



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

MARINA ROSE CAMPOS BARROSO

**QUALIDADE DA CARNE DE BORREGOS MORADA NOVA SUBMETIDOS A
DIFERENTES DIETAS DE TERMINAÇÃO**

**FORTALEZA
2022**

MARINA ROSE CAMPOS BARROSO

QUALIDADE DA CARNE DE BORREGOS MORADA NOVA SUBMETIDOS A
DIFERENTES DIETAS DE TERMINAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Produção de Ruminantes, Forragicultura e Pastagens.

Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

Coorientadores: Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel; Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B285q Barroso, Marina Rose Campos.

Qualidade da carne de borregos Morada Nova submetidos a diferentes dietas de terminação / Marina Rose Campos Barroso. – 2022.

61 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva.

Coorientação: Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel; Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério.

1. Qualidade da carne. 2. Ovinos - Nutrição - Morada Nova. 3. Nutrição animal. I. Título.

CDD 636.08

MARINA ROSE CAMPOS BARROSO

QUALIDADE DA CARNE DE BORREGOS MORADA NOVA SUBMETIDOS A
DIFERENTES DIETAS DE TERMINAÇÃO

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para a obtenção do título
de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção de
Ruminantes, Forragicultura e Pastagens.

Aprovada em: 16/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva (Orientador)
Universidade Federal de Tocantins (UFT)

Profa. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Luciana Freitas Guedes
Centro Universitário - INTA (UNINTA)

Prof. Dr. Delano de Sousa Oliveira
Bolsista DTI – Nível A (Embrapa Caprinos e Ovinos)

Profa. Dra. Lays Débora Silva Mariz
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À Deus.

Aos meus pais, Margareth Rose e Josué
Martins.

À minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pelo dom da vida, por me guiar pelos caminhos desconhecidos, sempre me protegendo dos males e me dando as forças necessárias para seguir em frente.

À Universidade Federal do Ceará por ser parte da minha vida ao longo desses anos, que me proporcionou experiências incríveis dentro e fora dos seus portões, pelo meu bacharel e meu mestrado na casa.

À EMBRAPA Caprinos e Ovinos pela oportunidade de realização do meu experimento de mestrado, disponibilização da sua estrutura e conhecimentos para fazer ciência.

Aos meus pais, Margareth Rose e Josué Martins. Se estou aqui agora foi pelo apoio incondicional de vocês! Todo meu amor os dedico.

Ao meu orientador José Neuman Miranda Neiva que, apesar da distância, sempre se mostrou disponível para me ajudar no que fosse! Inteligente e espontâneo, um zootecnista que admiro demais! Só tenho a agradecer!

À minha coorientadora Professora Patrícia Guimarães Pimentel por todos esses anos de acompanhamento, uma das maiores responsáveis pela pessoa e profissional que sou, só tenho a agradecer por todas as experiências vividas, os experimentos realizados e como ter um exemplo de professora e pesquisadora foi e é muito importante para a minha vida!

Ao meu coorientador Marcos Cláudio Pinheiro Rogério que me acompanhou desde o final da graduação até agora, fazendo ciência juntos na EMBRAPA apesar das dificuldades desses últimos anos!

À professora Luciana Guedes que sempre me apoiou, se mostrou disponível e acreditou no meu potencial desde a graduação! Aprendi muito durante esses anos e espero continuar fazendo ciência como a zootecnista exemplo que é para mim!

Ao professor Delano Oliveira pelos ensinamentos, pelo aceite para participar da minha banca, as trocas de experiências e pelo zootecnista exemplar que é!

À professora Lays Mariz pelas experiências e ensinamentos trocados nos experimentos, pela cientista e profissional que é e também pelo aceite para participar da minha banca.

Aos membros dos grupos CAPROVIS, GRESA e aos funcionários da EMBRAPA que me acolheram, ensinaram, brincaram, trocaram experiências e me apoiaram dentro e fora da academia! Em especial ao meu companheiro de mestrado Gabriel Campos que sem você, meu amigo, seria tudo diferente, nós juntos apoiando o outro apesar das dificuldades, saiba que pode contar comigo sempre!

Aos meus familiares pelo apoio e por torcerem por mim sempre. Especial meu pai Plácido, à Soraya e à minha irmãzinha Yasmin pelo carinho e apoio de sempre!

Aos meus amigos que são minha segunda família! Amo todos vocês!
À todos que torceram e torcem por mim dentro e fora da universidade.
Meu muito obrigada!

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade da carne de borregos Morada Nova submetidos a duas dietas de terminação sem e com 15% de redução em proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Foram utilizados 16 borregos machos não castrados da raça Morada Nova, com peso de $19,04 \pm 2,94$ kg e idade de 160 dias, alocados em baias coletivas com o uso de comedouros automatizados GrowSafe Systems®. As dietas foram formuladas sem redução (0%) e com 15% de redução de nutrientes (PB e NDT), para borregos em crescimento, com ganho de peso médio diário de 200 gramas/animal, com o uso de dietas de alto concentrado (DAC) peletizadas. Foi adotada a relação volumoso:concentrado de 18:82 e de 43:57, respectivamente. As análises físico-químicas realizadas no músculo *Longissimus dorsi* foram composição centesimal, pH, cor (L^* , a^* e b^*), capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, teores de lipídios, colesterol e perfil de ácidos graxos. Os dados foram submetidos à análise de variância a serem comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade usando o programa estatístico SAS®. Não foi verificada diferença entre as dietas para os parâmetros avaliados, com exceção dos ácidos graxos C17:0 e C17:1 ($P < 0,05$). Portanto, a terminação de borregos Morada Nova com 15% de redução de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais não compromete a qualidade da carne, possibilitando a obtenção de uma carne de qualidade aceitável. Constatou-se que animais localmente adaptados do semiárido, da raça Morada Nova, recomenda-se a adoção da dieta com 15% de redução proposta pelo NRC (2007).

Palavras-chave: ciência da carne; dietas de alto concentrado; Morada Nova vermelha; nutrição.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the quality of Morada Nova lamb meat submitted to two finishing diets without and with 15% reductions in crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN). Sixteen non-castrated male lambs of the Morada Nova breed, weighing 19.04 ± 2.94 kg and 160 days of age were used, allocated in collective bays using GrowSafe Systems® automated feeders. The diets were formulated without reduction (0%) and with a 15% reduction of nutrients (CP and TDN), for growing lambs, with an average daily weight gain of 200 grams/animal, with the use of high-concentrate diets (HCD) pelletized. The roughage: concentration ratio of 18:82 and 43:57, respectively, were adopted. The physical-chemical analysis performed on the Longissimus dorsi muscle was centesimal composition, pH, color (L^* , a^* and b^*), water holding capacity, cooking loss, shear force, lipid and cholesterol levels, and fatty acid profile. The data were submitted for analysis of variance to be compared by the F test at 5% probability using the statistical program SAS®. There were no differences between the diets for the evaluated parameters, except for fatty acids C17:0 and C17:1 ($P < 0,05$). Therefore, finishing Morada Nova lambs with a 15% reduction in crude protein and total digestible nutrients does not compromise meat quality, allowing meat of acceptable quality. Furthermore, it is recommended to adopt the diet with a 15% reduction proposed by the NRC (2007) for locally adapted animals from the semiarid region of the Morada Nova breed.

Keywords: high concentrate diets; meat science; Morada Nova of the red variety; ruminant nutrition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Comedouro automatizado GrowSafe Systems®	32
Figura 2 – Borrego alimentando-se da dieta experimental no comedouro GrowSafe Systems®	32

..

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (g/kg MS)	33
Tabela 2 – Composição centesimal e bromatológica (g/kg MS) das dietas experimentais.....	34
Tabela 3 – Composição centesimal (%), teores de lipídeos (g/100g) e de colesterol (mg/100g) do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de borregos Morada Nova submetidos a dietas sem e com 15% de redução de proteína e energia (PB e NDT)	39
Tabela 4 – pH inicial e final, cor (L*, a* e b*), valores de capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de borregos Morada Nova submetidos dietas sem e com 15% de redução de proteína e energia (PB e NDT)	41
Tabela 5 – Percentual e relações de ácidos graxos da carne de borregos Morada Nova submetidos a dietas sem e com 15% de redução de proteína e energia (PB e NDT)	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	A ovinocultura nordestina e seus desafios	14
2.2	Estratégias nutricionais para ovinocultura no semiárido brasileiro	15
2.3	Características qualitativas da carne ovina	19
2.3.1	<i>Composição centesimal da carne ovina</i>	20
2.3.2	<i>Teor de Colesterol</i>	23
2.3.3	<i>Parâmetros físicos</i>	24
2.3.4	<i>Perfil de ácidos graxos</i>	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	Local, período e animais experimentais	31
3.2	Dietas experimentais	32
3.3	Análises químico-bromatológicas dos alimentos e dietas	33
3.4	Abate e obtenção das amostras	34
3.5	Aferições pós-abate e armazenamento das amostras	35
3.6	Análises de qualidade da carne	35
3.7	Análise estatística	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A produção de ovinos é uma realidade no Brasil há séculos, datando da chegada dos portugueses às terras brasileiras, expressando seu maior destaque nas regiões Nordeste e Sul. Os ovinos se estabeleceram como fonte de renda, dispondo de produtos como pele e carne, compondo o cotidiano de grandes e pequenos produtores dessas regiões.

No entanto, para os produtores nordestinos, os períodos de estiagem do semiárido limitam a produção ovina na região, pois há uma redução na disponibilidade de alimento e de água para os animais sob pastagem nativa, o que muitas vezes acarreta redução na produtividade. Contudo, a tecnificação da produção de ovinos de corte no Nordeste tem se tornado uma realidade nesses últimos anos, diminuindo aos poucos o uso de sistemas extensivos, assim como a dependência exclusiva de pastagem nativa. O uso de raças localmente adaptadas às condições semiáridas, como a Morada Nova vermelha, auxilia nessa busca por maior produtividade aliada à maior adaptabilidade e resiliência desses animais.

Além disso, o confinamento de ovinos e o uso de dietas de alto concentrado são estratégias que vêm sendo difundidas entre produtores em todo o Brasil, devido a possibilidade de terminar ovinos mais jovens e em menor tempo. Dietas de terminação com alto uso de concentrados, baseadas nas recomendações do Nutritional Research Council - NRC (2007), têm mostrado resultados positivos no uso em animais jovens, proporcionando carnes e carcaças de melhor qualidade. Entretanto, as dietas propostas pelo NRC (2007), em razão de ser um sistema criado nos EUA, apresenta animais e alimentos com condições diferentes de clima e criação quando comparados com os alimentos e sistemas de criação utilizados no Brasil, notadamente na região Nordeste. Assim, as exigências nutricionais recomendadas por esse sistema podem estar superestimando as exigências nutricionais dos animais localmente adaptados da região semiárida brasileira.

É possível que o uso de dietas de alto concentrado exerça uma influência sobre a qualidade de carne em raças localmente adaptadas do semiárido. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade da carne de borregos Morada Nova, quando submetidos a duas dietas de terminação, sem e com 15% de redução em proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ovinocultura nordestina e seus desafios

A ovinocultura representa parte fundamental na agropecuária brasileira, a qual possui um rebanho efetivo de aproximadamente 20 milhões de cabeças ovinas (IBGE, 2019). Essa atividade é importante principalmente para as regiões Nordeste e Sul, que, somadas, representaram 88,62% do rebanho nacional em 2019 (68,54 e 20,08%, respectivamente), segundo dados do IBGE (2019) e do Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos - CIM (EMBRAPA, 2020).

A produção de ovinos de corte no Nordeste é uma atividade que vem se tecnificando para oferecer um produto de melhor qualidade aos consumidores. Segundo dados do Boletim do CIM (EMBRAPA, 2020), a região apresenta tendência de expansão do seu rebanho ovino quando comparada a outras regiões brasileiras, mostrando crescimento de 21,20%, no período de 2015 a 2019. Essa atividade possui importância tanto econômica, como social para as regiões semiáridas, sendo os animais utilizados tanto para consumo, como para negociação em mercados mais regionais (LANDIM *et al.*, 2021).

Nas regiões semiáridas, o sistema de produção de ovinos é, normalmente, caracterizado pelo seu uso extensivo, baseado na utilização de pasto nativo da Caatinga, com preferência por raças localmente adaptadas (SILVEIRA *et al.*, 2021). Segundo Selaive-Villarreal e Costa (2014) e Felisberto *et al.* (2020), o referido sistema geralmente apresenta produções conjuntas para ovinos, caprinos e bovinos, assim como pouca utilização de práticas sanitárias e zootécnicas agregadas à agricultura de subsistência. Sendo assim, um dos maiores desafios encontrados por ovinocultores nordestinos ocorre durante os períodos de maior estiagem no semiárido, onde há a redução da precipitação, da disponibilidade e qualidade do estrato herbáceo e da água, causando, conseqüentemente, redução no desempenho do animal (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Contudo, a resiliência e adaptabilidade das raças nativas da região favorecem o enfrentamento, principalmente, a essas dificuldades climáticas.

Dentre as raças localmente adaptadas, podemos destacar a raça Morada Nova, sendo originária da região Nordeste, utilizada tanto para produção de carne, quanto de pele. A Morada Nova possui características adaptáveis às condições semiáridas. Dentre elas destacam-se sua rusticidade, resistência a situações de

estresse térmico pelo calor, resistência parasitária e habilidade reprodutiva, destacando suas taxas elevadas de cobertura e parição, alta frequência de partos múltiplos e habilidade materna (FACÓ *et al.*, 2008; LEITE *et al.*, 2018; MOURA *et al.*, 2019; NUNES *et al.*, 2020; TOSCANO *et al.*, 2020). Entretanto, apesar de sua adaptabilidade, os sistemas de produção extensiva, assim como propiciam a demora para os animais da raça ganharem peso, dificultam maior produtividade do ovino Morada Nova, gerando muitas vezes carcaças mais leves, podendo influenciar a qualidade do produto.

Os sistemas extensivos do Nordeste, baseados na produção herbácea da Caatinga, não são suficientes para otimização da produtividade dos ovinos, sendo necessária intensificação da produção por meio de estratégias nutricionais, como dietas e confinamentos de terminação para suprir as necessidades nutricionais dos ovinos (ROGÉRIO *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2021).

2.2 Estratégias nutricionais para ovinocultura no semiárido brasileiro

A alimentação é fator decisivo para o desempenho animal, assim como para características de carcaça e de qualidade da carne (SAÑUDO; SANCHEZ; ALFONSO, 1998).

Uma das estratégias nutricionais, buscando aumento da produtividade ovina no semiárido, consiste no uso de pastagens cultivadas, tanto para pastejo, como reserva alimentar para produção de silagem (FELISBERTO *et al.*, 2020). Associada às pastagens cultivadas, podemos adicionar a suplementação à pasto, a qual permite suplementação estratégica com o uso de concentrados, visando diferentes categorias do rebanho, dando atenção a cada categoria específica e suas exigências nutricionais (ROGÉRIO *et al.*, 2016). Entretanto, mesmo com suplementação, o sistema a pasto não garante um ciclo de produção rápido, pois para elevar a produtividade faz-se necessário atender às exigências nutricionais dos animais, principalmente em proteína e energia. Portanto, a adoção de estratégias de manejo como confinamento e utilização de dietas de alto concentrado são alternativas para atingir o resultado esperado (CARVALHO *et al.*, 2014; ROGÉRIO *et al.*, 2018).

O confinamento de ovinos vem crescendo no Brasil e no Nordeste. A adoção desse sistema de produção resulta, muitas vezes, no aumento do uso de alimentos concentrados (MONTEIRO *et al.*, 2017). Barros *et al.* (2009), ao comparar

cordeiros desmamados à pasto e em confinamento, observaram maior ganho de peso, maior rendimento de carcaça, redução na idade ao abate e no tempo de terminação para cordeiros confinados quando comparados com aqueles terminados à pasto. Assim, como vantagens do confinamento destacam-se um maior uso de tecnologias, melhor controle de endoparasitoses, antecipação da idade ao abate, maior retorno do capital aplicado, produção de peles de melhor qualidade e maior rapidez e qualidade na produção de carne, que está aliada, principalmente, ao uso de dietas com alto teor de concentrados (DAC) (MARTINS *et al.*, 2010; ROGÉRIO *et al.*, 2016; MONTEIRO *et al.*, 2017).

As DACs podem ser caracterizadas como dietas com baixa inclusão de volumoso (entre 0 e 20% do total da matéria seca), que podem ser oferecidas tanto moídas, como em forma de “pellets” ou grãos inteiros. O uso das DACs visa o aumento da produtividade do sistema de produção por elevar a proporção de concentrado na dieta para terminação de borregos, já que uma alimentação com alta inclusão de volumosos, muitas vezes não atende às exigências nutricionais dos animais, diminuindo o tempo de permanência em confinamento. A eficiência alimentar é incrementada, bem como, o consumo, digestibilidade, índices produtivos e reprodutivos do rebanho e com rápido acabamento de carcaça (BERNARDES *et al.*, 2015; ROGÉRIO *et al.*, 2018).

Segundo Guedes *et al.* (2015) e Andrés *et al.* (2019), a peletização substitui os concentrados tradicionais e sua utilização como DACs oferece algumas vantagens de uso, como aumento da densidade física da dieta e aumento de consumo pelos animais, assegurando a ingestão adequada de fibra e redução na seletividade dos ingredientes, o que diminui o desperdício nos comedouros.

Entretanto, é importante frisar que o uso inadequado (inexistência de período de adaptação) e/ou prolongado das DACs (acima de 90 dias), pode aumentar a probabilidade de distúrbios metabólicos, como acidose ruminal, laminite e timpanismo, causando desconforto ao animal e, conseqüentemente, queda no desempenho e redução da produtividade e lucro. Para evitar essas conseqüências, o uso de aditivos alimentares e de fontes de fibra fisicamente efetiva faz-se necessários para funcionamento ruminal adequado e melhor desempenho do animal com a aplicação das DACs (SANTOS, 2006; SANTANA NETO *et al.*, 2014; ROGÉRIO *et al.*, 2018).

Alguns estudos publicados com a avaliação de diferentes níveis de concentrado nas dietas em confinamento para ovinos, mostraram resultados positivos de sua utilização. Medeiros *et al.* (2007), avaliando o desempenho e digestibilidade de teores crescentes de concentrado na dieta (20 a 80%) de ovinos Morada Nova, observaram redução do tempo de confinamento de 123,37 dias com dietas de 20% de concentrado para 52,50 dias com 80%; além de aumento no consumo, no ganho de peso e na conversão e eficiência alimentar. Parente *et al.* (2016) demonstraram, por meio de estudo de viabilidade econômica com dietas de 40, 60 e 80% de inclusão de concentrado, que a maior margem de lucro constatada foi com o uso de 80% de concentrado nas dietas para um período de confinamento de 45 dias. Nesse contexto, o preço pago por quilo de peso corporal dos cordeiros foi R\$ 9,00, assim como o custo diário médio com alimentação foi o menor (R\$ 4,93) e com maior lucro (R\$49,55) quando comparado com os demais níveis (40 e 60%) de fornecimento e lucro (R\$5,31 e R\$5,75; R\$-23,35 e R\$-0,46, respectivamente).

Sob as adversidades semiáridas, os animais são submetidos naturalmente a circunstâncias de restrição de nutrientes tanto pelas condições climáticas como pelo uso de planos alimentares, objetivando otimizar e poupar recursos, assim como reduzir custos, pois esses representam em torno de 70 a 80% dos gastos das propriedades (SILVA *et al.*, 2016; ARAÚJO *et al.*, 2017).

Os ruminantes, de maneira geral, em estado pós-absortivo, param de utilizar a energia proveniente dos ácidos graxos de cadeia curta e começam a mobilizar fontes energéticas alternativas. A gliconeogênese hepática passa a utilizar alanina, glicina e glicerol como substratos para a manutenção da glicemia, assim como a oxidação de aminoácidos e ácidos graxos não esterificados como outras formas alternativas para suprir a demanda de energia do animal (KOZLOSKI, 2019). Por se encontrarem sob este estado de restrição de nutrientes, as reservas corporais de gordura e proteínas dos animais também são reduzidas. Entretanto, mecanismos adaptativos desenvolvidos por animais mais resistentes garantem sua sobrevivência em condições de baixa oferta de alimentos (SUDARMAN; ITO, 2000).

A estratégia de uso da restrição alimentar está relacionada ao uso de dietas de terminação baseadas no desempenho animal. A composição dessas dietas de terminação normalmente segue tabelas propostas pelo National Research Council - NRC (2007), as quais determinam os requerimentos nutricionais baseados em diferentes categorias animais e critérios, como ganho de peso, consumo, peso vivo,

sexo e condições de maturidade. Entretanto, como são tabelas internacionais e não consideram os requerimentos dos animais localmente adaptados e os períodos de redução de nutrientes os quais eles passam, muitas vezes superestimando o ganho de peso e de manutenção de animais deslanados, como o Morada Nova (COSTA *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Devido aos períodos de estiagem, Araújo (2015), Araújo *et al.* (2018) e Carvalho (2019) relataram reduções médias de 15% nos níveis de proteína e energia que foram efetivamente consumidos por ovinos em pastos nativos, confirmando a redução de nutrientes naturalmente por esses animais e como seus metabolismos agem em relação a esta condição.

De acordo com Lawrie (2006), diferentes planos nutricionais afetam diferentemente os animais em sua forma e composição, mesmo sendo de mesma raça e peso. Quando um animal é mantido sob dietas de restrição de nutrientes, diferentes tecidos e regiões do corpo são utilizadas como mobilizadoras para suprir a demanda de energia e proteína para manutenção do animal ao invés de mobilizá-las para o crescimento. Assim, algumas pesquisas com o uso da restrição de nutrientes em dietas de terminação para ovinos deslanados vêm sendo estudadas, como mostram resultados obtidos Alves (2019), Costa *et al.* (2020), Costa *et al.* (2021), Luz (2019) e Oliveira *et al.* (2020).

Alves (2019), Costa *et al.* (2020) e Costa *et al.* (2021), estudando o efeito de dietas de terminação para maturidade precoce e tardia com restrição de PB e NDT propostas pelo NRC (2007) em fêmeas da raça Santa Inês e Somalis, confirmaram a hipótese de que com redução de 15% nas exigências de proteína e energia, não houve diferença na curva de crescimento dos animais alimentados com dietas para maturidade tardia, bem como a referida dieta foi indicada caso o objetivo seja matrizes para descarte.

Avaliando dietas similares aos referidos autores, Oliveira *et al.* (2020) verificaram que ao reduzirem as exigências de micronutrientes nessas dietas propostas pelo NRC (2007), não houve influência no consumo, na digestibilidade ou no desempenho de ovinos Morada Nova. Luz (2019), ao avaliar o consumo de matéria seca e o ganho médio diário de borregos Morada Nova sob restrição de nutrientes com dietas de terminação, não encontrou diferença significativa entre as dietas sem restrição e com 15% de restrição. Assim, os borregos Morada Nova não foram afetados nutricionalmente pelas dietas. Tais resultados demonstram melhor utilização

de nutrientes pelo Morada Nova e sua adaptabilidade a condições de restrição de nutrientes.

Tais estratégias nutricionais visam, além de aumento na produtividade ovina no semiárido, também a entrega de produto de qualidade adequada que é a carne. Um menor teor de gordura e melhor acabamento de carcaça, por exemplo, são algumas das características desejadas pelos consumidores atualmente, movimentando, assim, o mercado e os produtores a entregarem os produtos almejados (GONZAGA *et al.*, 2018).

Oliveira (2017) avaliou a qualidade da carcaça e da carne de cordeiros Morada Nova alimentados com dietas de terminação para maturidade precoce e tardia com dois níveis de restrição, segundo o NRC (2007), e constatou que as dietas de maturidade precoce, independente do nível de restrição proposto, influenciaram positivamente nos rendimentos de carcaça e cortes cárneos, assim como na qualidade da carne.

Corroborando com Oliveira (2017), Araújo *et al.* (2017), avaliando a qualidade da carne de ovinos Morada Nova em restrição de nutrientes, concluíram que seus aspectos qualitativos não foram influenciados pelas restrições alimentares, com exceção dos teores de gordura que foram influenciados pelo maior nível de restrição de 60% de nutrientes. Sobre esse ponto, Kauffman (2012) explica que a nutrição influencia a composição do músculo ao manter controle do total de lipídios acumulados, permanecendo dependente do total de calorias ingeridas pelo animal e os gastos com a dieta. Em dietas de restrição a gordura é mobilizada, ao invés de depositada, dos músculos, visando a manutenção do animal.

2.3 Características qualitativas da carne ovina

Fonte direta de nutrientes, a carne vermelha possui proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis, assim como micronutrientes, entre os quais estão ferro, selênio, zinco e vitamina B12 (REALINI *et al.*, 2004; BIELSALSKI, 2005; WILLIAMS, 2007; INSANI *et al.*, 2008; PEREIRA; VICENTE, 2013). A qualidade da carne pode ser definida como um conjunto de propriedades que definem o que é apreciado no momento da sua compra, da ingestão ou para uso em subprodutos cárneos, como patês e defumados (PURSLOW, 2017). A qualidade da carne é determinada por sua qualidade visual e tecnológica (cor,

firmeza, capacidade de retenção de água e pH) e seus atributos organolépticos (maciez, sabor, odor e suculência; CRUZ *et al.* 2016).

A nutrição é um fator que também influencia a qualidade da carne. Fatores intrínsecos como idade, raça, sexo, espécie e tipo de músculo são fatores que apresentam influência nos parâmetros de qualidade da carne de ovinos, segundo Silva Sobrinho *et al.* (2008). Além disso, Ferguson e Warner (2008) apontaram que fatores pré-abate como transporte, bem-estar animal (escassez de água e alimentos), mudanças de clima e nas interações sociais dos animais (separação ou mistura de diferentes lotes) e outros fatores extrínsecos podem afetar negativamente a qualidade do produto final.

Nas avaliações de qualidade da carne, o *Longissimus dorsi* é usualmente utilizado por ser um músculo indicativo de rendimentos de cortes cárneos de alto valor comercial (como contra-filé, lombo, carré e T-bone), assim como do grau de musculosidade do animal e da composição da carcaça (GONZAGA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2018).

2.3.1 Composição centesimal da carne ovina

O músculo é composto por cinco constituintes químicos primários: umidade (água), proteínas, lipídeos, carboidratos e material inorgânico (cinzas e minerais; KAUFFMAN, 2012; KEETON *et al.*, 2014). A análise químico-bromatológica destes constituintes primários permite quantificar tais componentes químicos presentes no músculo, resultando nos valores de sua composição centesimal (SANTOS *et al.*, 2008; PITOMBO *et al.*, 2013).

Em média, a maioria dos músculos são compostos por 1% de material inorgânico (como potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, cálcio e ferro), 1% de carboidratos (glicogênio *antemortem* e ácido láctico *post-mortem*), assim como 5% de lipídios, 19% de proteínas e o restante, em torno de 74%, de água (LAWRIE, 2006; KAUFFMAN, 2012; LÓPEZ-BOTE, 2017).

Segundo a literatura, a composição centesimal da carne ovina sofre influência de aspectos como idade, sexo, genética, manejo, além do tipo e da função do grupo muscular avaliado (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

O maior constituinte químico da carne ovina é a água, com valor aproximado de 75% do peso total (RAMOS; GOMIDE, 2007). A determinação da

umidade da carne é uma análise básica e primária, estando relacionada à sua estabilidade, qualidade e composição. Assim como, elevados valores de umidade podem influenciar seu armazenamento, preservação, embalagem e processamento (FERGUSON; WARNER, 2008; PITOMBO *et al.*, 2013, CRUZ *et al.*, 2016).

De acordo com Zeola *et al.* (2007) e Monte *et al.* (2012), a umidade influencia diretamente os demais parâmetros da qualidade da carne, tanto os físicos, como capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento; como os químicos e organolépticos (pH, cor e sabor).

A nutrição influencia a umidade da carne dos cordeiros. Segundo estudo sobre sistemas de alimentação de cordeiros realizado por Osório, Osório e Sañudo (2009), a umidade da carne de cordeiros alimentados com pastagem nativa, pastagem nativa ao pé da mãe e pastagem nativa com suplementação, apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo 75,62%; 77,36%; 76,12% os respectivos valores dos tratamentos para umidade da carne de cordeiros.

Representando de 16 a 22% do tecido muscular animal, as proteínas são o segundo constituinte em maior abundância na carne. As proteínas são compostas por mais de 20 aminoácidos conectados por ligações peptídicas. Sua participação na produção de enzimas, hormônios e hemoglobina, bem como na regulação do metabolismo e em processos imunológicos do corpo, as torna essenciais para o funcionamento do organismo (PARDI *et al.*, 2001).

As proteínas são geralmente classificadas de acordo com sua função, sendo a maior parte composta por proteínas de contração (miofibrilares), seguidas por proteínas metabólicas (sarcoplasmáticas) e, em menor proporção, por proteínas estruturais e conectivas (estromáticas; KEETON *et al.*, 2014).

As proteínas miofibrilares representam mais da metade das proteínas totais presentes no músculo, as quais são longas fibras proteicas organizadas em repetidas sessões (chamadas sarcômeros) que contraem por deslizamentos entre filamentos finos e espessos denominados actina e miosina. Durante o *rigor mortis* (processo bioquímico natural de enrijecimento muscular), é formado o complexo actinmiosina, o qual influencia diretamente na capacidade de retenção de água do músculo, na ligação intermolecular da matrix e na estabilidade mecânica da carne (KEETON *et al.*, 2014; LÓPEZ-BOTE, 2017). O comprimento do sarcômero está relacionado à maciez da carne (RHEE *et al.*, 2004; STARKEY *et al.*, 2015) e é um dos fatores que

influenciam na dispersão da luz no músculo, afetando sua coloração (HUGHES *et al.*, 2018).

As proteínas sarcoplasmáticas são solúveis em água, encontradas no fluido sarcoplasmático envolvidas por miofibrilas, compostas predominantemente por enzimas oxidativas e vários pigmentos, entre eles a mioglobina, responsável primária à coloração da carne (KEETON *et al.*, 2014; SUMAN; JOSEPH, 2014).

As proteínas provenientes de animais detêm um elevado valor biológico, devido à presença de seus aminoácidos essenciais e características para uma melhor digestibilidade, como proporções similares àquelas encontradas nos humanos. Há oito aminoácidos essenciais, os quais não são sintetizados pelo corpo humano, que estão contidos nas carnes dos animais, são eles isoleucina, valina, leucina, fenilalanina, treonina, metionina, histidina e lisina (OSÓRIO *et al.*, 2012; WOOD, 2017). Purchas *et al.* (2014), avaliando a carne bovina e ovina produzida na Nova Zelândia, demonstrou que 100 gramas de carnes magras forneciam de 80 a 110% do consumo diário recomendado da maioria dos aminoácidos, com exceção apenas do triptofano.

A quantidade de proteína presente no músculo animal pode sofrer influência de fatores como raça, idade e dieta do animal, de acordo com Monte *et al.* (2012).

Aproximadamente 3,5% do peso total do corpo dos animais consiste em matéria inorgânica (ossos e dentes), o que é normalmente analisado como cinzas. Nos tecidos cárneos, a percentagem de cinzas é uma estimativa do total de componentes minerais como constituintes celulares (mioglobina, hemoglobina e enzimas), ossos (fragmentos de ossos, tecidos mecanicamente separados e sistemas de recuperação da carne) ou ingredientes usados no processamento da carne (cloridrato de sódio, cloridrato de potássio, sais; KEETON *et al.*, 2014).

De acordo com Ferreira *et al.* (2018), os valores de matéria mineral são influenciados por fatores como idade, peso, sexo, genótipo e alimentação. Complementando, Jardim *et al.* (2007) afirmaram que com a idade do animal e seu grau de engorda, a concentração mineral decresce, resultando em valores mais baixos de cinzas. Para a carne de cordeiros deslanados, autores como Araújo *et al.* (2017) e Fernandes Júnior *et al.* (2013) encontraram valores de matéria mineral variando entre 1 e 1,4%.

Os lipídios são componentes do tecido adiposo dos animais e estão presentes de 1,5 a 13% no tecido muscular (KEETON *et al.*, 2014). São classificados

por suas propriedades físicas como polaridade, essencialidade aos humanos, estrutura e estado físico, sendo chamados de gordura quando se apresentam em estado sólido e óleos em estado líquido (O'KEEFE e SARNOSKI, 2017). As gorduras, em sua forma de triglicerídeos, desempenham função de armazenamento energético nos organismos, enquanto fosfolipídios e esteróis são elementos estruturais das membranas celulares (LEHNINGER; NELSON; COX, 2014).

O aspecto composicional da carne que mais sofre com alteração na sua variação são os lipídios visto que alguns músculos podem conter 15% de lipídios e outros menos de 2% (KAUFFMAN, 2012). A quantidade de lipídios presente na carne é amplamente influenciada por fatores como sexo, idade, peso, raça, a composição das dietas e exercícios físicos, visto que animais em condições de confinamento tendem a se movimentar menos que animais à pasto, o que pode ocasionar aumento na deposição de gordura (KAUFFMAN, 2012; WOOD, 2017).

Os lipídios afetam diretamente a qualidade nutricional, sensorial e de conservação da carne, e, para se ter relação ótima de qualidade da carne, é essencial uma adequada distribuição das gorduras da carne e da carcaça (MONTE *et al.*, 2012; FERREIRA *et al.*, 2018).

2.3.2 Teor de Colesterol

Constituído por moléculas biológicas formadoras de lipídios, o colesterol pertence à classe lipídica dos esteróis (O'KEEFE; SARNOSKI, 2017).

O colesterol é essencial aos animais, estando presente no plasma da membrana fosfolipídica das células em valores de 10 a 40%, assim como componente na membrana das organelas celulares (WILLIAN, 2013). Além de elemento estrutural celular, o colesterol desempenha funções diversas, como síntese de ácidos biliares e colecalciferol, precursor de hormônios esteroides e promotor de fluidez às membranas. Possui produção endógena, podendo regular sua biossíntese se a dieta não suprir o recomendado diário de até 200mg/dia (LEHNINGER; NELSON; COX, 2014; GEHRING, 2017; PARISH; GRAINGER, 2017).

O colesterol aparece como vilão para parte da população devido a uma correlação entre altos níveis de colesterol e doenças cardíacas. Ou seja, deve-se a uma associação entre aumento de doenças cardiovasculares com o aumento nos níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL, *low-density lipoproteins*). O colesterol consumido na dieta é inicialmente transportado ao fígado, onde é

metabolizado; seu excesso é convertido, formando as LDL, responsáveis por transportar o colesterol aos músculos, glândulas suprarrenais e tecido adiposo via corrente sanguínea, podendo ocorrer acúmulo nesses locais, incluindo artérias coronárias. Em contrapartida, as lipoproteínas de alta densidade (HDL, *high-density lipoprotein*) são responsáveis pelo transporte reverso do colesterol, captando o excesso dos tecidos e das LDL, retornando ao fígado para reciclagem. Assim, elevado nível de LDL combinado a um baixo nível de HDL pode acarretar aumento no risco de doenças cardíacas, enquanto baixos níveis de LDL combinados a altos níveis de HDL são associados a uma redução no risco de doenças coronárias (LEHNINGER; NELSON; COX, 2014; GEHRING, 2017; PARISH; GRAINGER, 2017).

Portanto, como abordado por Gehring (2017), Wood *et al.* (2008) e Wood (2017), o colesterol contido nas carnes é considerado baixo, não consistindo em determinante para o aumento dos níveis de LDL, mas sim o total e os tipos de gorduras (monoinsaturada, poliinsaturada, saturada e *trans*) presentes em outros alimentos das dietas.

2.3.3 Parâmetros físicos

Não apenas análises químicas, mas análises físicas também determinam a qualidade da carne, entre elas podemos destacar o potencial hidrogeniônico (pH), cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e maciez.

As avaliações físicas são essenciais como determinadores visuais e de aceitabilidade sensorial da carne (CRUZ *et al.*, 2016). Sendo importantes para a indústria alimentícia, que as utiliza para reduzir perdas de produtos, seja por cores indesejáveis ou perda de peso, tanto por cozimento, degelo, quanto por perdas exsudativas (HUGHES *et al.*, 2014), os quais estão correlacionados entre si, na qual um pode afetar positivamente ou negativamente o outro.

O pH participa efetivamente da conversão do músculo em carne, sendo assim fator intrínseco aos demais aspectos da qualidade da carne. No músculo do animal, o pH está metabolicamente e estruturalmente tamponado, visando manter o adequado funcionamento do organismo. No pós-abate, com a redução do fluxo sanguíneo e conseqüente baixa oxigenação aliado a capacidade tamponante diminuir, entrando em ação o metabolismo anaeróbico dos carboidratos, visando controlar a homeostase por meio da fosforilação do glicogênio, resultando no acúmulo de lactato

e decorrente queda no pH de 6,7 a 7,3 para 5,4 a 5,8. Esse em queda do pH, sendo decisiva para a qualidade da carne, pois pode ocasionar estados de PSE (*pale, soft and exudative*; pálida, macia e exsudativa) ou DFD (*dark, firm and dry*; escura, dura e seca) à carne, sendo rejeitada pelo consumidor. O intervalo considerado ideal para pH da carne é de 5,5 a 5,8, após 24 horas *postmortem*, e está ligado diretamente à quantidade de glicogênio muscular (IMMONEN; POULANNE, 2000; PÖSÖ; POULANNE, 2005; FERGUSON *et al.*, 2008; HONIKEL, 2014; HUGHES *et al.*, 2020).

Em ovinos, a concentração de glicogênio normalmente varia entre 75 e 120 mmol/kg no músculo. Entretanto, ao apresentar valores abaixo de 45 a 55 mmol/kg, ao abate, dificultam o pH final da carne atingir o valor ideal. A concentração de glicogênio no músculo pode variar entre animais da mesma espécie devido ao estresse ou a quantidade de energia presente na dieta. Assim, dietas de restrição podem influenciar os níveis de glicogênio, uma vez que neste estado metabólico há uma maior mobilização de reservas musculares no organismo do animal (IMMONEN; POULANNE, 2000; FERGUSON *et al.*, 2008; SILVA SOBRINHO *et al.*, 2008).

A mudança do pH muscular representa uma das alterações mais significativas no músculo durante a sua conversão em carne, estando diretamente e indiretamente relacionada à capacidade de retenção de água da carne, pois carnes com pH mais baixo apresentam maior perda de água, sendo essas mais secas. Assim como está relacionada à textura, ao aroma, ao processamento e à coloração da carne. As colorações mais escuras em carnes indicam pH alto, visto que possibilita uma maior absorção de luz, enquanto carnes mais claras apresentam pH mais baixo devido à maior reflectância da luz. Não somente o pH exerce influência na coloração, como também a quantidade de oxigênio presente no músculo (SILVA SOBRINHO *et al.*, 2008; BREWER, 2014; HONIKEL, 2014; CRUZ *et al.*, 2016).

A cor é um dos principais atributos de qualidade que influenciam o consumidor na hora da compra. As mudanças na coloração da carne estão normalmente ligadas à concentração e processos de oxidação de pigmentos presentes na carne, em sua maior parte formado pela proteína mioglobina (SUMAN; JOSEPH, 2014; HUGHES *et al.*, 2020).

A mioglobina tem função de reter o oxigênio no músculo por meio de ligações proteicas e férricas. A matiz da mioglobina altera sua coloração devido à oxigenação seguida pela oxidação da mioglobina. Suas formas oxidadas são denominadas de desoximioglobina (ferro ferroso, Fe^{2+} , Mb), que apresenta coloração

vermelho-púrpura. Tem-se a oximioglobina (ferroso oxigenado, Fe^{2+} , MbO₂), ocorre ao entrar em contato com oxigênio ambiente, sendo o estado desejado pelo consumidor. Ademais a metamioglobina (ferro férrico, Fe^{3+} , MetMb) a forma já oxidada da mioglobina, conferindo uma coloração amarronzada e maior motivo de recusa do consumidor (LAWRIE, 2006; KEETON *et al.*, 2014; SUMAN; JOSEPH, 2014; FAUSTMAN; SUMAN, 2017; WARNER *et al.*, 2017).

Em 1976, a Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), definiu um dos sistemas mais utilizados para mensuração desses aspectos de coloração. Neste sistema, a coordenada L* representa a luminosidade da carne, variando de 0 (escuro) a 100 (claro), medindo a quantidade de luz refletida. As coordenadas a* e b* estão relacionadas ao croma, na qual a* indica oposição entre vermelho (+a*) e verde (-a*), ao que b* representa oposição entre amarelo (+b*) e azul (-b*). A coordenada a* está correlacionada aos pigmentos heme e estado químicos da mioglobina; e a b* está associada positivamente à atividade glicolítica e palidez muscular (MANCINI; HUNT, 2005; SILVA SOBRINHO *et al.*, 2008).

De acordo com Warner *et al.* (2017), a coloração superficial da carne altera-se em função de processos de oxidação, bem como é influenciada por fatores como genética, tipo de músculo, concentração de vitamina E, temperatura, exposição à luz, o tipo de luz e as condições de armazenamento do produto.

A capacidade de retenção de água (CRA) da carne pode ser definida como o maior ou menor nível de fixação de água do músculo nas cadeias do complexo de actinmiosina. A CRA determina sua aceitação visual, influenciando o consumidor a adquirir o produto, estando relacionada à suculência da carne, assim como determina a perda de água durante o transporte, armazenamento e processamento (SILVA SOBRINHO *et al.*, 2008; WARNER, 2017).

Para Osório, Osório e Sañudo (2009), carnes com CRA baixa implica em características negativas para o produto como maiores perdas em seu valor nutritivo, já que no exsudato existem substâncias hidrossolúveis, vitaminas e proteínas sarcoplasmáticas. De mesmo modo, influenciam negativamente na qualidade da carne na análise sensorial, na qual para o consumidor, a carne se apresentaria como seca e menos fresca no momento da mastigação.

De acordo com Silva Sobrinho *et al.* (2008) e Warner (2017), além do pH, outros fatores intrínsecos e extrínsecos podem influenciar a CRA da carne, sendo eles

o tipo de músculo, a espécie animal, a raça, a idade, os sistemas de produção, a alimentação e o estresse pré-abate.

A CRA está relacionada à perda de peso no momento do cozimento. A cocção da carne provoca alterações físico-químicas e estruturais no produto, como perda de água e desnaturação dos teores de proteínas, afetando características microbiológicas e sensoriais da qualidade da carne, como digestibilidade, valor nutritivo e maciez. Assim, a perda de peso por cocção (PPC) é definida como a perda de líquidos, água e suco nutritivo pós cozimento (SILVA SOBRINHO *et al.*, 2005; LAWRIE, 2006; MONTE *et al.*, 2012; BEJERHOLM *et al.*, 2014; FABRE *et al.*, 2018).

A temperatura no cozimento desempenha um papel importante na PPC. Como explicado por Bejerholm *et al.* (2014) e Hughes *et al.* (2014), no momento da cocção, há um aumento na rigidez da estrutura miofibrilar devido à desnaturação de proteínas. As proteínas sarcoplasmáticas e a miosina iniciam sua desnaturação em um intervalo de temperatura de 40 a 50°C, e o encurtamento transversal das miofibrilas a 45°C, bem como inicia-se o aumento na dureza da carne. Durante o intervalo de 50 a 60°C, ocorre a maior taxa de perda por cocção, assim como diminuição do comprimento dos sarcômeros e a desnaturação do colágeno. À temperatura de 60°C, a mioglobina inicia sua desnaturação, mudando assim a coloração da carne, de uma aparência crua para cozida. A actinina desnatura a temperaturas entre 70 e 80°C, o que explicaria o aumento na rigidez em altas temperaturas. Desde modo, temperaturas de 45 a 80°C são mais aceitas analiticamente, visando diminuir as perdas por cozimento e endurecimento da carne, podendo variar por músculo analisado.

Como os aspectos de qualidade estão interligados, o modo de cozimento da carne altera não somente a perda de água, mas também a sua maciez.

Entre os aspectos mais notados pelo consumidor está a maciez da carne, sendo um dos objetivos mais almejados no momento da compra (MONTE *et al.*, 2012). De acordo com Silva Sobrinho *et al.* (2008), a maciez é definida pela facilidade com a qual a carne se deixa mastigar pelo consumidor. Usualmente medida em Newtons (N) ou quilograma-força (kgf), não há uma classificação padrão para medir a maciez de carnes. Dentre as classificações mais utilizadas está a proposta por Boleman *et al.* (1997), a qual classifica como sendo a carne vermelha muito macia entre 2,27 e 3,58 kgf, moderadamente macia de 4,08 a 5,40 kgf e pouco macia entre 5,90 e 7,21 kgf.

A maciez da carne está associada à gordura. De acordo com Osório, Osório e Sañudo (2009), a gordura intramuscular é uma das responsáveis pela maciez da carne, além da aparente sensação de suculência. Outros fatores como idade, genótipo, peso ao abate, dieta do animal, condições de abate e armazenamento da carne podem influenciar a maciez do produto (SILVA *et al.*, 2008; GUERREIRO *et al.*, 2017).

2.3.4 Perfil de ácidos graxos

Parte constituinte da estrutura de lipídios, os ácidos graxos (AGs) desempenham papel fundamental na qualidade da carne, influenciando principalmente o valor nutricional das gorduras para a alimentação humana (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002; WOOD *et al.*, 2003).

Os ácidos graxos são classificados pelo grau de saturação e tipos de ligações químicas presentes nos compostos, sendo eles ácidos graxos saturados (AGS), contendo apenas ligações simples entre os carbonos, e ácidos graxos insaturados (AGI), sendo esses subdivididos em monoinsaturados (AGMI), contendo uma ligação dupla entre os carbonos, e poli-insaturados (AGPI), os quais contêm duas ou mais ligações duplas (LEHNINGER; NELSON; COX, 2014).

Segundo Santos-Silva *et al.* (2002), entre os AGs comumente presentes nas carnes ovinas, podemos destacar os ácidos saturados C14:0 (mirístico), C16:0 (palmítico) e C18:0 (esteárico); o monoinsaturado C18:1 *cis*-9 (oleico); e os ácidos poli-insaturados C18:2 *cis*-6 (linoleico) e C18:3n3 (α -linolênico), da classe ω -3.

Devido aos seus benefícios à saúde, os ácidos graxos mono e poli-insaturados detêm a atenção do consumidor ao estarem relacionados à redução da obesidade e de riscos de doenças cardiovasculares (SCOLLAN *et al.*, 2006; GOIS *et al.*, 2016).

O AGPI em maior concentração em carnes é o oleico (C18:1 *cis*-9). Estudos sobre a saúde humana realizados por Bonanome e Grundy (1988) concluíram que alimentos com níveis altos de ácido oleico proporcionaram redução nos teores de colesterol plasmático, assim como nos teores de LDL e na relação LDL:HDL mostrando seu potencial hipocolesterolêmico, de reduzir os níveis de colesterol, efeito positivo às dietas.

O ácido linoléico (C18:2 *cis*-6) é derivado inteiramente da dieta, tornando-se um ácido graxo essencial aos seres humanos, sendo determinado pela quantidade de

concentrado ofertado, estando positivamente correlacionados. O ácido linoléico é precursor das prostaglandinas, bem como do ácido linolênico (GOIS *et al.*, 2016).

O α -linolênico (C18:3n3), considerado da classe dos AGPI ω -3 e, assim como o linoleico, está presente em rações concentradas, porém em menores níveis. O tecido muscular apresenta concentrações altas de AGPI ω -6 e ω -3, sendo seus benefícios à nutrição humana reconhecidos por promover redução da viscosidade sanguínea, redução da síntese de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). São, ainda, precursores de hormônios além de promoverem maior relaxamento do endotélio e maiores efeitos antiarrítmicos (GOIS *et al.*, 2016; ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991; WOOD *et al.*, 2008).

O ácido linoleico conjugado (CLA), ou ácido rumênico, é naturalmente encontrado em produtos de ruminantes. O termo CLA deriva do coletivo para uma série de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico (C18:2*cis*-9*cis*-12) e do ácido linolênico (C18:3n3), os quais são produzidos durante a fermentação ruminal, sendo o CLA um intermediário na biohidrogenação do ácido linoleico (GOIS *et al.*, 2016). O CLA presente na carne e leite de ruminantes não aumenta nem está associado ao risco de doenças cardiovasculares e coronárias, assim como possui potencial anticarcinogênico, efeitos anti-ateroscleróticos, modula a resposta imune e reduz a atividade lipolítica (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002; SHINGFIELD *et al.*, 2013; PAIM *et al.*, 2014; GEHRING, 2017). De acordo com Bessa *et al.* (2008), ao elevar os níveis de determinados AGPI nas dietas como linoleico e linolênico, é possível aumentar também a deposição de CLA nos produtos.

Diferentemente dos AGI, os consumidores têm uma visão negativa a respeito dos AGS. Os AGs saturados estão normalmente associados ao aumento dos níveis de LDL no sangue e, conseqüentemente, maior risco para o aparecimento de doenças coronárias, principalmente os ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0). Entretanto, o ácido esteárico (C18:0) possui efeito neutro ao colesterol, sendo então convertido pelo organismo à ácido oleico (C18:1*cis*-9), resultando em expressivos percentuais desse ácido na carne, e por sua vez apresentando efeitos protetores contra o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991; SANTOS-SILVA *et al.*, 2002; GEHRING, 2017).

Para Santos-Silva *et al.* (2002), os ácidos graxos influenciam tanto no valor nutricional da carne quanto nos atributos organolépticos como aroma e sabor, denominado de *flavour*. Elevadas concentrações de ácidos graxos insaturados, devido

ao processo de oxidação lipídica das ligações duplas, podem acarretar alterações no *flavour* e o aparecimento de odores e sabores desagradáveis nas carnes, associados à rancidez, quando os métodos de conservação não estiverem adequados, fazendo com que elas fiquem expostas ao contato com o oxigênio presente no ambiente (LEHNINGER; NELSON; COX, 2014; CRUZ *et al.*, 2016)

3 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio experimental foi conduzido conforme os princípios éticos na experimentação animal determinados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, formalizado pelo protocolo nº 003/2018.

3.1 Local, período e animais experimentais

O experimento foi conduzido no Núcleo de Bioeficiência para Produção Animal na Caatinga e no Semiárido da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado no município de Sobral, no estado do Ceará, a 70 m de altitude, 3° 41'S e 40° 20'W. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como semiárido do tipo BSh. A precipitação média da região é de 735 mm e a temperatura média de 26°C, com máximas de 35°C e mínimas de 22°C segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (FUNCEME, 2020).

A duração do experimento foi de 64 dias, correspondendo ao período de confinamento dos animais experimentais, incluídos 14 dias de adaptação às dietas. Utilizaram-se 16 borregos machos não castrados da raça Morada Nova vermelha, com peso e idade iniciais de $19,04 \pm 2,94$ kg e 160 dias, respectivamente, os quais foram alocados em baias coletivas, com dimensões de 2,4 m² por animal, providas de comedouros automatizados GrowSafe Systems®, possibilitando acesso *ad libitum* à dieta ofertada, assim como à água e sal mineralizado.

O GrowSafe Systems® (Growsafe Systems Ltd., Airdrie, Alberta, Canadá) consiste em um sistema computadorizado de fornecimento alimentar automático. O funcionamento desse software baseia-se na alocação de balanças que medem o desaparecimento de ração a cada segundo de alimentação do animal, a cada vez que se alimenta, com uma resolução de ± 10 gramas. Para identificação individual dos animais ao consumirem o alimento na balança, foram implantados brincos eletrônicos na orelha de cada borrego. Dessa forma, o sistema GrowSafe mede, de maneira não invasiva e tecnológica, o consumo médio diário, comportamento ingestivo como tempo de permanência no cocho e frequência alimentar, sendo esses dados enviados diretamente para um banco de armazenamento eletrônico.

Figura 1 – Comedouro automatizado GrowSafe Systems®.



Fonte: autor

Figura 2 – Borrego alimentando-se da dieta experimental no comedouro GrowSafe Systems®



Fonte: autor

3.2 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram compostas por uma dieta total peletizada com porção volumosa composta pelo feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) e porção concentrada utilizando-se milho, farelo de soja, óleo de soja e calcário (Tabela 1). As dietas foram formuladas seguindo o plano de maturidade precoce de carcaça recomendado pelo NRC (2007).

Foram avaliadas duas dietas D00 e D15 (sem redução e com 15% de redução de nutrientes - 0% e 15%, respectivamente), para proteína (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Foram formuladas para borregos em crescimento e ganho de peso médio diário de 200 gramas/animal. Foi estabelecida uma relação volumoso:concentrado de 18:82 e de 43:57, respectivamente para as dietas D00 e D15 (Tabela 2).

3.3 Análises químico-bromatológicas dos alimentos e dietas

As análises químico-bromatológicas dos alimentos e dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE e no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral – CE.

Procederam-se as análises de matéria seca (MS; método 930.15); cinzas (MM; método 942.05); proteína bruta (PB; método 968.06) e extrato etéreo (EE; método 954.05) segundo a AOAC (2012). Foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Van Soest *et al.* (1991) e Senger *et al.* (2008). Para o cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT), adotou-se a equação proposta por Sniffen *et al.* (1992): $NDT = PBD + 2,25 \times EED + CTD$, sendo PBD, EED e CTD correspondentes à proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos totais digestíveis, respectivamente.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais (% de MS)

Nutrientes	Feno Tifton 85	Milho	Farelo de soja	Óleo de soja	Calcário
Matéria seca	92,47	93,86	94,42	100	100
Matéria orgânica	86,94	92,61	88,31	-	-
Matéria mineral	5,98	1,33	6,27	-	-
Proteína bruta	10,90	9,30	45,00	-	-
Extrato etéreo	1,72	3,18	1,40	99,6	-
Fibra em detergente neutro	79,20	16,98	14,51		
FDNcp ¹	72,59	15,91	14,83	-	-
Fibra em detergente ácido	38,79	3,64	7,37	-	-
Nutrientes digestíveis totais	46,39	85,00	82,00	184	-

Fonte: autor. ¹FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Tabela 2 – Composição centesimal e química (% de MS) das dietas experimentais

Composição centesimal (%MS)	Dietas	
	D00 ¹	D15 ²
Feno de Tifton 85	18,48	43,23
Milho grão moído	67,02	54,78
Farelo de soja	8,72	1,19
Calcário	0,92	0,80
Bicarbonato de sódio	1,00	-
Óleo de soja	3,86	-
Total	100	100
Composição química (%MS)		
Matéria seca	94,01	93,31
Matéria orgânica	85,83	89,36
Proteína bruta	12,17	10,34
Extrato etéreo	6,42	2,50
FDNcp ³	25,37	40,27
Fibra em detergente ácido	10,25	18,85
Lignina	2,00	3,13
Nutrientes digestíveis totais ⁴	79,79	67,59
Relação volumoso:concentrado	18:82	43:57

Fonte: autor. ¹D00 = Dieta formulada sem redução de PB e NDT conforme o NRC (2007); ²D15 = Dieta formulada com 15% de redução de PB e NDT conforme o NRC (2007); ³FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁴Calculado segundo Sniffen *et al.* (1992).

3.4 Abate e obtenção das amostras

O abate foi realizado quando o peso corporal médio dos animais nos tratamentos atingiu 28 kg, em média. Após pesagem, jejum hídrico e alimentício de 18 horas, os borregos foram abatidos no frigorífico sob o Serviço de Inspeção Estadual em Sobral – CE. O abate foi realizado por insensibilização via eletronarcole, seguida de sangria por seccionamento da veia jugular e artéria carótida, esfola e evisceração. As carcaças foram divididas longitudinalmente e usada a meia-carcaça esquerda para a retirada do músculo *Longissimus dorsi* pelo corte entre a 10^a e a 13^a vértebra torácica para a obtenção das amostras.

3.5 Aferições pós-abate e armazenamento das amostras

Posteriormente ao abate, as carcaças devidamente identificadas prosseguiram para aferição do pH inicial, da carcaça quente (pH_i) e após os primeiros 45 minutos, por inserção de eletrodo de penetração de potenciômetro digital na região entre a 12^a e 13^a costelas, evitando contato com gordura e tecido conjuntivo. Em seguida, as carcaças foram levadas à câmara fria, onde permaneceram por 24 horas à temperatura de 4°C. Após esse período, foi aferido novamente o pH, no mesmo local, para a obtenção do pH final e da carcaça fria (pH_f), seguindo toda a metodologia proposta por Cezar e Sousa (2007).

A análise dos parâmetros de coloração da carne foi realizada após o período de 24 horas. Em três locais diferentes do músculo *Longissimus dorsi*, foram realizadas três medidas: L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela) utilizando o aparelho Minolta®CR400 (Minolta Co., Osaka, Japan) com metodologia de acordo com o sistema CIE (Commission Internationale de l'Eclairage; 2019).

As amostras de carne foram embaladas à vácuo e congeladas para a realização posterior das análises químico-bromatológicas e dos parâmetros de qualidade da carne.

3.6 Análises de qualidade da carne

As amostras de carne do músculo *Longissimus dorsi* foram descongeladas em geladeira, por 12h, e trituradas em processador comercial para realização das análises químico-bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral – CE.

As análises de composição centesimal da carne de umidade (método 930.15), proteína (PB; método 968.06) e matéria mineral (MM; método 942.05) foram realizadas seguindo as metodologias propostas pela AOAC (2012). Para a análise de extrato etéreo utilizou-se o método de extração em alta temperatura (90°C) em pressão controlada de acordo com American Oil Chemists' Society - AOCS (2005), utilizando o aparelho Ankom XT15®.

Os parâmetros de qualidade da carne relacionados à capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento

(FC) foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral.

A análise de capacidade de retenção de água (CRA) seguiu a metodologia de Hamm (1986) com modificações sugeridas por Osório *et al.* (1998), que propõe o uso da aplicação da força mecânica em papel-filtro para a análise. Retirou-se 0,500 g de amostra de carne do músculo *Longissimus dorsi* triturada a qual foi posta sobre papeis-filtro, prensada sobre duas placas de acrílico e submetida à pressão de um peso de 5 kg durante cinco minutos. Decorrido o tempo, a amostra foi pesada novamente e calculada a partir da fórmula:

$$CRA\% = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Onde:

P_i = Peso inicial da amostra.

P_f = Peso final da amostra.

Para a análise de perda de peso por cocção (PPC), foi seguida a metodologia proposta por Duckett *et al.* (1998) e pela American Meat Science Association – AMSA (1995). Amostras de carne do músculo *Longissimus dorsi* com dimensões de 1,5 cm de altura, 3 cm de comprimento e 2,5 cm de largura foram pesadas e distribuídas em um *grill* pré-aquecido à 170° C até que a temperatura interna da amostra atingisse 70° C, a qual foi verificada com auxílio de termômetro. Ao atingir a temperatura ideal, as amostras foram postas para esfriar a temperatura ambiente e então pesadas novamente. A PPC foi então calculada a partir da fórmula:

$$PPC\% = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Onde:

P_i = Peso inicial da amostra.

P_f = Peso final da amostra.

As amostras utilizadas para obtenção da PPC foram também utilizadas para a análise da força de cisalhamento (FC), a qual seguiu metodologia proposta por Duckett *et al.* (1998) e pela AMSA (1995). As amostras pós-cocção e pesagem foram

submetidas ao aparelho TA. XT Plus Texture Analyser© (Surrey, England) que, equipada com uma lâmina de Warner-Bratzler, mediu a força imposta para cortar a amostra de carne ajustada no sentido da fibra muscular operando a 10 mm/segundo. Os valores obtidos pelo *software* são expressos em kgf/cm² (quilograma força por centímetro quadrado), na qual o pico da parábola é relativo ao ponto de força máxima analisado, possibilitando, assim, obter a FC da amostra.

$$FC = \text{Força de Cisalhamento máxima (kgf/cm}^2\text{)}$$

As análises químicas da carne do músculo *Longissimus dorsi* foram realizadas no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos e no Laboratório de Análise Instrumental da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral – CE. Para a quantificação dos lipídios totais foi seguida a metodologia de Folch *et al.* (1959). O teor de colesterol foi realizado seguindo a metodologia da cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) de acordo com Saldanha, Mozalli e Bragagnolo (2004), utilizando o equipamento LC-20A Prominence.

A análise do perfil de ácidos graxos da carne foi obtida por meio de cromatografia gasosa de alta eficiência (CGAE), seguindo a metodologia de Hartman e Lago (1973), a qual converte os ácidos graxos extraídos a ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES). A análise seguiu com o uso do cromatógrafo de fase gasosa (SHIMADZU de modelo GC-2010) equipado com detector de ionização de chama, coluna capilar de sílica fundida SP-2560 CARBOWAX 20M (SULPECO). O modo de injeção utilizado foi a de divisão de fluxo (100 minutos), com gás carreador sendo nitrogênio e fluxo constante da coluna de 1,0 mL/min, na qual injetor e detector estavam à temperatura de 250°C cada. A identificação dos picos foi realizada a partir da comparação entre seus índices de retenção com compostos de soluções padrão de ácidos graxos conhecidos, injetados previamente. Cada composto foi apresentado em percentagem (%) de área relativa do seu respectivo pico no cromatograma.

A partir da identificação do perfil dos ácidos graxos, calculou-se o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e ácidos graxos desejáveis (AGD) (AGD = AGMI + AGPI + C18:0). Foram também definidas as relações AGPI:AGS, AGPI:AGMI, AGMI:AGS, (C18:0+C18:1):C16:0. Segundo Ulbricht e Southgate (1991), foram calculados: os Índices de Aterogenicidade (IA), onde $IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) +$

C16:0)]/(\Sigma AGM + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3); e os Índices de Trombogenicidade (IT), onde IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0,5 x \Sigma AGM) + (0,5 x \Sigma \omega 6) + (3 x \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega 3/\Sigma \omega 6)]. A razão entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos foi calculada a partir da equação: (h:H= (C18:1cis9 + C18:2\omega 6 + 20:4\omega 6 + C 18:3\omega 3 + C20:5\omega 3 + C22:5\omega 3 + C22:6\omega 3)/(C14:0 + C16:0), segundo metodologia proposta por Santos-Silva *et al.* (2002).

3.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos a testes de normalidade e homocedasticidade para posterior análise de variância. As variáveis obtidas foram comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAS® (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), a partir do modelo estatístico a seguir:

$$\text{Modelo 1: } Y_{ik} = \mu + D_i + \varepsilon_{ik},$$

Onde: Y_{ik} é a variável dependente do experimento medida no animal ou na unidade experimental "k" da dieta "i"; μ é a constante geral; D_i é o efeito das dietas "i"; e ε_{ik} é o efeito do erro aleatório.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de umidade, proteína bruta, matéria mineral, teor de lipídios e colesterol do músculo *Longissimus dorsi* não foram influenciados ($P>0,05$) pelas dietas experimentais (Tabela 3).

Tabela 3 – Composição centesimal (%), teores de lipídeos (g/100g) e de colesterol (mg/100g) do músculo *Longissimus dorsi* de borregos Morada Nova submetidos a dietas sem e com 15% de redução de proteína e energia (PB e NDT)

Parâmetros	Dietas		EPM ¹	P-Valor*
	D00	D15		
Umidade (%)	73,25	72,82	0,19	0,1938
Proteína bruta (%)	22,52	22,05	0,19	0,2174
Matéria mineral (%)	1,19	1,17	0,01	0,3296
Lipídios (g/100g)	1,59	1,35	0,12	0,3234
Colesterol (mg/100g)	100,89	95,51	2,21	0,2353

¹Erro da Média Padrão *Valor significativo a 5% de probabilidade

O uso de dietas de alto concentrado seguindo o plano de maturidade precoce do NRC (2007), sem e com a redução de 15% nos níveis de PB e NDT, consiste em estratégia nutricional que visa incrementar o desempenho do animal, assim como o produto final destinado ao consumidor, no caso, a carne.

As dietas analisadas não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) para os parâmetros de umidade, proteína bruta, matéria mineral, teor de lipídios e colesterol. A composição da carne está relacionada ao seu valor nutricional de energia, proteína, gordura, ácidos graxos, vitaminas e minerais.

Avaliando a carne de borregos Morada Nova submetidos à terminação em confinamento com dietas de maturidade precoce sem e com redução de 15% de PB e NDT segundo o NRC (2007), Oliveira (2017) encontrou médias similares àquelas obtidas no presente estudo, visto que os parâmetros de composição centesimal possuem teor de umidade da carne de 71,68 a 74,05% e proteína bruta de 21,83 a 22,06%. Para matéria mineral, estudos avaliando a carne borregos Morada Nova em restrição em dietas segundo o NRC (2007), apresentaram médias de 0,9 a 1,4% (FERNANDES JÚNIOR *et al.*, 2013; ARAÚJO *et al.*, 2017), corroborando com as médias obtidas neste referido estudo.

O teor de lipídios presente em carnes, de maneira geral, é influenciada por fatores como sexo, idade, peso, raça, a composição das dietas e exercícios, assim

como afetam diretamente a qualidade nutricional, sensorial e de conservação da carne físicos (KAUFFMAN, 2012; MONTE *et al.*, 2012; WOOD, 2017; FERREIRA *et al.*, 2018).

Uma regularização proposta pelo Parlamento e Conselho Europeu (EC) de 2006 orienta que alimentos sejam classificados como *low fat* (baixo teor de gordura) aqueles cujos valores estejam abaixo de 3g/100g (REUTERSWÄRD, 2007). Neste contexto, os valores de lipídios da carne de borregos Morada Nova obtidos no presente estudo, com médias de 1,59 e 1,35 para D00 e D15, podem ser classificados como magros, com baixo teor de gordura (Tabela 3).

Os teores de lipídeos encontrados corroboram com dados da literatura para dados da carne de borregos deslanados. Lage *et al.* (2020), avaliando raças ovinas nativas do semiárido brasileiro e seus cruzamentos (Morada Nova, Santa Inês x Morada Nova e Rabo Largo x Morada Nova), alimentadas com dietas seguindo o NRC (2007) para ganho de peso de 150 g/dia, encontraram valores de lipídeos na carne de borregos Morada Nova com média de 1,93 g/100g, sendo esta a raça que apresentou menores valores quando comparada aos cruzamentos avaliados no estudo. Uma das características genéticas da raça Morada Nova é justamente por apresentar um baixo teor de gorduras, sendo conhecida como uma carne magra (LAGE *et al.*, 2020; ALENCAR *et al.*, 2022).

O colesterol não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas avaliadas, com resultados de 100,89 e 95,51 mg/100g para D00 e D15, respectivamente (Tabela 3), entretanto, as médias apresentaram-se acima daquelas encontradas na literatura para a carne de borregos Morada Nova. Para carne ovina, os valores de colesterol podem variar de acordo com diversos fatores como dieta, raça, idade, sexo, localização do músculo, o tipo da carne e a preparação dela (KEETON *et al.*, 2014). Em média, o valor de colesterol presente em carnes varia entre 50 e 100mg/100g, sendo de 74 mg/100g para carne ovina e para a raça Morada Nova (WILLIAN, 2013; CILLA *et al.*, 2014; WOOD, 2017; ALENCAR *et al.*, 2022). Segundo as diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia, é recomendado o consumo de até 300 mg/dia de colesterol para que não haja riscos à saúde humana (SANTOS *et al.*, 2013).

As dietas de maturidade precoce propostas pelo NRC (2007) apresentam altos níveis energéticos em sua composição. Por conseguinte, os altos níveis de energia tendem a ser armazenados nos animais em forma de depósitos de gordura, caso estejam em excesso (ATTI *et al.*, 2004). Animais em confinamento tem uma

maior tendência a esse acúmulo, quando comparados a animais em pastejo, logo, o incremento energético das dietas pode ter sido um fator que possibilitou o aumento no teor de colesterol da carne.

Sobre contexto nutricional do colesterol, já é sabido que os níveis presentes nos alimentos, em especial nas carnes, não é o maior fator determinante para o aumento do nível de colesterol de baixa densidade (LDL), mas sim o tipo de gordura (monoinsaturada, poliinsaturada e saturada) e o perfil de ácidos graxos presentes na dieta (WOOD *et al.*, 2008; WOOD, 2017).

Os parâmetros físicos da carne de borregos Morada Nova relacionados ao pH inicial e final, cor (L*, a* e b*), capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas dietas propostas (Tabela 4).

Tabela 4 – pH inicial e final, cor (L*, a* e b*), valores de capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de borregos Morada Nova submetidos dietas sem e com 15% de redução de proteína e energia (PB e NDT)

Parâmetros	Dietas		EPM ¹	P-Valor*
	D00	D15		
pH _i	6,48	6,32	0,06	0,1593
pH _f	5,56	5,58	0,06	0,8810
L*	44,96	47,08	1,17	0,3828
a*	16,21	14,37	0,63	0,1534
b*	4,55	4,12	0,38	0,5895
CRA (%)	35,98	37,30	0,72	0,3742
PPC (%)	35,05	36,05	1,15	0,6771
FC (kgf/cm ²)	4,97	5,59	0,29	0,2970

pH_i: pH inicial; pH_f: pH final; L*: luminosidade; a* e b*: intensidade da cor vermelha e amarela, respectivamente; ¹Erro Padrão da Média; *Valor significativo a 5% de probabilidade

O pH é um dos principais fatores indicadores da qualidade final da carne, exercendo influência sob os parâmetros qualitativos como: capacidade de retenção de água, coloração e textura da carne (CRUZ *et al.*, 2016; GALLO *et al.*, 2019).

Os valores de pH apresentam-se dentro do padrão esperado para o estado *post-mortem* da carne ovina (Tabela 4), entre 6,0 e 7,3 para pH inicial e de 5,5 a 5,8 para pH final (HAJJI *et al.*, 2016; GALLO *et al.*, 2019; HUGHES *et al.*, 2020). Tais resultados indicam uma capacidade oxidativa adequada, assim como uma ausência

de estresse pré-abate, fator que pode modificar as características organolépticas e de qualidade da carne (ALENCAR *et al.*, 2022).

O pH inicial da carne não ter sido influenciado pela dieta sugere que os níveis de glicogênio resultou na mesma acidez do músculo na hora *post-mortem* seguinte. Para o pH final, a queda comparada ao valor inicial confirma uma adequada transformação do músculo em carne, com características atrativas ao consumidor assim como contribui com um maior tempo de prateleira do produto (WARNER, 2014).

A cor da carne é um fator decisivo para o consumidor no momento da compra, na qual as características visuais remetem a um produto fresco e com qualidade (KHLIJI *et al.*, 2010; WOOD, 2017). Fatores como genética, sistemas de produção, idade, nutrição e pH final podem influenciar os valores de luminosidade (L^*) e das cores vermelha (a^*) e amarela (b^* ; GALLO *et al.*, 2019). Além dos fatores citados, a cor da carne também é influenciada pelo músculo selecionado, pelo método de empacotamento e pela concentração de ferro presente nela (WARNER *et al.*, 2017). A L^* está relacionada à atributos estruturais do músculo, enquanto a^* e b^* estão mais fortemente associadas ao pigmento de mioglobina (HUGHES *et al.*, 2014).

Os resultados obtidos para cor da carne no presente estudo não diferiram entre as dietas ($P > 0,05$) e encontram-se dentro da média esperada para carnes ovinas (Tabela 4), na qual para luminosidade (L^*) apresentou-se entre 30,03 e 49,47 (SAÑUDO *et al.*, 2000; WARRIS, 2003), 8,24 a 23,53 para a intensidade de vermelho (a^*) e 3,38 a 11,10 para a intensidade da cor amarela (b^*) (KHLIJI *et al.*, 2010). Para os valores de L^* , o pH pode ser um fator a alterar sua dispersão de luz, na qual uma carne com valores mais elevados de L^* corresponde a produtos mais claros dentro dos padrões para carne ovina, fator este que agrada mais ao consumidor pelo aspecto de um produto mais fresco (RAMOS; GOMIDE, 2007; KADIM *et al.* 2013; WOOD, 2017).

A CRA, para D00, apresentou média de 35,98% de perda de água, ou seja, foi retida 64,02%, em média, de água nas amostras de carne de borregos alimentados com a referida dieta. Para a dieta D15, a média de perda de água foi de 37,30%, representando, portanto, retenção média de 62,70%. A perda de exsudato influencia em carnes mais secas e com menor maciez, sendo preferível uma menor percentagem de perda de água (ZEOLA *et al.*, 2004). A CRA e a PPC são inversamente proporcionais, ou seja, é preferível um equilíbrio entre ambos para o

mais próximo de 100%. Para PPC, os resultados médios obtidos no presente estudo foram de 35,05 e 36,05% para D00 e D15, respectivamente (Tabela 4).

As dietas experimentais não influenciaram ($P>0,05$) os parâmetros para CRA e PPC (Tabela 4). Há uma variação de resultados na literatura para a carne de borregos Morada Nova, estando os resultados do presente estudo próximos aos valores entre 39,53 e 58,5% para CRA e de 38,60 a 41,96% para PPC (ARAÚJO *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2017; PARENTE *et al.*, 2020; ALENCAR *et al.*, 2022). Variações para esses parâmetros podem ser atribuídas à metodologia utilizada, como remoção da capa de gordura externa, fórmula matemática e ao equipamento, assim como condições de manejo pré e pós-abate (BRESSAN *et al.*, 2001).

A CRA e a PPC em carnes estão ligadas aos aspectos organolépticos e nutricionais do músculo, sendo assim responsáveis pela maciez, cor, propriedades estruturais e retenção de nutrientes (PUOLANNE, 2017). O equilíbrio entre esses fatores influencia a suculência da carne no momento da mastigação, na degustação e para o rendimento de carne no consumo (WOOD, 2017).

Os resultados encontrados para força de cisalhamento (FC) não foram influenciados pelas dietas ($P>0,05$), apresentando média de 4,97 e 5,59 kgf/cm² para D00 e D15, respectivamente (Tabela 4). Boleman *et al.* (1997) desenvolveram uma classificação para maciez de carnes vermelhas relativo à FC, na qual os valores entre 4,08 e 5,40 kgf/cm² representam carnes moderadamente macias. Portanto, as carnes de borregos Morada Nova do presente estudo, podem ser classificadas como aceitáveis para a raça, corroborando com Oliveira (2017) que obteve FC média de 6,27 kgf/cm² para borregos alimentados com dietas de maturidade precoce propostas pelo NRC (2007).

A maciez da carne está associada à gordura intramuscular, além da aparente sensação de suculência no momento da mastigação (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009). Portanto, como a carne da raça Morada Nova enquadra-se como uma carne magra, os valores de FC relativos à maciez podem diferir entre outras raças ovinas.

Para a análise do perfil de ácidos graxos, foram detectados treze (13) ácidos graxos dispostos a seguir, sendo seis ácidos graxos saturados (AGS) [C14:0 (mirístico), C15:0 (pentadecanoico), C16:0 (palmítico), C17:0 (margárico), C18:0 (esteárico) e C23:0 (tricosanóico)]; três ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) [C17:1 (heptadecenóico), C18:1n9t (elaídico) e C18:1n9c (oleico)]; e quatro ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) [C18:2n6c (linoleico), C18:2cis-9trans-11 (rumênico/CLA –

linoleico conjugado) e C18:3n3 (α -linolênico) da classe ômega-3] (Tabela 5). Houve influência das dietas ($P < 0,05$) sobre o perfil dos ácidos graxos C17:0 e C17:1 da carne de borregos Morada Nova.

Tabela 5 – Percentual e relações de ácidos graxos da carne de borregos Morada Nova submetidos a dietas sem e com 15% de redução de proteína e energia (PB e NDT)

Ácidos Graxos (%)	Dietas		EPM ¹	P-Valor*
	D00	D15		
<i>Saturados</i>				
C14:0	1,97	1,79	0,17	0,6229
C15:0	0,28	0,34	0,03	0,3027
C16:0	22,10	20,92	0,55	0,3518
C17:0	0,90	1,25	0,07	0,0351
C18:0	11,22	9,58	0,76	0,3413
C23:0	2,36	3,51	0,60	0,3975
<i>Monoinsaturados</i>				
C17:1	0,63	1,00	0,06	0,0208
C18:1n9t	2,73	2,31	0,36	0,5952
C18:1n9c	48,84	50,01	1,02	0,6040
<i>Poli-insaturados</i>				
C18:2n6c	4,87	7,82	0,95	0,1855
C18:2cis-9trans-11	0,42	0,25	0,05	0,0996
C18:3n3	0,24	0,20	0,03	0,4654
<i>Relações dos Ácidos Graxos</i>				
Σ AGS ²	38,84	37,39	0,80	0,4237
Σ AGMI ³	52,20	53,32	0,99	0,6093
Σ AGPI ⁴	8,97	9,29	0,72	0,8399
AGD ⁵	72,38	72,19	0,88	0,9218
AGI/AGS ⁶	1,58	1,69	0,06	0,4417
AGPI/AGS ⁷	0,23	0,25	0,02	0,6626
AGMI/AGS ⁸	1,35	1,44	0,06	0,4719
(C18:0+C18:1)/C16:0	2,86	2,98	0,11	0,6304
h/H ⁹	2,40	2,57	0,09	0,3993
IA ¹⁰	0,49	0,46	0,02	0,4634
IT ¹¹	1,14	1,04	0,03	0,2625

¹Erro Padrão da Média; ²Somatório de ácidos graxos saturados; ³Somatório de ácidos graxos monoinsaturados; ⁴Somatório de ácidos graxos poli-insaturados; ⁵Ácidos graxos desejáveis (AGMI+AGPI+C18:0); ⁶Relação entre ácidos graxos insaturados e saturados; ⁷Relação entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados; ⁸Relação entre ácidos graxos monoinsaturados e saturados; ⁹Relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos; ¹⁰Índice de Aterogenicidade; ¹¹Índice de Trombogenicidade; *Valor significativo a 5% de probabilidade

A busca por carnes magras pelo consumidor é uma tendência atual do mercado, que tem mudado seu perfil devido à mobilização midiática em torno da associação entre gorduras saturadas provenientes de produtos de origem animal e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV), uma correlação positiva entre alto consumo de carnes e o risco de morbidade e mortalidade por DCV, assim como diabetes mellitus e alguns tipos de câncer (SACKS *et al.*, 2017, ALENCAR *et al.*, 2022).

A qualidade nutricional da carcaça e carne de ruminantes é baseada no tipo de gordura existente com base na composição dos ácidos graxos presentes (SOUSA, 2022).

A carne ovina possui consideráveis níveis de ácidos graxos saturados (AGS), assim como uma baixa relação com os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI:AGS) devido à biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos (AGs) presentes nas dietas. Esse processo biológico é realizado pelos microrganismos do rúmen, que adicionam os íons de hidrogênio nas ligações químicas dos AGs, o que resulta na conversão de ácidos graxos insaturados (AGI) em seus saturados correspondentes como C18:1, C18:2 e C18:3 (oleico, linoleico, linolênico) que serão convertidos à C18:0 (esteárico). O processo incompleto de biohidrogenação possibilita os AGPIs e alguns intermediários, como o C18:2cis-9trans-11 e seus isômeros, passem pelo rúmen para serem absorvidos no duodeno (KIM *et al.*, 2009; HOLANDA *et al.*, 2011; SOUSA, 2022).

Em maior concentração e o principal ácido graxo presente da carne ovina, encontra-se o ácido oleico (C18:1n9c). Os resultados encontrados para esse AG foram de 48,84 e 50,01% para D00 e D15, respectivamente, não sofrendo influência ($P > 0,05$) das dietas propostas (Tabela 5). Os valores estão relativamente mais elevados quando comparados à média na literatura para carne ovina, variando de 32,61 a 46,40% (MADRUGA *et al.*, 2005; PRACHE *et al.*, 2011; BARROS *et al.*, 2015; SOUZA, 2022).

Bonanome e Grundy (1988), estudando sobre a influência desse ácido na saúde humana, concluíram que dietas com níveis ótimos de C18:1n9c proporcionaram redução nos teores de colesterol plasmático, assim como nos teores de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e na relação com as lipoproteínas de alta densidade (HDL; LDL:HDL) mostrando seu potencial hipocolesterolêmico.

O segundo AG encontrado em maior proporção na carne ovina é o ácido graxo esteárico (C18:0). Não houve influência ($P>0,05$) das dietas nesse ácido, contudo, os resultados encontrados podem ser considerados abaixo da média para carne ovina, na qual varia de 16,98 a 31,05% (MADRUGA *et al.*, 2005; PRACHE *et al.*, 2011; BARROS *et al.*, 2015; SOUZA, 2022), enquanto no presente estudo foram detectadas médias de 11,22 e 9,58% para D00 e D15, respectivamente (Tabela 5). Esse resultado relaciona-se com os valores obtidos para o ácido oleico, sugerindo que houve uma biohidrogenação incompleta no rúmen para o C18:1n9c, o qual alcançou o duodeno para ser absorvido e incorporado ao músculo dos borregos Morada Nova.

É importante destacar que o C18:0, apesar de ser um AGS, possui um efeito neutro ao colesterol, assim como baixa participação em doenças cardiovasculares, sendo importante ao organismo pela correlação com o C18:1n9c, resultando nos expressivos percentuais desse ácido na carne ovina (SANTOS *et al.*, 2013; GEHRING, 2017; IZAR *et al.*, 2021).

O ácido palmítico (C16:0) é o terceiro AG em maior proporção na carne ovina. Ele está comumente associado ao ácido mirístico (C14:0) devido suas características como AGS e de atuação semelhantes no organismo de ruminantes. Os resultados encontrados de D00 e D15, respectivamente, foram de 22,10 e 20,92% para C16:0 e 1,97 e 1,79% para C14:0, ambos não sofrendo influência ($P>0,05$) das dietas de terminação propostas (Tabela 5). Esses valores para o ácido palmítico estão dentro dos padrões médios da literatura para a carne ovina, variando de 20,11 a 24,80%, enquanto para o ácido mirístico, os resultados do presente estudo encontram-se um pouco abaixo da literatura, com médias de 2,04 a 3,65% para a carne ovina (MADRUGA *et al.*, 2005; PRACHE *et al.*, 2011; SENEGALHE *et al.*, 2014; BARROS *et al.*, 2015; SOUZA, 2022).

É importante manter os níveis de C16:0 e C14:0 nos padrões ou abaixo devido a estes AGs apresentarem características hipercolesterolêmicas, elevando os níveis de colesterol sanguíneo, permitindo acúmulo de LDL nas artérias, podendo desencadear doenças cardiovasculares, coronarianas e a incidência de diabetes mellitus tipo 2, sendo o ácido mirístico mais aterogênico, ou seja, mais potencial para elevar os níveis de colesterol que o palmítico (BONANOME; GRUNDY, 1988; ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991; SANTOS-SILVA *et al.*, 2002; IZAR *et al.* 2021).

O somatório dos ácidos graxos oleico (C18:1n9c), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) resultou em uma média de 81,33% do total, corroborando com Wood

et al. (2003), em que constataram que estes ácidos chegam a representar até 90% da concentração total dos ácidos graxos presentes na carne de ruminantes.

Os ácidos margárico (C17:0) e heptadecenóico (C17:1) diferiram ($P>0,05$) entre as dietas avaliadas, apresentando valores superiores para a dieta, com redução de 15% de nutrientes (D15; Tabela 5). Os resultados encontrados para D00 e D15 foram, respectivamente, de 0,90 e 1,25 para C17:0 e de 0,63 e 1,00 para C17:1. Corroborando com valores médios encontrados na literatura para ovinos localmente adaptados de 0,54 a 1,75 e 0,48 a 1,17 para C17:0 e C17:1, respectivamente, os resultados obtidos no presente estudo são considerados aceitáveis para a carne de borregos (MADRUGA *et al.*, 2005; SENEGALHE *et al.*, 2014; ALENCAR *et al.*, 2022).

O ácido margárico e o heptadecenóico estão relacionados ao aumento de ácidos graxos de cadeia ramificada, os quais são comumente associados a um “odor de carneiro” característico de alguns animais, o que pode resultar em menor aceitabilidade pelo consumidor. Contudo, fatores como idade, peso e categoria estão também associados à presença desse “odor de carneiro”, não sendo necessariamente pela nutrição (WATKINS *et al.*, 2010; WATKINS *et al.*, 2014; WATKINS; FRANK, 2019).

O C17:0 apresenta importância para a saúde humana. Como não é um ácido graxo sintetizado endogenamente, é necessária sua obtenção a partir de dietas, principalmente de produtos de origem animal como leite e carnes. O ácido margárico, assim como o ácido pentadecanoico (C15:0), apresentam-se inversamente associados ao aumento no risco de diabetes *mellitus* tipo 2, ou seja, a presença desses AGs na dieta é um fator positivo à saúde (IZAR *et al.* 2021).

Os ácidos linoleico (C18:2n6c) e linolênico (C18:3n3) são AGPIs encontrados principalmente em fontes vegetais e podem estar presentes na carne ovina. Os resultados encontrados no presente estudo para o C18:2n6c para D00 e D15 foram 4,87 e 7,82%, respectivamente, na qual não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas propostas (Tabela 5). Assim como o linoleico, o C18:3n3 não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas, resultando nos valores de 0,24 e 0,20% para D00 e D15, respectivamente. Quando comparados às médias encontradas na literatura, o ácido linoleico apresenta valores nos padrões, com médias de 3 a 14%, contudo, para o ácido linolênico, os resultados obtidos encontram-se pouco abaixo da média para carne ovina, de 0,3 a 2,84% (SENEGALHE *et al.*, 2014; SOUSA, 2022).

Essencial aos seres humanos, C18:2n6c e C18:3n3 são derivados inteiramente da dieta, sendo sua quantidade determinada pelo teor de concentrado ofertado, estando positivamente correlacionados (GOIS *et al.*, 2016). Esses ácidos promovem efeitos benéficos à saúde humana como redução de gordura corporal, redução do desenvolvimento de doenças como aterosclerose e por possuírem efeitos anticarcinogênicos (GOUVÊA *et al.*, 2012; GEHRING, 2017).

O ácido linoleico conjugado (CLA), ou ácido rumênico (C18:2cis-9trans-11), é um importante ácido graxo intermediário do processo de biohidrogenação no rúmen, sendo assim, um AG encontrado apenas em produtos de ruminantes. Os valores obtidos para CLA não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre as dietas propostas, com médias de 0,42 e 0,25 para D00 e D15, respectivamente (Tabela 5).

Para a saúde humana, estudos sugerem que a ingestão de 0,6 a 3,0 g/dia de CLA possibilitam uma proteção abrangendo doenças cardíacas, como a aterosclerose, o câncer, devido ao CLA presente na carne possuir potencial anticarcinogênico, efeitos anti-ateroscleróticos, assim como modula a resposta imune e reduz a atividade lipolítica e previne diabetes (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002; PAIM *et al.*, 2014; SIURANA; CALSAMIGLIA, 2016; GEHRING, 2017; LAGE *et al.*, 2020). Assim, os resultados obtidos no presente estudo encontram-se abaixo do recomendado para promover benefícios à saúde humana.

Os somatórios dos ácidos graxos saturados (Σ AGS), monoinsaturados (Σ AGMI) e poli-insaturados (Σ AGPI) não apresentaram diferença ($P > 0,05$) entre as dietas propostas (Tabela 5). Os valores encontrados para as dietas D00 e D15 para os parâmetros de Σ AGS (38,84 e 37,39), Σ AGMI (52,20 e 53,32) e Σ AGPI (8,97 e 9,29) estão nos padrões para a literatura. É almejado que a carne apresente em sua composição menor teor de AGS e maior teor de AGI (AGMI + AGPI), assim como suas relações, pois as gorduras insaturadas possuem mais efeitos benéficos à saúde humana, diminuindo também o risco do desenvolvimento de doenças coronárias (GOIS *et al.*, 2016; ALENCAR *et al.*, 2022).

A somatória dos ácidos graxos desejáveis (AGD) avalia os AGI somados aos C18:0 (esteárico), é um importante parâmetro de análise dos AGs considerados benéficos à saúde humana. Não houve efeito ($P > 0,05$) entre as dietas para a somatória dos AGD apresentando médias de 72,38 e 72,19, para D00 e D15, respectivamente (Tabela 5). Autores como Banskalieva *et al.* (2000) e Madruga *et al.*

(2005) reportaram médias de AGD na carne ovina para valores de 64 a 72%, corroborando com os resultados do presente estudo.

A razão AGPI/AGS é comumente utilizada para análises de valor nutricional de óleos e gorduras e para o potencial colesterolêmico (SENEGALHE *et al.*, 2014). No presente estudo, a razão AGPI/AGS não sofreu influência ($P>0,05$) das dietas propostas, apresentando médias de 0,23 e 0,25 para D00 e D15, respectivamente. Essa razão pode ser considerada um indicador significativo para análise nutricional da gordura da carne, na qual a recomendação da OMS e FAO é de, em média, 0,4 (SOUSA, 2022). De acordo com Wood *et al.* (2003), algumas carnes naturalmente apresentam valores da relação AGPI/AGS médios de 0,1, estando os valores encontrados para a razão na carne ovina de borregos Morada Nova como nos padrões benéficos à saúde humana.

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas sobre a relação $(C18:0+C18:1)/C16:0$, apresentando médias de 2,86 e 2,98 para D00 e D15, respectivamente (Tabela 5). Essa razão entre AGs é uma forma de relacionar os ácidos esteárico e oleico presentes na carne na carne vermelha, os quais possuem seus benefícios à saúde humana, com o ácido palmítico, um ácido hipercolesterolêmico. Os valores encontrados no presente estudo então de acordo com os teores encontrados para a literatura, entre 2,1 e 2,8, revelando o potencial benéfico à saúde humana pela ingestão da carne de borregos Morada Nova (BANSKALIEVA *et al.*, 2000; SANTOS-SILVA *et al.*, 2002; MADRUGA *et al.*, 2005).

Os ácidos graxos podem ser considerados hipocolesterolêmicos, quando apresentam propriedades químicas que influenciam na diminuição do colesterol no organismo, e hipercolesterolêmicos, os quais atuam de maneira contrária, elevando o teor de colesterol. Os principais ácidos graxos hipercolesterolêmicos são o C14:0 e o C16:0, que estão diretamente associados ao maior risco de doenças cardiovasculares em humanos, em consequência de suas propriedades químicas para o aumento do colesterol LDL, maléfico à saúde (SACKS *et al.*, 2017; IZAR *et al.* 2021; SOUSA, 2022).

Para relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h/H), não houve diferença entre as dietas propostas ($P>0,05$), sendo os valores encontrados médios de D00 e D15, respectivamente, de 2,40 e 2,57 (Tabela 5). Para a literatura, são desejáveis os valores mais elevados para a razão h/H, com média de 0,39 a 2,1 (SANTOS-SILVA *et al.*, 2002; SACKS *et al.*, 2017;

ALENCAR *et al.*, 2022). Portanto, os resultados encontrados para a carne de borregos Morada Nova apresentam relação h/H ótima para a saúde humana.

Os índices de Aterogenicidade (IA) e de Trombogenicidade (IT), também não foram influenciados ($P > 0,05$) de dieta. No presente estudo, foram obtidos valores médios de IA (0,47) e IT (1,09) para as dietas propostas, estando IA pouco abaixo e IT dentro dos valores aos indicados pela literatura, entre 0,59 e 1,15 para IA e 0,9 e 1,94 para IT. Quanto maior os valores de IA e IT, mais aterogênica e trombogênica pode ser considerada a carne (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991; LIU *et al.*, 2015).

Esses índices correspondem a correlações entre aterogênese e trombogênese, relacionadas ao aumento na pressão sanguínea devido à formação de placas nas veias e artérias, estando diretamente relacionadas a doenças cardiovasculares (SANTOS *et al.*, 2013; IZAR *et al.*, 2021). Os índices foram desenvolvidos como forma de analisar melhor os ácidos graxos com potencial hipercolesterolêmico, antes usava-se erroneamente a relação entre AGPI/AGS como indicador se as dietas eram aterogênicas ou promotoras de doenças cardiovasculares, contudo apenas três AGS (C12:0, C14:0 e C16:0) possuem esse potencial de elevação do colesterol na corrente sanguínea (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991).

6 CONCLUSÃO

A terminação de borregos Morada Nova com 15% de redução de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais não compromete a qualidade da carne, possibilitando a obtenção de uma carne de qualidade aceitável.

Constatou-se que animais localmente adaptados do semiárido, da raça Morada Nova, recomenda-se a adoção da dieta com 15% de redução proposta pelo NRC (2007).

REFERÊNCIAS

ALENCAR, R. T.; VEGA, W. H. O.; SILVA, L. N. C.; COSTA, H. H. A.; PARENTE, M. O. M.; LIMA, L. D.; LANDIM, A. V. Changes on the physicochemical and fatty acid profile of meat induced by inclusion of biscuit bran in lamb diet. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, p. 2-15, 2022.

ALVES, F. G. S. **Níveis energéticos e proteicos sobre o desempenho, crescimento e viabilidade econômico-financeira de Ovinos somalis brasileira em confinamento**. 2018. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 19. ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, 2012.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago: American Meat Science Association & National Live Stock and Meat Board, 1995.

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY - AOCS. Official Method Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**. USA: Urbana, 2005.

ANDRÉS, S.; JARAMILLO, E.; MATEO, J.; CARO, I.; CARBALLO, D. E.; LÓPEZ, S.; GIRÁLDEZ, F. J. Grain grinding size of cereals in complete pelleted diets for growing lambs: Effects on animal performance, carcass and meat quality traits. **Meat Science**, v. 157, p. 107874, 2019.

ARAÚJO, A. R. **Composição botânica e qualidade do pasto selecionado por ovelhas em Caatinga raleada e enriquecida**. 2015. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ARAÚJO, A. R.; RODRIGUEZ, N. M.; ROGÉRIO, MARCOS CLÁUDIO PINHEIRO; BORGES, I.; SALIBA, E. O. S.; SANTOS, S. A.; POMPEU, R. C. F. F.; FERNANDES, F. E. P.; MONTEIRO, J. P.; MUIR, J. P. Nutritional evaluation and productivity of supplemented sheep grazing in semiarid rangeland of northeastern Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, p. 957-966, 2018.

ARAÚJO, T. L.; PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; CAMPOS, A. C.; PEREIRA, M. W.; HEINZEN, E. L.; ... & OLIVEIRA, R. L. Effects of quantitative feed restriction and sex on carcass traits, meat quality and meat lipid profile of Morada Nova lambs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2017 doi:10.1186/s40104-017-0175-3

ATTI, N., ROUISSI, H., MAHOUACHI, M. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. **Small Ruminant Research**, v. 54, p. 89-97, 2004.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T. A.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, n. 3, p. 255-268, 2000.

BARROS, C. S. D.; MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; DITTRICH, J. R.; CANZIANI, J. R. F.; FERNANDES, M. A. M. Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2270-2279, 2009.

BARROS, M. C. C.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; SIMIONATO, J. I.; GUIMARÃES, G. S.; SILVA, L. L.; *et al.* Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: composição centesimal e perfil de ácidos graxos do *Longissimus dorsi*. **Semina Cienc. Agrar.**, v. 36, n. 1, p. 431-42, 2015.

BEJERHOLM, C.; TØRNGREN, M. A.; AASLYNG, M. D. Cooking Of Meat | Cooking of Meat. In: DIKEMAN, M.; DEVINE, C. (Ed.). **Encyclopedia of Meat Sciences**. 2. ed. London: Elsevier, 2014. p. 370-376.

BERNARDES, G. M. C.; CARVALHO, S.; PIRES, C. C.; MOTTA, J. H.; TEIXEIRA, W. S.; BORGES, L. I.; FLEIG, M.; PILECCO, V. M.; FARINHA, E.T.; VENTURINI, R. S. Consumo, desempenho e análise econômica da alimentação de cordeiros terminados em confinamento com o uso de dietas de alto grão. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 67, n. 6, p. 1684-1692, 2015.

BIESALSKI, H. K. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 509–524, 2005.

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

BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; ... & SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997.

BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **New England Journal of Medicine**, v. 318, n. 19, p. 1244-1248, 1988.

CARVALHO, D. M. G.; REVERDITO, R.; CABRAL, L. S.; ABREU, J. A.; GALATI, R. L.; SOUZA, A. L.; MONTEIRO, I. J. G.; SILVA, A. R. Níveis de concentrado na dieta de ovinos: consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2649-2658, 2014.

CARVALHO, W. F. **Effect of supplementation with concentrate on the quality of diet and performance of sheep in Caatinga**. 2019. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Piauí, Teresina.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007.

CHIKWANHA, O. C.; VAHMANI, P.; MUCHENJE, V.; DUGAN, M. E. R.; MAPIYE, C. Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing. **Food Res. Int.**, v. 104, p. 25-38, 2018.

CILLA, A.; ALEGRÍA, A.; BARBERÁ, R.; GUADALUPE, G. L.; TOLDRÁ, F. Micronutrients and Other Minor Meat Components. In: DIKEMAN, M.; DEVINE, C. (Ed.). **Encyclopedia of Meat Sciences**. 2. ed. London: Elsevier, 2014. p. 212-216.

COSTA, C. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; ALVES, F. G. S.; GUEDES, L. F., POMPEU, R. C. F. F.; FERREIRA, A. L.; VASCONCELOS, A. M.; MUIR, J. P.; NEIVA, J. N. M. Dietary nutrient restrictions in the post-weaning period change feed efficiency and productivity of Santa Inês ewe lambs. **Animal Production Science**, v. 60, n. 17, p. 1978-1986, 2020.

COSTA, C. S.; ROGÉRIO, M. C. P.; FERREIRA, A. L.; MACHADO, F. S., POMPEU, R. C. F. F., ALVES, F. G. S, RÊGO, J. P. A; PIMENTAL, P. G.; NEIVA, J. N. M. Dietary nutrient restrictions in the post-weaning period change Santa Inês ewe lamb nutritional metabolic profile. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 3, p. 1-8, 2021.

COSTA, M. R. G. F.; PEREIRA, E. S.; MEDEIROS, A. N.; PINTO, A. P.; OLIVEIRA, R. L.; MIZUBUTI, I. Y.; ... PIMENTEL, P. G. Dietetic requirements and evaluation of a small ruminant nutrition system model in Morada Nova lamb. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1655-1669, 2015.

CRUZ, B. C. C.; SANTOS, C. L.; AZEVEDO, J. A. G.; DA SILVA, D. A. Avaliação e composição centesimal e as características físico-químicas da carne de ovinos. **PubVet**, v. 10, p. 111-189, 2016.

DUCKETT, S. K.; KLEIN, T. A.; DODSON, M. V.; SNOWDER, G. D. Tenderness of normal and callipyge lamb aged fresh or after freezing*. **Meat Science**, v. 49, n. 1, p. 19-26, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS - EMBRAPA. CIM - Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos Boletim Nº 11 | Sobral, CE – dezembro, 2020 - **Caprinos e ovinos no Brasil: análise da Produção da Pecuária Municipal 2019**.

FABRE, R.; DALZOTTO, G.; PERLO, F.; BONATO, P.; TEIRA, G.; TISOCCO, O. Cooking method effect on Warner-Bratzler shear force of different beef muscles. **Meat Science**, v. 138, p. 10-14, 2018.

FACÓ, O.; PAIVA, S. R.; ALVES, L. de R. N.; LÔBO, R. N. B.; VILLELA, L. C. V. **Raça Morada Nova: origem, características e perspectivas**. Sobral, CE: Embrapa Caprinos, 2008.

FELISBERTO, N. R. O; ALBUQUERQUE, F. H. M. A. R.; LIMA, L. D.; OLIVEIRA, L. S. SISTEMAS DE PRODUÇÃO ATUAIS DE PEQUENOS RUMINANTES NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. In: **Cadernos do Semiárido riquezas & oportunidades**

/ **Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco**. Recife: CREA-PE: Editora UFRPE, 2020.

FERGUSON, D. M.; DALY, B. L.; GARDNER, G. E.; TUME, R. K. Effect of glycogen concentration and form on the response to electrical stimulation and rate of post-mortem glycolysis in ovine muscle. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 202–210, 2008.

FERGUSON, D. M.; WARNER, R. D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? **Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 12-19, 2008.

FERNANDES JÚNIOR, F.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; PRADO, O. P. P.; ... CONSTANTINO, C. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 3999-4013, 2013.

FERREIRA, J. M.; GOIS, G. C.; PESSOA, R. M. S.; DA SILVA, A. A. F.; DE LIMA, C. A. B.; CAMPOS, F. S.; VICENTE, S. L. A.; MATIAS, A. G. S.; NOGUEIRA, G. H. M. S. M. F.; SANTOS, R. N. Características de carcaça e qualidade da carne de caprinos de diferentes genótipos. **Pubvet**, v. 12, n. 06, 2018. DOI: 10.22256/pubvet.v12n6a111.1-12.

GALLO, S. B.; ARRIGONI, M. D. B.; LEMOS, A. L. D. S. C.; HAGUIWARA, M. M. H.; BEZERRA, H. V. A. Influence of lamb finishing system on animal performance and meat quality. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 41, 2019. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.44742>.

GEHRING, K. B. Meat and Health. In: TOLDRÁ, F. (Ed.). **Lawrie's Meat Science**. 8. ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2017. p. 661-678.

GOIS, G. C.; LAURENTINO, A. B.; SILVA, E. G.; MACEDO, A. Composição de ácidos graxos na carne ovina. **Revista Eletrônica Nutritime**, on-line, Viçosa, v. 13, n. 5, p.4806-4814, set./out., 2016. ISSN: 1983-9006

GONZAGA, S. S.; CORRÊA, G. F.; SANTOS, L. V.; IRIGOYEN, L. R.; SCHEEREN, F. B. **Manual de cortes de carne ovina: para um melhor aproveitamento da carcaça**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

GOUVÊA, M. M.; FRANCO, C. F. J.; MARQUES, F. F. C.; PEREIRA NETTO, A. D. Ácidos Linoleicos Conjugados (ALC) - Os Benefícios que Exercem sobre a Saúde Humana e as Principais metodologias Analíticas Aplicadas para a sua Determinação em Leites. **Revista Virtual de Química**, v. 4, p. 653-669, 2012.

GUEDES, L. F.; SANTOS, D. dos; BORGES, I.; ALVES, L. de R. N.; ANDRÉ JÚNIOR, J. Efeito do processamento da dieta sobre o desempenho de cordeiros e cabritos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 6, p. 4441-4446, 2015.

HAJJI, H.; JOY, M.; RIPOLL, G.; SMETI, S.; MEKKI, I.; GAHETE, F. M.; MAHOUACHI, M.; ATTI, N. Meat physicochemical properties, fatty acid profile, lipid oxidation and

sensory characteristics from three North African lamb breeds, as influenced by concentrate or pasture finishing diets. **J. Food Compos. Anal.**, v. 48, p. 102-110, 2016.

HAMM, R. Functional properties of the miofibrillar system and their measurement. In: BECHTEL, P. J. (Ed.). **Muscle as food**. 1. ed. Orlando: Academic Press, 1986. p.135-199.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory practice**, v. 28, n. 2, p. 475-476, 1973.

HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. **Acta. Vet. Brasilica**, v. 5, n. 3, p. 221-9, 2011.

HUGHES, J. M.; OISETH, S. K.; PURSLOW, P. P.; WARNER, R. D. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 520-532, 2014.

HUGHES, J. M.; CLARKE, F. M.; PURSLOW, P. P.; WARNER, R. D. Meat color is determined not only by chromatic heme pigments but also by the physical structure and achromatic light scattering properties of the muscle. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 1, p. 44-63, 2020.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho. [Rio de Janeiro, 2019]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 16 out. 2021.

IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. **Meat Science**, v. 55, n. 3, p. 279–283, 2000.

INSANI, E. M.; EYHERABIDE, A.; GRIGIONI, G.; SANCHO, A. M.; PENSEL, N. A.; DESCALZO, A. M. Oxidative stability and its relationship with natural antioxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina. **Meat Science**, v. 79, n. 3, p. 444–452, 2008.

IZAR, M. C. DE O.; LOTTENBERG, A. M.; GIRALDEZ, V. Z. R.; SANTOS FILHO, R. D. DOS.; MACHADO, R. M.; BERTOLAMI, A.; ASSAD, M. H. V.; SARAIVA, J. F. K.; FALUDI, A. A.; MOREIRA, A. S. B.; GELONEZE, B.; MAGNONI, C. D.; SCHERR, C.; AMARAL, C. K.; ARAÚJO, D. B. DE.; CINTRA, D. E. C.; NAKANDAKARE, E. R.; FONSECA, F. A. H.; MOTA, I. C. P.; MACHADO, V. A. Posicionamento sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular – 2021. **Arquivos Brasileiros De Cardiologia**, v. 116, n. 1, p. 160–212, 2021. <https://doi.org/10.36660/abc.20201340>

KADIM, I. T.; AL-KAROUSHI, A.; MAHGOUB, O.; AL-MARZOOQI, W.; KHALAF, S. K.; AL-MAQBALI, R. S.; ... RAIYMBEK, G. Chemical composition, quality and histochemical characteristics of individual dromedary camel (*Camelus dromedarius*) muscles. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 564-571, 2013.

KAUFFMAN, R. G. Meat Composition. In: HUI, Y. H. (Ed.). **Meat Composition Handbook of Meat and Meat Processing**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press - Taylor & Francis, 2012. p. 45-62.

KEETON, J. T.; ELLERBECK, S. M.; NÚÑEZ DE GONZÁLEZ, M. T. Chemical and Physical Characteristics Of Meat | Chemical Composition. In: DIKEMAN, M.; DEVINE, C. (Ed.). **Encyclopedia of Meat Sciences**. 2. ed. London, Elsevier, 2014. p. 235-243.

KHLIJI, S.; VAN DE VEN, R.; LAMB, T. A.; LANZA, M.; HOPKINS, D. L. Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Science**, v. 85, n. 2, p. 224-229, 2010.

KIM, E. J.; HUWS, S. A.; LEE, M. R. F.; SCOLLAN, N. D. Dietary transformation of lipid in the rumen microbial ecosystem. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 22, n. 9, p. 1341-50, 2009.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2019.

LAGE, R. R. P.; VEGA, W. H. O.; COSTA, H. H. A.; COSTA, A. C.; SOUSA, L. C. O.; LIMA, L. D.; LANDIM, A. V. Effect of breed on meat quality and global acceptance of native lambs and their crosses. **South African Journal of Animal Science**, v. 50, n. 1, p. 150-160, 2020. <https://doi.org/10.4314/sajas.v50i1.16>

LANDIM, A. V.; RORIZ, N. D.; SILVEIRA, R. M. F.; VEGA, W. H. O.; COSTA, H. H. A.; DE SOUSA, L. C. O.; ... MOURÃO, G. B. Sheep meat production in the Brazilian semi-arid region: crossing between indigenous breeds. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 5, p. 1-12, 2021.

LEITE, J. H. G. M.; ASENSIO, L. A. B.; SILVA, W. S. T.; SILVA, W. E.; CHAVES, D. F.; FACÓ, O.; FAÇANHA, D. A. E. Locally adapted brazilian sheep: a model of adaptation to Semiarid region. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 2261-2272, 2018.

LAWRIE, R. A. **Lawrie's meat science**. 7. ed. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2006.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da bioquímica**. 6. ed. São Paulo: Sarvier, 2014.

LIU, J.; GOU, J.; WANG, F.; YUE, Y.; ZHANG, W.; FENG, R.; GOU, T.; YANG, B.; SUN, X. Carcass and meat quality characteristics of Oula lambs in China. **Small Ruminants Research**, v. 123, n. 2-3, p. 251-259, 2015.

LUZ, A. N. **Desempenho e características quantitativas da carcaça de borregos Morada Nova, submetidos a restrição de nutrientes em dietas de terminação**. 2019. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H. D.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. D. G. G.; RAMOS, J. L. D. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 100–121, 2005.

MARTINS, E. C.; GUIMARÃES, V. P.; BOMFIM, M. A. D.; CARVALHO, R. S. Terminação de cordeiros em confinamento: avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais. In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010. p. 1-17.

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R. D.; FERREIRA, M. D. A.; BATISTA, Â. M. V.; ALVES, K. S.; MAIOR JÚNIOR, R. J. D. S.; ALMEIDA, S. C. D. Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1162-1171, 2007.

MONTEIRO, A.; COSTA, J. M.; LIMA, M. J. Goat system productions: Advantages and disadvantages to the animal, environment and farmer. **Goat Science**, p. 351-366, 2017.

MOURA, A. B. B.; BRANDÃO, F. Z.; ESTEVES, S. N.; SOUZA, G. N.; FONSECA, J. F.; PANTOJA, M. H. A.; ROMANELLO, N.; BOTTA, D.; GIRO, A; GARCIA, A. R. Differences in the thermal sensitivity and seminal quality of distinct ovine genotypes raised in tropical conditions. **Theriogenology**, v. 123, p. 123-131, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.09.037>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, DC: National Academy Press, 2007.

NUNES, S. F.; FERREIRA, J.; SILVEIRA, R. M. F.; SALES, D. C.; SOUSA, J. E. R.; PAIVA, S. R.; FAÇANHA, D. A. E. Morphometric characterization and zoometric indices of white Morada Nova breed: The first step for conservation. *Small Ruminant Research*, v. 192, p. 106178, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106178>.

O'KEEFE, S. F.; SARNOSKI, P. J. Nomenclature and Classification of Lipids. In: AKOH, C. C (Ed.). **Food lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press - Taylor & Francis, 2017. p. 3-36.

OLIVEIRA, D. S. **Avaliação de dietas formuladas conforme o NRC (2007), com ou sem restrição de nutrientes, para cordeiros terminados em confinamento no semiárido brasileiro**. 2017. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Piauí.

OLIVEIRA, D. S.; ALVES, A. A.; ROGÉRIO, M. C. P.; POMPEU, R. C. F. F.; PEREIRA, E. S.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; ... MUIR, J. P. Influence of nutrient restriction on finishing Morada Nova lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, n. 6, p. 3509-3518, 2020.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P. O. C. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: "in vivo", na carcaça e na carne**. Pelotas, UFPEL, 1998.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 292-300, 2009.

PAIM, T. P., VIANA, P. G., BRANDÃO, E., AMADOR, S., BARBOSA, T., CARDOSO, C., DANTAS, A. M. M., SOUZA, J. R., MCMANUS, C., ABDALLA, A. L., LOUVANDINI, H. Carcass traits and fatty acid profile of meat from lambs fed different cottonseed by-products. **Small Ruminant Research**, v. 116, p. 71-77, 2014.

PARENTE, M. D. O. M.; ROCHA, K. S.; BESSA, R. J. B.; PARENTE, H. N.; ZANINE, A. M.; MACHADO, N. A. F.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; BEZERRA, L. R.; LANDIM, A. V.; ALVES, S. P. Effects of the dietary inclusion of babassu oil or buriti oil on lamb performance, meat quality and fatty acid composition. **Meat Science**, v. 160, p. 107971, 2020.

PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M.; GOMES, R. M. S.; SODRÉ, W. J. S.; MOREIRA FILHO, M. A.; RODRIGUES, R. C.; SANTOS, V. L. F.; ARAÚJO, J. S. Increasing levels of concentrate digestibility, performance and ingestive behavior in lambs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 186-194, 2016.

PARISH, E. J.; GRAINGER, W. S. Chemistry of Waxes and Sterols. *In*: AKOH, C. C (org.). **Food lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology**. 4. ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2017. p. 109-130.

PEREIRA, P. M. C. C.; VICENTE, A. F. R. B. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 586-592, 2013.

PÖSÖ, A. R.; PUOLANNE, E. Carbohydrate metabolism in meat animals. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 423-434, 2005.

PRACHE, S.; GATELLIER, P.; THOMAS, A.; PICARD, B.; BAUCHART, D. Comparison of meat and carcass quality in organically reared and conventionally reared pasture-fed lambs. **Animal**, v. 5, n. 12, p. 2001-9, 2011.

PUOLANNE, E. Developments in our understanding of water-holding capacity in meat. *In*: Purslow, P. P. (Ed). **New Aspects of Meat Quality From Genes to Ethics**. Cambridge, UK, Woodhead Publishing, 2017. p. 167-190.

PURCHAS, R. W.; WILKINSON, B. H. P.; CARRUTHERS, F.; JACKSON, F. A comparison of the nutrient content of uncooked and cooked lean from New Zealand beef and lamb. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 35, p. 75-82, 2014.

PURSLOW, P.P. What is Meat Quality? In: PURSLOW, P. P. (Ed.). **New Aspects of Meat Quality From Genes to Ethics**. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 2017.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV Editora, 2007.

REALINI, C. E.; DUCKETT, S. K.; BRITO, G. W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, v. 66, n. 3, p. 567–577, 2004.

REUTERSWÄRD, A. L. The new EC Regulation on nutrition and health claims on foods. **Scand. J. Food Nutr.**, v. 51, n. 3, p. 100-106, 2007.

RHEE, M. S.; WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 2, p. 534–50, 2004.

ROGÉRIO, M. C. P.; ARAÚJO, A. R.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, A. G. M.; MORAIS, E.; MEMÓRIA, H. Q.; OLIVEIRA, D. S. Manejo alimentar de caprinos e ovinos nos trópicos. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 23, n. 3, p. 326-346, 2016.

ROGÉRIO, M. C. P.; GUEDES, L. F.; COSTA, C. S.; POMPEU, R. C. F. F.; GUEDES, F. L.; MORAIS, O. R. **Dietas de alto concentrado para ovinos de corte: Potencialidades e limitações**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2018. 22 p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Comunicado Técnico,174). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190181/1/CNPC-2018-Cot174.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

SACKS, F. M.; LICHTENSTEIN, A. H.; WU, J. H.; APPEL, L. J.; CREAGER, M. A.; KRIS-ETHERTON, P. M.; VAN HORN, L. V. Dietary fats and cardiovascular disease: a presidential advisory from the American Heart Association. **Circulation**, v. 136, n. 3, p. e1-e23, 2017.

SANTOS, J. E. P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLE, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Org.). **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 439-520.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A. M. P.; *et al.* Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 100, n. 1, p. 1-40, 2013.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lamb. II Fatty acid composition of meat. **Livestock Science**, v. 77, p. 187-194, 2002.

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA, V. S.; SANTOS, A. C. P.; VALENÇA, R. L. Distúrbios metabólicos em ruminantes: uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 4, p. 157-186, 2014.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARIA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000.

SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, M. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, v. 49, n. 98, p. S29–S64, 1998.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D., RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 74, p. 17-33, 2006.

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

SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Food Science and Technology**, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.

SAS - Statistical Analysis System. **SAS for Windows**. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA, 2011.

SENEGALHE, F.; BURIN, P.; FUZIKAWA, I.; PENHA, D.; LEONARDO, A. P. Ácidos graxos na carne e gordura de ovinos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, 2014.

SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; COSTA, R. G. Sistemas de produção de ovinos na Região Nordeste do Brasil. In: SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; OSÓRIO, J. C. S. (Org.). **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Editora Roca, 2014. p. 130-149.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 1-2, p. 169-174, 2008.

SILVA, A. C. F.; COSTA, H. H. A.; PERES, M. C. R.; COSTA, A. C.; SOUSA, D. R.; BATISTA, A. S. M.; LANDIM, A. V. Meat quality of Morada Nova lambs subjected to different feeding regimes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 911-919, 2016.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; ARRIBAS, M. M. C.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: FUNEP, 2008.

SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, S. M. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1070- 1078, 2005.

SILVEIRA, R. M. F.; VASCONCELOS, A. M.; SILVA, V. J.; ORTIZ VEGA, W. H.; TORO-MUJICA, P.; FERREIRA, J. Typification, characterization, and differentiation of sheep production systems in the Brazilian semiarid region. **NJAS: Impact in**

Agricultural and Life Sciences, v. 93, n. 1, p. 48-73, 2021. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.19562>.

SIURANA, A.; CALSAMIGLIA, S. A metaanalysis of feeding strategies to increase the content of conjugated linoleic acid (CLA) in dairy cattle milk and the impact on daily human consumption. **Animal Feed Science and Technology**, v. 217, p. 13-26, 2016. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2016.04.013>

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattles diets: II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, S. V. Lipídios em dietas para ruminantes e seus efeitos sobre a qualidade da carne. **Vet. e Zootec.**, v. 29, p. 001-012, 2022.

STARKEY, C. P.; GEESINK, G. H.; ODDY, V. H.; HOPKINS, D. L. Explaining the variation in lamb longissimus shear force across and within ageing periods using protein degradation, sarcomere length and collagen characteristics. **Meat Science**, v. 105, p. 32–37, 2015.

SUDARMAN, A.; ITO, T. Heat Production and Thermoregulatory Responses of Sheep Fed Different Roughage Proportion Diets and Intake Levels When Exposed to a High Ambient Temperature. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 13, n. 5, p. 625–629, 2000.

TOSCANO, J. H. B.; OKINO, C. H.; SANTOS, I. B.; GIRALDELO, L. A.; BORSCH VON HAEHLING, M.; ESTEVES, S. N., ... CHAGAS, A. C. S. Local and systemic immune mediators of Morada Nova lambs with divergent *Haemonchus contortus* resistance phenotypes. **Parasite Immunology**, v. 42, n. 12, p. e12790, 2020. <https://doi.org/10.1111/pim.12790>.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985–992, 1991. doi:10.1016/0140-6736(91)91846-M

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 4, p. 3583-3597, 1991.

WARNER, R. D. Measurements of Water-holding Capacity and Color: Objective and Subjective. In: DIKEMAN, M.; DEVINE, C. (Ed.). **Encyclopedia of Meat Sciences**. 2. ed. London, Elsevier, 2014. p. 164-171.

WARNER, R. D. The Eating Quality of Meat – IV Water-Holding Capacity and Juiciness. In: TOLDRÁ, F. (Ed.). **Lawrie's Meat Science**. 8. ed. Cambridge, Woodhead Publishing, 2017. p. 419-459.

WARNER, R. D.; KEARNEY, G.; HOPKINS, D. L.; JACOB, R. H. Retail colour stability of lamb meat is influenced by breed type, muscle, packaging and iron concentration. **Meat Science**, v. 129, p. 28-37, 2017. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.01.008.

WARRIS, P. D. **Ciencia de la carne**. Zaragoza, Ed. Acribia, 2003.

WATKINS, P. J.; FRANK, D. Heptadecanoic acid as an indicator of BCFA content in sheep fat. **Meat Science**, v. 151, p. 33-35, 2019.

WATKINS, P. J.; KEARNEY, G.; ROSE, G.; ALLEN, D.; BALL, A. J.; PETHICK, D. W.; WARNER, R. D. Effect of branched-chain fatty acids, 3-methylindole and 4-methylphenol on consumer sensory scores of grilled lamb meat. **Australian Sheep CRC Meat: Meat Science Special Issue**, v. 96, n. 2 Part B, p. 1088–1094, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.011>.

WATKINS, P. J.; ROSE, G.; SALVATORE, L.; ALLEN, D.; TUCMAN, D.; WARNER, R. D.; ... PETHICK, D. W. Age and nutrition influence the concentrations of three branched chain fatty acids in sheep fat from Australian abattoirs. **Meat Science**, v. 86, n. 3, p. 594–599, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.009>.

WILLIAN, K. Lipids and Lipid Oxidation. In: KERTH, C. R. (Ed.). **The Science of Meat Quality**. Oxford, Wiley Publishing, 2013. p. 147-175.

WILLIAMS, P. Nutritional composition of red meat. **Nutrition & Dietetics**, v. 64, n. s4, p. S113–S119, 2007.

WOOD, J. C. Meat composition and nutritional value. In: TOLDRÁ, F. (Ed.). **Lawrie's Meat Science**. 8. ed. Cambridge, Woodhead Publishing, 2017. p. 635-659

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; ... WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; ... ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G. D.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C. A. T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v. 34, p. 253-257, 2004.

ZHANG, M.; WARNER, R. D.; DUNSHEA, F. R.; DIGIACOMO, K.; JOY, A.; ABHIJITH, A.; ... CHAUHAN, S. S. Impact of heat stress on the growth performance and retail meat quality of 2nd cross (Poll Dorset×(Border Leicester× Merino)) and Dorper lambs. **Meat Science**, p. 108581, 2021.