTONIO; LÓPEZ, ISABEL. Effects of oilseed by-products on milk fatty acid composition in ruminants: a systematic review. **Journal of Dairy Science**, v.106, n.5, p. 3957–3974. 2023. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22730>

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; ERKEL, J. A.; DO PRADO, I. N.; BUBLITZ, E.; & DO PRADO, O. P. Consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com resíduo de cervejaria fermentado. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 69-76, 2010.

JUNIOR, R. G.; CAVALI, J.; PORTO, M. O.; FERREIRA, E.; & STACHIW, R. Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia Resíduos**, v. 3, n. 1, p. 93–104, 2014.

GRIINARI, J.M.; DWYER, D.A.; MCGUIRE, M.A.; BAUMAN, D.E.; PALMQUIST, D.L.; & NURMELA, K.V.V. *Transoctadecenoic* acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1251-1261, 1998.

GRUMMER, RR Efeito da ração na composição da gordura do leite. **Journal of Dairy Science** , v. 74, p. 3244-3257, 1991.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; & FONTANELI, R. S. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS, Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2001.

GONZÁLEZ, F.H.D. Pode o leite refletir o metabolismo da vaca? In: DURR, J.W., CARVALHO, M.P., SANTOS, M.V. **O Compromisso com a Qualidade do Leite**. Passo Fundo: Editora UPF, 2004, v.1, p. 195-209.

GONZÁLEZ, F. Doze leituras em bioquímica clínica veterinária. **Faculdade de Veterinária, Univ Federal do Rio Grande do Sul, Portoalegre, Brazil**, 2018.

HEMSING, S.; DA ROSA, G. F.; GEBERT, D. T.; CUNHA, S. H. M.; DA LUZ BRUN, C. F.; & BASSANI, M. T. Fatores que alteram a contagem de células somáticas e sua relação com baixa caseína. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 1, n. 1, p. 183-194, 2022.

HUNTER, J. E., ZHANG, J., & KRIS-ETHERTON, P. M. Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.91, n.1, p.46–63. Acesso em: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27661>

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM)**. 2022. Disponível em: www.ibge.gov.br.

INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS (IFAM). **Impactos da seca na logística de transporte no Amazonas em 2024**. Manaus: IFAM, 2024. Relatório técnico. Disponível em: https://repositorio.ifam.edu.br/jspui/bitstream/4321/1602/1/IMPACTOS%20DA%20SECA%20NA%20LOGISTICA%20DE%20TRANSPORTE%20NO%20AMAZONAS%20EM%202024_Souza_2024.pdf. Acesso em: 5 jul. 2025.

JENKINS, T. C. Feeding dietary fat to dairy cows—Effects on milk production and health. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.1, p. 382–401, 2008.

JÚNIOR, J. G. B. G.; DO NASCIMENTO RANGEL, A. H.; DE MEDEIROS, H. R.; DA SILVA, J. B. A.; DE AGUIAR, E. M.; MADRUGA, R. C.; & DE LIMA JÚNIOR, D. M. Efeito da produção diária e da ordem de parto na composição físico-química do leite de vacas de raças zebuínas. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 1, p. 25-30, 2010.

KIM, S. C.; ADEGOSAN, A. I.; ARTHINGTON, J. D. Optimizing nitrogen utilization in growing steers fed forage diets supplemented with dried citrus pulp. **Journal Animal Science**, v. 85, p. 2548-2555, 2008.

KUHNT, K. Increased levels of circulating odd-chain saturated fatty acids in healthy men after dietary supplementation with rapeseed oil and dairy fat. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.22, n.9, p. 817–824, 2011.

LIMA, L. S.; OLIVEIRA, A. S.; & FERREIRA, A. L. Produção de ácidos graxos voláteis no rúmen e suas implicações na síntese de componentes do leite em vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.50, 2021. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200123>.

LIMA, L.D.S.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; GARCEZ NETO, A.F.; RIBEIRO, C.V.D.M.; & LANNA, D.P.D. Composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas a pasto submetidas à suplementação com óleo de licuri. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2858-2865, 2011.

LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. **Lipids**, v. 39, p. 1197–1206, 2004.

LOUREIRO, R. R. S.; R. R., RABELLO, C. B. V.; LUDKE, J. V.; JÚNIOR, W. M. D.; DE SOUZA GUIMARÃES, A. A.; & DA SILVA, J. H. V. Farelo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) na alimentação de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.29, n.4, p.387-394, 2007.

LUBRANO, C.; ROBIN, J.R E KHAIAT, A. Composition en acides gras, stérols et tocophérols d'huiles de pulpe de fruits de six espèces de palmiers de Guyane. **Rev. Oléagineux**, v. 49, n. 2, p. 59-65, 1994.

MARTINS, A. S.; F.; DONATO, S. L. R.; OLIVEIRA RODRIGUES, E. S.; COSTA, L. T.; MATEUS, R. G.; & DA SILVA, V. L. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 29, 269-277. 2000.

MENEGHETTI YUYAMA, L. K. O.; YONEKURA, L.; AGUIAR, J. P. L.; & SOUSA, R. F. S. Biodisponibilidade dos carotenóides do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) em ratos. **Acta Amazonia.**, Manaus, v. 28, n. 4, p. 409-415, 1998.

MILLER, W. M. P.; CRUZ, F.G.G.; DAS CHAGAS, E.O.; SILVA, A.F.; & ASSANTE, R.T. Flour from tucum (*Astrocaryum vulgare* Mart) residue in the diet of laying hens. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.11, p.105-114, 2013.

MAPA. **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Mapa do Leite**, 2024. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/portal-do-leite/mapa-do-leite/>. Acesso em 09 de julho de 2024.

MEYER, P.M.; MACHADO, P. F.; COLDEBELLA, A.; CASSOLI, L. D.; COELHO, K. O.; & RODRIGUES, P. H. M. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1114-1121, 2006.

MIRANDA, I. P. A. **Frutos de palmeiras da Amazônia**. Manaus: MCT, INPA. 2001.

NASCIMENTO, I. A. do. **Análises dos parâmetros físico-químicos do leite bovino cru refrigerado dos pequenos agropecuaristas do sertão de angicos segundo a IN76/2018**. 2020. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NOUROOZ-ZADEH, J.; APPELQVIST, L.A. Cholesterol oxides in Swedish foods and food ingredients: milk powder products. **Journal of Food Science**, v.53, p.74-87, 1988.

NUDDA, A.; BATTACONE, G.; BOAVENTURA, O.; CANNAS, A.; FRANCESCONI, A.H.D.; ATZORI, A.S, & PULINA, G. Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 8, p. 445-456, 2014.

OLIVEIRA, M.; ABREU, L. F.; & PARACAMPO, N. E. N.P. ***Astrocaryum aculeatum* e *A. vulgare*: tucumã-do-amazonas e tucumã-do-pará**. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. Brasília, DF: MMA, 2022.

OLIVEIRA, M.C.P.P. **Espectrofotometria no infravermelho – por metodologia FTIR (Fourier Transform Infrared): validação da análise do teor de uréia e de 32 outros parâmetros de qualidade do leite**. 2011. 144f Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – Belo Horizonte, 2011.

OLIVEIRA, R. L.; LEÃO, A. G.; ABREU, L. D.; TEIXEIRA, S.; & SILVA, T. M. Alimentos alternativos na dieta de ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 141-160, 2014.

PAES, C. S.; SILVA NETO, J. S.; SILVA SANTOS, J. M.; & DE ASSIS SILVA, G. A. Caracterização dos sistemas de produção de leite bovino em um município no semiárido brasileiro. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.22, n.02, p.312-320, 2023.

PEDROSO, A. M. Suplementação lipídica sobre o perfil da gordura do leite em vacas. **In: Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC**, 2021. Anais [...]. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1086660/1/Suplementacao-lipidica-sobre-o-perfil-da-gordura-do-leite.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2025.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Gordura em rações de lactação: revisão. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.

PESCE, Celestino. Oleaginosas da Amazônia. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; **Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (NEAD)**, v.2, n.02, p. 33, 2009.

RAMOS, L. M. G. **Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com ingredientes orgânicos e convencionais em sistema orgânico**. 2014. 31f. Dissertação (Mestrado)-UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA- UFPB. Paraíba, 2014.

RAMOS, A. F. O.; TERRY, S.A.; HOLMAN, D.B.; BREVES, G.; PEREIRA, L.G, SILVA.; A.G, & CHAVES, A.V. Tucumã Oil Shifted Ruminal Fermentation, Reducing Methane Production and Altering the Microbiome but Decreased Substrate Digestibility Within a RUSITEC Fed a Mixed Hay – Concentrate Diet. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p.26. 2018.

RIBEIRO, C. C.; SOARES, M. S. Caracterização do fruto e elaboração de geleia da polpa de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **In: ENCONTRO REGIONAL DO NORTE E NORDESTE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 5., 1995, Fortaleza. Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1995. 213p.

RYSANEK, D.; BABAK, V. Bulk tank milk somatic cell count as an indicator of the hygiene status of primary milk production. **Journal of Dairy Research**, v.72, p.400-405, 2005. DOI: 10.1017/S002202990500097X.

RODRIGUES FILHO, J. A.; CAMARÃO, A. P.; & AZEVEDO, G. D. Utilização da torta de amêndoa de dendê na alimentação de ruminantes. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental** (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos,111) p.24, 2001.

ROSA, D. C.; TRENTIN, J. M.; PESSOA, G. A.; SILVA, C. A. M.; & RUBIN, M. I. B. Qualidade do leite em amostras individuais e de tanque de vacas leiteiras. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 79, p. 485-493, 2012.

Sá, K. N. **Avaliação do resíduo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) na alimentação de ruminantes**. 2023. 61f. Dissertação (Mestrado) - Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus,2023.

SANTOS, D. S.; KLAUCK, V.; CAMPIGOTTO, G.; ALBA, D.F.; REIS, J.H.; GEBERT, R.R.; & DA SILVA, A.S. Benefits of the inclusion of açai oil in the diet of Dairy sheep in heat stress on health and milk production and quality. **Journal of termal biology**, v. 84, p. 250-258. 2019.

SANTOS, F. A. P.; KLAUCK, V.; CAMPIGOTTO, G.; ALBA, D.F.; REIS, J.H.; GEBERT, R.R.; & DA SILVA, A.S. Nutrição de vacas leiteiras: avanços e tendências. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 21, n. 3, p. 1–15, 2020.

SANTOS, G. L. C.; KLAUCK, V.; CAMPIGOTTO, G.; ALBA, D.F.; REIS, J.H.; GEBERT, R.R.; & DA SILVA, A.S. Uso de tortas na alimentação de vacas leiteiras: uma revisão. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 1, p. 89-113, 2020.

SHINGFIELD, K. J.; SUN, X., WANG, Y., M.A, X., L.I, S., & WANG, W. Role of ruminal biohydrogenation in milk fat composition and production. *Advances in Animal Biosciences*, v. 1, p. 160–168, 2010.

SILVA, Gisele Santos. Hematologia de ovinos alimentados com farelo da casca de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*). 2024. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2024.

Silva, L. A. Caracterização lipídica de frutos da família *Arecaceae* da Amazônia. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.24, n. 3, p. 45–52, 2022.

SILVA, A. F. Farelo do resíduo de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em substituição ao milho na alimentação de poedeiras comerciais. 2018. 50f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A.R.; BEZERRA, L.R, CARVALHO, S.T.; & LEÃO, A.G. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. *Comunicata Scientiae*, v. 5, n. 4, p. 370–379, 2014.

SOUZA, R.O.S.; MARINHO, H.A. Determinação de caroteoides com e sem pró-vitamin A de três espécies de tucumã no estado do Amazonas (*Astrocaryum vulgare*, *A. aculeatum* e *A. acaule*). **In: Jornada de Iniciação Científica PIBIC**, 19, 2010, Manaus. Resumos..., Manaus: [Inpa], 2010.

SOUZA, L.C.; ZAMBOM, M.A.; POZZA, M.S.D.S.; NERES, M.A.; RADIS, A.C.; BORSATTI, L.; & GUNDT, S. Development of microorganisms during storage of wet brewery waste under aerobic and anaerobic conditions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, p. 188-193, 2012.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. OnDemand for Academics. **Users guide**. Cary: 2009.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R. D.; OLIVEIRA, G. J. C. D.; COSTA, M. D. C. M. M. D.; CARVALHO, G. J. L. D.; FRANCA, A. S.; & AZEVEDO, J. L. M. D. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.34, p. 2369-2375, 2005.

TACO - Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP -Campinas: **NEPAUNICAMP**. v.04, p.16, 2011.

TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*, v. 75, n.1, p.345-357, 1992.

TAVARES, R. T. Degradabilidade in situ da casca do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) em substituição ao milho em dieta para bovinos. Manaus. **ATENA EDITORA**, v. 3, cap. 15, p. 127-134, 2020.

VIROLI, S. L. M.; RODRIGUES, F.M.; VIROLI, S.G.; CARVALHO, N.P.; DUARTE, HÁ.; ALVES, T.T.; & FEITOSA, KP. Avaliação dos parâmetros físico químicos e microbiológicos do leite cru informal envasados em garrafas-PET comercializados em bairros periféricos em um município da região norte do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e26011326706-e26011326706, 2022.

VLAEMINCK, B.; FIEVEZ, V.; CABRITA, A.R.J.; FONSECA, A.J.M.; & DEWHURST, R.J. 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.

YUYAMA, L.K.O.; MAEDA, R. N.; PANTOJA, L.; AGUIAR, J. P. L.; & MARINHO, H. A Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 28, n.2, p 408-412. 2008.

WWF. **Cadeia produtiva da pecuária de corte no Amazonas: um diagnóstico territorial participativo**. Manaus: WWF-Brasil, 2020. Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/cadeia_produtiva_corte_amazonas.pdf. Acesso em: 8 jul. 2025.