

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

EDUARDO HENRIQUE ARAÚJO CORDEIRO

**RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE DOCES E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO
INFLUENCIA A COMPOSIÇÃO DA CARÇA DE OVINOS?**

**RECIFE
2021**

EDUARDO HENRIQUE ARAÚJO CORDEIRO

RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE DOCES E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO INFLUENCIA A COMPOSIÇÃO DA CARCAÇA DE OVINOS?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Zootecnia

Orientadora: Prof. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras
Coorientadora: Dra. Maria Luciana Menezes Wanderley Neves
Coorientadora: Prof. Dra. Lígia Maria Gomes Barreto

**RECIFE
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C794r Cordeiro, Eduardo Henrique Araújo
RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE DOCES E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO INFLUENCIA A COMPOSIÇÃO DA
CARCAÇA DE OVINOS? / Eduardo Henrique Araújo Cordeiro. - 2021.
39 f.

Orientadora: Antonia Sherlanea Chaves Veras.
Coorientadora: Maria Luciana Menezes Wanderley Neves.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Recife, 2021.

1. gordura. 2. minerais. 3. proteína. 4. sustentabilidade. I. Veras, Antonia Sherlanea Chaves, orient. II. Neves, Maria
Luciana Menezes Wanderley, coorient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**RESÍDUO DA INDÚSTRIA DE DOCES E FARELO DE GLÚTEN DE
MILHO INFLUENCIA A COMPOSIÇÃO DA CARÇA DE OVINOS?**

Dissertação elaborada por

EDUARDO HENRIQUE ARAÚJO CORDEIRO

APROVADO EM __/__/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras
UFRPE

Prof. Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva
UFAPE

Dr. Jasiel Santos de Moraes

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de dietas contendo diferentes níveis da mistura resíduo da indústria de doces (RID) + farelo de glúten de milho (FGM), em substituição ao milho moído, sobre as composições físico-químicas da carcaça de ovinos em crescimento da raça Santa Inês. Utilizaram-se 36 cordeiros, não castrados, com idade média de seis meses e peso corporal inicial de $19,43 \pm 1,69$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado nos tratamentos: 1) controle, sem adição de RID + FGM; 2) substituição de 33% do milho por RID + FGM; 3) substituição de 66% do milho por RID + FGM; e 4) substituição de 100% do milho por RID + FGM na dieta, na base da matéria seca. O período experimental teve duração de 63 dias. Após o abate, as carcaças foram pesadas e resfriadas por 24 horas. Em seguida, pesadas e divididas em duas meias carcaças. A meia carcaça esquerda foi dissecada para obtenção das composições física e química da carcaça. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância e regressão, utilizando-se SAS 9.4 ($P < 5\%$). A substituição de milho por RID + FGM não influenciou as composições físico-químicas e relações teciduais da carcaça e cortes cárneos. O milho moído pode ser totalmente substituído pela mistura do resíduo da indústria de doces com o farelo de glúten de milho (relação 613:387 na matéria seca) sem afetar as composições físico-químicas da carcaça.

Palavras-chave: água, gordura, minerais, proteína, sustentabilidade, tecido adiposo, tecido muscular, tecido ósseo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of supplying diets containing different levels of the blend: candy industry residue (CIR) + corn gluten feed (CGF) replacing ground corn, on the physicochemical compositions of sheep carcasses in growth of the Santa Inês breed. Thirty six lambs were used, non-castrated, with an average age of six months and initial body weight of 19.43 ± 1.69 kg, distributed in a completely randomized design in the treatments: 1) control, without addition of CIR + CGF; 2) replacement of 33% of corn by CIR + CGF; 3) replacement of 66% of corn by CIR + CGF; and 4) replacement of 100% of corn by CIR + CGF in the diet based on dry matter. The experimental period lasted 63 days. After slaughter, the carcasses were weighed and cooled for 24 hours. Then weighed and divided into two half carcasses. The left half carcass was dissected to obtain the physical and chemical composition of the carcass. The data were evaluated by means of analysis of variance and regression, using SAS 9.4 ($P < 5\%$). The replacement of corn by CIR + CGF did not influence the physicochemical compositions and tissue relationships of the carcass and meat cuts. Ground maize can be completely replaced by mixing the residue from the candy industry with corn gluten feed (ratio 613: 387 in dry matter) without affecting the carcass physico-chemical compositions.

Keywords: adipose tissue, bone tissue, fat, water, minerals, muscular tissue, protein, sustainability.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 . Composição química da carcaça fria em função do peso de carcaça fria de ovinos Santa Inês.....27
- Figura 2 . Composição energética e relações proteína:energia e gordura:energia em função do peso de carcaça fria de ovinos Santa Inês.....28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 . Composição química dos ingredientes (g/kg de MS).....	14
Tabela 2 . Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.	15
Tabela 3 . Composição física e relações teciduais da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído.....	19
Tabela 4 . Relações teciduais dos cortes da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído.....	20
Tabela 5 . Proporção da composição tecidual dos cortes cárneos da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído.....	22
Tabela 6 . Composição química da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído.....	23
Tabela 7 . Composição química dos cortes cárneos da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído.....	25
Tabela 8 . Proporção da composição química dos cortes cárneos da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído.....	26
Tabela 9 . Equações de regressão dos componentes químicos da carcaça fria de ovinos Santa Inês.....	27
Tabela 10 . Estimativa da composição da carcaça fria em proteína, gordura, água, minerais e energia, em função do peso de carcaça fria de ovinos Santa Inês e suas relações.....	27
Tabela 11 . Conteúdos de proteína, gordura, água, minerais e energia depositados por kg de ganho em peso de carcaça fria de ovinos Santa Inês.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 Ovinocultura no Nordeste.....	10
2.2 Resíduo de indústria de doces e farelo de glúten de milho.....	10
2.3 Composição física e química da carcaça de ovinos.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5 CONCLUSÃO.....	30
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui mais de 13 milhões de cabeças de ovinos, dos quais 65% se encontram na região Nordeste (IBGE, 2020). Apesar de possuir rebanho expressivo, vários desafios são enfrentados pelos produtores locais, como ausência de padronização nas carcaças produzidas, dificuldade na obtenção de insumos e falta de conhecimento por produtores e técnicos (BRASIL, 2017).

Essa condição desfavorável faz com que grande parte da carne ovina comercializada no país seja importada, principalmente do Uruguai (BRASIL, 2019). Ainda assim, a caprinovinocultura na região Nordeste é muito importante do ponto de vista socioeconômico, visto que os animais conseguem transformar a pastagem nativa, caracterizada por baixo valor nutritivo, em alimentos de alto valor proteico, como carne e leite (ARAÚJO, 2003).

Segundo o Instituto Nacional do Semiárido (2018), a área média de um estabelecimento rural no semiárido pernambucano é de 16 hectares. Essa condição faz com que a criação de ovinos na região sofra com baixos índices produtivos, visto que a grande maioria dos produtores opta por desenvolver a atividade de modo extrativista, e o sistema produtivo sofre as consequências da baixa oferta de forragem durante boa parte do ano.

Quando a área é um fator limitante, Medeiros et al. (2009) recomendam o confinamento para terminação de cordeiros em grande escala, proporcionando oferta regular de carne de qualidade ao longo do ano e reduzindo o tempo de acabamento. Outra vantagem reside no menor custo de manutenção dos animais e rápido giro do capital investido, uma vez que os animais passam menos tempo na propriedade.

Na produção de ruminantes, os custos com a alimentação dos animais podem variar entre 30% a 70% dos custos totais da atividade (BRINGEL et al., 2011). Dessa forma, visando promover aumento na eficiência produtiva e econômica de sistemas de produção, criadores vêm utilizando coprodutos ou resíduos de indústrias na alimentação animal com a finalidade de reduzir custos, principalmente em sistemas confinados (ROSA et al., 2019).

No Brasil, cerca de 50% do milho produzido são destinados à alimentação animal (ABIMILHO, 2020), que é um ingrediente base utilizado na composição de concentrados, na condição de componente energético, sendo uma commodity de grande valor comercial. Aproveitando a habilidade dos ruminantes em transformar alimentos não comestíveis para humanos em proteína, estudos vêm sendo realizados com a finalidade de encontrar substitutos não só para o milho, mas para outros ingredientes utilizados na produção animal (BRODERICK, 2018), agregando valor aos subprodutos, além de diminuir os impactos ambientais ao serem descartados, contribuindo para a sustentabilidade da produção.

No entanto, ao se utilizar novos ingredientes, pesquisas devem ser realizadas para se certificar de que a alimentação não comprometa o metabolismo e o crescimento animal. Nesse contexto, a associação de subprodutos com outros produtos comerciais pode vir a ser benéfica para o animal, melhorando índices produtivos e não comprometendo a sua saúde.

Em um sistema de produção de carnes, tem se buscado cada vez mais maximizar, de forma rentável, o crescimento contínuo dos animais, a fim de se obter carcaças dentro dos padrões de qualidade e atender ao mercado consumidor cada vez mais exigente. A carcaça e seus cortes são compostos por três ou quatro grupos teciduais: muscular, adiposo, ósseo e outros tecidos (vasos sanguíneos e linfáticos, gânglios linfáticos, tendões e nervos), sendo desejável uma carcaça com o mínimo de osso, o máximo de músculo e uma quantidade adequada de gordura (CESAR; SOUZA, 2007). A sua composição química também é importante, já que seus parâmetros vão afetar diretamente a qualidade da carne.

Dessa forma, hipotetizou-se que o milho moído pode ser substituído pela mistura de resíduo da indústria de doces + farelo de glúten de milho, sem comprometer as composições física e química da carcaça de ovinos em crescimento da raça Santa Inês.

Objetivou-se avaliar o efeito do fornecimento de dietas contendo diferentes níveis da mistura: resíduo da indústria de doces (RID) + farelo de glúten de milho (FGM) em substituição ao milho moído, sobre as composições físico-químicas da carcaça de ovinos da raça Santa Inês em crescimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ovinocultura no Nordeste

O Nordeste brasileiro concentra aproximadamente 70% de todo o rebanho ovino do país. Desde 2016, o estado da Bahia se tornou a Unidade Federativa com o maior rebanho ovino brasileiro, com mais de quatro milhões de cabeças, totalizando cerca de 23% do rebanho nacional (IBGE, 2020). A concentração de ovinos nesta região segue um padrão internacional, onde a maioria destes animais é criada em locais com clima tropical e subtropical. No entanto, a produção de carne ovina de qualidade ainda é insuficiente, fazendo com que o país importe este produto do mercado internacional (VIANA et al., 2015).

Sendo uma das raças mais utilizadas no país, o ovino Santa Inês está distribuído por todo o território nacional. Esta raça compreende a maioria dos animais utilizados no Nordeste, devido a sua capacidade adaptativa, boa eficiência reprodutiva e maior resistência a endo e ectoparasitas (GONZAGA NETO et al., 2006), além de ser uma raça que apresenta boas taxas de crescimento, atingindo o peso de abate mais rapidamente (FURUSHO-GARCIA et al., 2004). Por ser um animal adaptado às condições edafoclimáticas do semi-árido, tende a atingir sua maturidade mais precocemente, iniciando mais cedo a deposição de gordura para aumentar suas chances de sobrevivência quando há limitação de alimentos (REGADAS FILHO et al., 2011).

2.2 Resíduo de indústria de doces e farelo de glúten de milho

A utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes vem sendo empregada com o objetivo de reduzir custos e ampliar possibilidades. Deste modo, 86% da matéria seca consumida por animais de produção são provenientes de alimentos não apropriados para consumo humano (MOTTET et al., 2017). Além de forragem, estes produtos também podem ser provenientes de restos alimentares, sobras de produção de alimento no campo, bem como resíduos provenientes de beneficiamento de grãos, destilaria, produção de biodiesel, produção de frutas e vegetais e outros processos industriais (SALAMI et al., 2019). Todos estes subprodutos podem ser utilizados na alimentação animal, desde que livres de toxinas e outras substâncias que possam comprometer sua saúde.

Essa utilização de alimentos não convencionais na alimentação animal produz efeitos benéficos para toda a cadeia produtiva, como diminuição dos custos com alimentação, redução do descarte inapropriado de resíduos das indústrias relacionadas, e criação de uma nova fonte de renda a partir da venda deste tipo de insumo (LEITE; PAWLOWSKY, 2005). Portanto, a utilização de subprodutos contribui para uma maior sustentabilidade na produção

animal, sendo crucial para diminuir os impactos ambientais da criação de ruminantes; acredita-se que a sustentabilidade de sistemas produtivos deve focar na conversão de alimentos não comestíveis para humanos em proteína animal de qualidade (WILKINSON, 2011), contribuindo para a manutenção de nutrientes na cadeia alimentar (GEORGANAS et al., 2020) e contemplando também aspectos socioeconômicos; desta forma viabilizando a criação animal em áreas com características que não favorecem a atividade pecuária.

No Brasil, já se utilizam amplamente na alimentação animal os resíduos oriundos de indústrias alimentícias e do biodiesel, principalmente aqueles provenientes do beneficiamento de frutas, de grãos para destilarias de bebidas ou de combustíveis para veículos automotivos. Além destes, existem resíduos ainda pouco explorados para a alimentação animal, como o resíduo da indústria de doces (RID), que carecem de estudos para avaliar a viabilidade da utilização.

Em 2019, a produção brasileira de balas e gomas no Brasil foi de 257 mil toneladas (ABICAB, 2020), e parte das indústrias responsáveis por este produto gera resíduos que podem ser destinados à alimentação animal. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018), os produtos gerados no processo de fabricação de alimentos que não apresentam conformidade com o produto final, são denominados resíduos; a partir do momento que este resíduo é destinado à alimentação animal, passa a ser denominado coproduto.

Este coproduto é proveniente de defeitos na fabricação e empacotamento, descaracterizando o produto para o consumo humano, porém sem oferecer riscos à saúde quando utilizados para a alimentação animal (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). Apesar de possuir quantidade semelhante de energia bruta ao milho, o resíduo da indústria de doces (RID) é composto por 98,9% de carboidratos não fibrosos, o que, segundo Van Soest (1994), caracteriza-se como alimentos que possuem proteínas e fibras insuficientes para um bom funcionamento do rúmen.

Os principais açúcares que compõem o RID são carboidratos solúveis em água (fração CA), sendo assim uma fonte de energia prontamente disponível para os microrganismos ruminais, com taxas de degradação de até 140%/h (WEISBJERG et al., 1998). Estes carboidratos alteram o pico de produção de proteína microbiana, que é atingido com 12,6 horas ao se utilizar sacarose; em contrapartida, o pico de produção de proteína microbiana ao se utilizar amido é de 15,6 horas (HALL; HEREJK, 2001).

Apesar de carboidratos solúveis em água passarem por rápida degradação, pesquisas demonstram que o pH ruminal não é afetado (BRODERICK et al., 2008), ou até mesmo

aumenta (CHAMBERLAIN et al., 1993), quando esta classe de carboidrato é utilizada na dieta de ruminantes. A razão pela qual não ocorre diminuição do pH ruminal, apesar da utilização de carboidratos rapidamente fermentescíveis, não foi completamente elucidada (OBA et al., 2011).

Dietas ricas em carboidratos de rápida fermentação e baixo teor de fibras, como o amido, diminuem o pH ruminal (OLIVEIRA et al., 2013), o que é prejudicial ao crescimento de microrganismos ruminais. A utilização deste tipo de carboidrato sem uma fonte de fibras produz grandes quantidades de ácido lático, que por sua vez diminui o pH do rúmen para níveis muito baixos, podendo desencadear distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal (ANTUNES et al., 2011). Portanto, as concentrações de carboidratos fibrosos e não fibrosos devem estar adequadas para que ocorra uma sincronia na utilização dos nutrientes. Os carboidratos não fibrosos possuem maior quantidade de energia, favorecendo o crescimento microbiano no rúmen. Os carboidratos fibrosos contribuem para a manutenção do pH ruminal, estimulando a ruminação e conseqüentemente a produção de saliva (ZHAO et al., 2011).

O farelo de glúten de milho (FGM) é um coproduto obtido a partir do processamento do milho, este passa pela extração de grande parte do amido, do glúten e do gérmen (SANTOS, 2004). A parte fibrosa resultante desse processo é conhecida por farelo de glúten de milho 21, pois contém em torno de 21% de proteína bruta, além de 45% de fibra em detergente neutro e 80% de nutrientes digestíveis totais. Este ingrediente, quando utilizado em conjunto com carboidratos solúveis, aumenta a eficiência de produção de proteína microbiana, visto que 48% de sua proteína são compostas pelas frações A e B1 (MENEGETTI; DOMINGUES, 2008).

2.3 Composições física e química da carcaça de ovinos

Conhecer a composição física e química da carcaça impõe grande importância para o produtor, pois a qualidade da carcaça e de seus cortes depende da proporção e relação entre os tecidos muscular, adiposo e ósseo (SANTOS et al., 2009). Os mesmo autores afirmam que uma carcaça ideal é composta por máxima proporção de músculo, mínima de osso, e adequada de gordura. A deposição destes tecidos no corpo do animal ocorre de formas e em tempos diferentes: as maiores taxas de deposição de tecido ocorrem seguindo a ordem: ósseo, muscular, gordura visceral, gordura intermuscular, gordura subcutânea e gordura intramuscular (OWENS et al., 1993).

Para a determinação da composição química da carcaça, podem ser utilizados métodos diretos ou indiretos. Os métodos diretos, apesar de serem mais onerosos e trabalhosos, são

mais precisos que os métodos indiretos, que se baseiam em estimativas a partir de medidas e parâmetros de mais fácil acesso.

O teor de umidade é um dos aspectos químicos que são quantificados. A quantidade de água na carcaça está diretamente relacionada à preservação e qualidade do produto final: a carne (PITOMBO et al., 2013). Em animais jovens, o corpo animal possui maiores quantidades de água e, conseqüentemente, menor teor de gordura, uma vez que estes componentes são antagônicos.

Dentre os constituintes da carne ovina, a proporção de proteína sofre variação entre 17 e 26% da carcaça animal (COSTA et al., 2015; REGADAS FILHO et al., 2013; BONAGURIO et al., 2004), porém, quando o peso ao abate aumenta, as proporções de proteína e umidade diminuem, ocorrendo aumento na quantidade de gordura. Em contrapartida, a gordura é o constituinte da carne ovina que mais sofre variação, sendo influenciado pelo genótipo, dieta, classe sexual e idade ao abate (OLIVEIRA et al., 2013).

A gordura é um componente tecidual de menor valor comercial comparado ao músculo (OSÓRIO; OSÓRIO, 2005), porém deve existir uma quantidade mínima deste tecido, de forma que a carcaça não perca calor rapidamente durante o processo de resfriamento, evitando o encurtamento pelo frio.

A gordura também é importante no momento da comercialização, visto que o consumidor final identifica a qualidade da carne por meio da cor, maciez e quantidade de gordura (JOO et al., 2013). No entanto, o excesso de gordura é indesejado, pois diminui o conteúdo de água da carne, com conseqüente comprometimento de sua suculência; além de afetar a viabilidade econômica do sistema, visto que ocorre a transformação de nutrientes em tecido indesejado, quando em excesso (MACEDO et al., 2008), e aumenta o tempo de permanência do animal na fazenda, pois estes necessitam de pesos maiores para serem abatidos (ALVES et al., 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Caprinovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado em Recife – PE. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal (CEUA/UFRPE; Número de autorização: 120/2017).

Foram utilizados 36 cordeiros Santa Inês machos, não castrados, com idade de seis meses e peso corporal médio inicial (PCi) de $19,43 \pm 1,69$ kg, confinados em galpão constituído de baias individuais, com dimensões de 1,0 m x 1,8 m, providas de comedouros e bebedouros. Quatro animais com $19,17 \pm 2,67$ kg de PCi, de mesma idade e raça, foram incluídos para compor o grupo referência. O período experimental teve duração de 77 dias, sendo os 14 primeiros dias destinados à adaptação dos animais às instalações, ao manejo e às dietas, e os 63 dias restantes para avaliação e coleta de dados e amostras.

Inicialmente, os animais foram pesados, identificados, tratados contra ecto e endoparasitos, vacinados contra clostridioses e receberam complexo vitamínico ADE. Durante o período de adaptação, os animais receberam a mesma ração composta de 60% de volumoso e 40% de concentrado, cujos ingredientes e respectiva composição química encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes (g/kg de MS)

Fração analítica	Feno de tifton	Farelo de soja	Milho moído	Farelo glúten de milho	RID ^a	Núcleo Mineral
Matéria seca ^b	893,7	871,3	847,2	844,0	971,7	958,2
Cinzas ^c	84,2	65,4	12,2	63,0	11,6	891,9
Matéria orgânica ^c	915,8	934,6	987,8	937,0	988,4	108,1
Proteína bruta ^c	114,8	482,4	92,8	232,7	3,4	
Extrato etéreo ^c	25,1	22,3	42,1	30,9	2,0	
Fibra em detergente neutro ^{c,d}	735,4	136,5	121,8	348,8	10,2	
Carboidratos não fibrosos ^{c,d}	40,5	293,4	731,2	324,7	972,9	

^a Resíduo da indústria de doces; ^b g/kg matéria natural; ^c g/kg de MS; ^d cp = corrigido para cinzas e proteínas

Após o período de adaptação, os animais foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos: 1) controle, sem adição de resíduo de indústria de doces (RID) + farelo de glúten de milho (FGM); 2) substituição de 33% do milho por RID + FGM; 3) substituição de 66%

do milho por RID + FGM; e 4) substituição de 100% do milho por RID + FGM, com base na matéria seca (MS).

As rações experimentais tiveram relação 50:50 (volumoso:concentrado) e foram formuladas para serem isoproteicas, de forma a atender às exigências nutricionais de um ovino pesando 25 kg de peso corporal, visando ganho médio diário de 250g, de acordo com as recomendações do NRC (2007). O volumoso utilizado foi feno de capim Tifton 85 e o concentrado composto por milho moído, farelo de soja, RID + FGM e suplemento mineral (Tabela 2).

Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (g/ kg de MS)	Níveis de inclusão RID:FGM ^a (%)			
	0	33	66	100
Feno de tifton 85	500	500	500	500
Farelo de soja	132	132	132	132
Milho moído	353	237	120	0
RID:FGM	0	116	233	353
Suplemento mineral ^b	15	15	15	15
Composição química				
Matéria seca ^c	875,3	884,0	892,8	901,8
Cinzas ^d	68,4	70,7	72,9	75,2
Matéria orgânica ^d	931,6	929,3	927,1	924,8
Proteína bruta ^d	153,8	153,7	153,6	153,6
Energia metabolizável ^e	2,35	2,29	2,37	2,33
Extrato etéreo ^d	30,3	27,0	23,6	20,1
Fibra em detergente neutro ^{d, f}	428,7	431,0	433,2	435,5
Carboidratos não fibrosos ^{d, f}	317,1	316,0	315,0	313,9

^aMistura do resíduo da indústria de doces com o farelo de glúten de milho (relação 613:387 na matéria seca [MS]); ^b Composição por kg: Cálcio 120 g; Fósforo 87 g; Zinco 3800 mg; Sódio 147 g; Manganês 1300 mg; Cobalto 40 mg; Ferro 1800 mg; Cobre 590 mg; Enxofre 18 mg; Selênio 15 mg; Iodo 80 mg; Crômio 20 mg; Molibdênio 30 mg; Flúor (Máx) 870 mg; ^c g/kg matéria natural ^d g/kg de MS; ^e Mcal/kg de MS; ^f corrigida para cinzas e proteínas.

Os animais do grupo referência foram abatidos no final do período de adaptação e os demais após 63 dias experimentais. Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16

horas. Decorrido este tempo, foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA). O abate seguiu às recomendações da Instrução Normativa N° 3, de 17 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), que visa ao abate humanitário de animais de açougue. A insensibilização foi realizada pelo método de eletronarcole com auxílio de equipamento próprio, com corrente elétrica de 220 v e 1,5 Amperes por dez segundos. Após insensibilização, os animais foram exsanguinados através da secção da jugular e carótida.

Após a sangria, foram realizadas a esfolagem e evisceração. Posteriormente, foram retirados a cabeça (secção da articulação atlanto-occipital), as patas (secção nas articulações carpometacarpiana e tarsometatarsiana), o pênis e os testículos. A carcaça, depois de lavada, foi pesada, pendurada pelos tendões calcâneos comuns em ganchos apropriados, e armazenada em câmara fria a 4°C por 24 horas, para obtenção do peso de carcaça fria (PCF).

Posteriormente, as carcaças foram divididas longitudinalmente em duas metades, as quais foram pesadas individualmente. A meia carcaça esquerda foi seccionada em seis cortes comerciais, conforme descrito por Cezar e Souza (2007): pescoço, paleta, costela, serrote, lombo e perna; as quais foram pesadas individualmente, embaladas a vácuo e congeladas.

Para a dissecação, os cortes da meia carcaça esquerda foram descongelados em geladeira à temperatura de 4°C e, posteriormente, dissecados para separação e pesagem dos seus componentes físicos (tecidos muscular, adiposo e ósseo, além de outros tecidos) e obtenção das respectivas porcentagens nos cortes e na meia carcaça. Em seguida, os ossos foram triturados juntamente com o músculo, gordura e outros tecidos, os quais foram posteriormente homogeneizados, colocados em placas de Petri, congelados em freezer, para posterior avaliação de suas composições centesimais.

Para a análise centesimal, 150 g de amostra foram acondicionadas em recipientes de vidro identificados e com massa conhecida, colocadas em estufa de 65°C até obtenção de massa constante. Posteriormente, foi realizado o pré-desengorduramento das amostras, por imersão em éter de petróleo e sucessivas lavagens, até a obtenção da matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo bola, para posteriores análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e nitrogênio total (N), conforme Detmann et al. (2012). Para estimar a proteína foi utilizado o fator de conversão de 6,25 para multiplicar pelo teor de N total das amostras.

A gordura extraída no pré-desengorduramento foi somada à gordura da análise de extrato etéreo residual, para obtenção da gordura total. A partir do conhecimento dos teores de

proteína, gordura, água e matéria mineral e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento, foram determinados os respectivos teores na matéria natural. Em seguida, esses teores foram multiplicados pelo PCF para obtenção das respectivas quantidades na carcaça.

O conteúdo energético da carcaça (E) foi obtido conforme a equação do ARC (1980): E (Mcal) = 5,6405 P (kg) + 9,3929 G (kg), onde P é conteúdo de proteína na carcaça e G é o conteúdo de gordura na carcaça.

Equações de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura, proteína, água e energia na carcaça, em função do logaritmo do PCF foram usadas para prever as quantidades de proteína, gordura, água e energia retidas na carcaça animal (usando o grupo referência), de acordo com o seguinte modelo (ARC, 1980):

$$Y = a + bX + e;$$

onde, Y = logaritmo do conteúdo de proteína (g), gordura (g), água (g), minerais (g) ou energia (Mcal) retidos na carcaça, a = constante, b = coeficiente de regressão do logaritmo de proteína, gordura, água, minerais ou energia em função do PCF; X = logaritmo do PCF (kg); e = erro aleatório.

As concentrações de proteína, gordura, água, minerais ou energia no ganho de PCF (GPCF) foram calculadas a partir da derivação da equação de regressão do conteúdo corporal destes constituintes, em função do logaritmo do PCF, obtendo-se a equação:

$$y' = b * 10^a * X^{(b-1)};$$

em que y' = conteúdo de proteína, gordura, água, minerais (g/kg GPCF) ou energia (Mcal/kg GPCF); a = intercepto da equação de predição do conteúdo de proteína, gordura, água, minerais (g/kg GPCF) ou energia (Mcal/kg GPCF) na carcaça fria (PCF); b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo de proteína, gordura, água, minerais (g/kg GPCF) ou energia (Mcal/kg PCF) no GPCF; X = PCF (kg).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa SAS 9.4, com efeitos significativos quando $P \leq 0,05$, e consideradas como tendência quando $0,05 < P < 0,10$. O PCi foi usado como covariável.

Para avaliação do efeito da dieta sobre as composições físico-químicas da carcaça, os dados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão. O modelo estatístico usado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij};$$

onde Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento, i ($i = 0; 33; 66$ e 100% de substituição do milho moído pela mistura de RID + FGM); $\beta (X_{ij} - X)$ = efeito da covariável (PCi); e_{ij} = erro experimental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substituição de milho moído pela mistura de RID + FGM não afetou a composição física da carcaça fria reconstituída, assim como as relações entre os tecidos e suas porcentagens ($P>0,05$), como mostra a Tabela 3.

Tabela 3. Composição física e relações teciduais da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído

Variáveis	Níveis de substituição (%)				EPM ^a	P valor	
	0	33	66	100		L	Q
Peso inicial (kg)*	19,2	19,5	19,4	19,7	0,29	-	-
Peso ao abate (kg)*	34,7	36,3	36,3	36,4	0,45	0,434	0,551
Carcaça fria reconstituída (g)	14276,00	14569,22	14742,31	14681,49	330,09	0,644	0,617
Músculo (g)	8491,33	8748,8	8762,33	8775,85	194,51	0,598	0,556
Gordura (g)	2282,23	2213,51	2351,34	2233,61	87,05	0,761	0,795
Ossos (g)	2910,5	2984,04	3056,17	3048,63	108,29	0,496	0,726
Outros tec. (g)	591,94	622,87	572,46	623,41	45,27	0,957	0,823
Músculo + outros tec. (g)	9083,27	9371,67	9334,79	9399,26	209,83	0,618	0,619
Músculo:gordura	3,78	3,97	3,77	3,97	0,16	0,613	0,987
Músculo:ossos	2,94	2,95	2,88	2,91	0,09	0,678	0,898
Gordura:ossos	0,79	0,75	0,77	0,74	0,03	0,518	0,870
Músculo + gordura:ossos	3,73	3,7	3,65	3,65	0,11	0,585	0,877
Músculo (%)	59,58	60,04	59,46	59,82	0,67	0,940	0,939
Gordura (%)	15,93	15,22	15,94	15,26	0,53	0,584	0,972
Ossos (%)	20,37	20,46	20,73	20,69	0,44	0,561	0,878
Outros tec. (%)	4,11	4,28	3,86	4,23	0,27	0,945	0,71
Músculo + outros tec. (%)	63,7	64,32	63,33	64,05	0,55	0,952	0,927

* Morais (2020).^a Erro padrão da média. P = probabilidade. L = efeito linear. Q = efeito quadrático.

A proteína dietética permite a síntese de aminoácidos essenciais, que por sua vez, serão utilizados no crescimento muscular do animal (VAN SOEST, 1994, WU et al., 2014). Neste estudo a dieta não afetou o crescimento dos animais, uma vez que não foi verificado efeito nos pesos dos tecidos na carcaça (Tabela 3), assim como no desempenho animal (MORAIS, 2020).

As médias das porcentagens de músculo, gordura e ossos na carcaça foram, respectivamente, 59,73; 15,59 e 20,56% (Tabela 3). Os fatores que podem influenciar as proporções de músculo, osso e gordura na carcaça são: genótipo, idade, peso ao abate, sexo e alimentação (NEGUSSIE et al., 2015). Como os animais eram padronizados, e não foi

constatado efeito da dieta no consumo e desempenho animal (MORAIS, 2020), pode-se afirmar que as dietas proporcionaram efeito semelhante no desenvolvimento tecidual da carcaça.

Ao avaliar as relações teciduais dos cortes cárneos, observou-se que nenhuma das variáveis avaliadas foi afetada pela substituição do milho moído, exceto o peso da paleta reconstituída, bem como a relação músculo + gordura:osso, os quais apresentaram tendência de aumento ($P = 0,073$ e $P = 0,086$, respectivamente), conforme Tabela 4.

Tabela 4. Relações teciduais dos cortes da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído

Variáveis	Níveis de substituição (%)				EPM ^a	P-valor	
	0	33	66	100		L	Q
Paleta reconstituída (g)	2820,00	2954,44	2977,78	3002,50	56,35	0,073	0,355
Músculo:gordura paleta	4,59	4,24	4,62	4,41	0,28	0,878	0,812
Músculo:ossos paleta	2,71	2,57	2,76	2,88	0,09	0,106	0,165
Gordura:ossos paleta	0,61	0,62	0,61	0,67	0,04	0,356	0,525
Músculo+gordura:ossos paleta	3,32	3,19	3,37	3,55	0,11	0,086	0,169
Pescoço reconstituído (g)	1234,44	1112,22	1287,78	1287,50	71,89	0,449	0,402
Músculo:gordura pescoço	3,23	3,87	3,04	3,86	0,37	0,616	0,820
Músculo:ossos pescoço	3,44	4,46	2,95	3,12	0,65	0,401	0,529
Gordura:ossos pescoço	1,14	1,35	0,97	0,96	0,25	0,436	0,668
Músculo+gordura:ossos pescoço	4,58	5,81	3,91	4,07	0,88	0,399	0,554
Costela reconstituída (g)	2742,67	2827,00	2823,42	2768,99	97,65	0,820	0,503
Músculo:gordura costela	2,71	2,95	2,65	2,99	0,17	0,454	0,809
Músculo:ossos costela	2,20	2,33	2,14	2,27	0,10	0,892	0,989
Gordura:ossos costela	0,85	0,79	0,82	0,78	0,05	0,388	0,835
Músculo+gordura:ossos costela	3,04	3,12	2,96	3,05	0,13	0,811	0,953
Serrote (g) reconstituído	1028,89	977,78	1035,56	987,50	36,93	0,516	0,956
Músculo:gordura serrote	1,54	1,87	1,62	1,74	0,11	0,451	0,365
Músculo:ossos serrote	2,67	2,69	2,82	2,70	0,16	0,822	0,693
Gordura:ossos serrote	1,78	1,46	1,79	1,65	0,14	0,782	0,530
Músculo+gordura:ossos serrote	4,45	4,15	4,61	4,35	0,27	0,991	0,926
Lombo (g) reconstituído	1335,56	1332,22	1317,78	1391,25	69,75	0,781	0,585
Músculo:gordura lombo	3,04	3,22	3,13	3,29	0,18	0,417	0,976
Músculo:ossos. lombo	5,64	5,72	4,84	4,63	0,85	0,327	0,868
Gordura:ossos lombo	1,94	1,85	1,65	1,42	0,31	0,229	0,838
Músculo+gordura:ossos lombo	7,58	7,57	6,49	6,06	1,15	0,292	0,858
Perna reconstituída (g)	5114,44	5365,56	5300,00	5243,75	149,06	0,888	0,325
Músculo:gordura perna	6,50	6,51	6,27	6,39	0,38	0,789	0,889
Músculo:ossos perna	3,38	3,21	3,22	3,25	0,10	0,446	0,344
Gordura:ossos perna	0,53	0,50	0,54	0,53	0,03	0,842	0,767
Músculo+gordura:ossos perna	3,91	3,70	3,76	3,78	0,13	0,548	0,381

^a Erro padrão da média. P = probabilidade. L = efeito linear. Q = efeito quadrático.

Expressando a composição tecidual dos cortes em porcentagem (Tabela 5), pôde-se verificar tendência ($P < 0,10$) de redução no percentual de ossos na paleta ($P = 0,062$) e em outros tecidos do pescoço ($P = 0,051$) e da costela ($P = 0,079$). A queda na proporção de ossos na paleta refletiu no aumento da relação músculo + gordura:ossos do corte (Tabela 4). Adicionalmente, a quantidade (g) de músculo + outros tecidos da paleta (MOTpa) aumentou com a substituição ($MOTpa = 1834 + 1,332 * \text{nível de substituição}$; $R^2 = 0,91$; $P = 0,041$) e, como a paleta é um corte de crescimento precoce (Gomes, 2020), bem como o tecido ósseo em relação aos tecidos muscular e adiposo, acredita-se que a substituição do milho pela mistura favoreceu a deposição de músculo e gordura nos animais. Vale ressaltar que as proporções médias de músculo dos principais cortes: paleta, lombo e perna (59, 62 e 66%) estão dentro do esperado para uma boa carcaça, uma vez que se deseja uma maior proporção de tecido muscular.

Em relação a “outros tecidos” do lombo (Tabela 5), houve aumento linear ($P = 0,010$) à medida que se substituiu o milho moído pela mistura RID + FGM. Dentre os constituintes dos outros tecidos estão as fâscias musculares e tendões; assim, acredita-se que este efeito tenha sido devido à mudança na proporção que ocorre destas estruturas durante o crescimento animal, corroborando com a observação de Honig et al. (2020), os quais observaram aumento na proporção de tendões nas regiões do lombo, coxão e pernas, e redução nas regiões do pescoço, peito, costela do traseiro e vazio em bovinos machos em crescimento.

A similaridade na composição das dietas (Tabela 2) refletiu a ausência de efeito sobre a composição física da carcaça, dos cortes e nas proporções teciduais dos cortes cárneos (Tabelas 3, 4 e 5). Morais (2020) ao trabalhar com os mesmos animais não observou efeito dos tratamentos sobre os pesos ao abate, o que explica a falta de efeito sobre as referidas variáveis. Nesse sentido, Alves et al. (2020) observaram efeito sobre a composição física dos cortes, quando abateram cordeiros com diferentes pesos corporais ao abate; o que demonstra que estas variáveis são bastante afetadas pelo peso final ao abate.

Tabela 5. Proporção da composição tecidual dos cortes cárneos da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído

Variáveis	Níveis de substituição (%)				EPM ^a	P-valor	
	0	33	66	100		L	Q
Paleta (%)	19,86	20,28	20,28	20,54	0,42	0,228	0,845
Músculo (% paleta)	59,49	56,99	59,56	59,95	1,05	0,429	0,186
Gordura (% paleta)	13,32	13,90	13,04	14,01	13,27	0,656	0,798
Ossos (% paleta)	22,07	22,28	21,65	20,94	0,46	0,062	0,337
Outros tec. (% paleta)	5,13	6,83	5,75	5,11	0,56	0,637	0,047
Pescoço (%)	8,59	7,67	8,66	8,76	0,41	0,480	0,228
Músculo (% pescoço)	56,36	57,03	57,14	58,03	1,84	0,559	0,954
Gordura (% pescoço)	18,68	17,16	18,94	16,33	1,63	0,578	0,737
Ossos (% pescoço)	18,14	16,21	20,37	20,91	1,77	0,157	0,495
Outros tec. (% pescoço)	6,83	9,59	3,56	4,73	1,34	0,051	0,567
Costela (%)	19,18	19,38	19,13	18,78	0,45	0,396	0,553
Músculo (% costela)	52,26	55,09	52,58	54,75	1,07	0,287	0,758
Gordura (% costela)	20,13	18,78	20,01	18,70	0,85	0,408	0,976
Ossos (% costela)	24,19	23,85	24,78	24,30	0,77	0,732	0,932
Outros tec. (% costela)	3,42	2,28	2,64	2,24	0,40	0,079	0,355
Serrote (%)	7,20	6,71	7,04	6,79	0,26	0,454	0,661
Músculo (% serrote)	45,61	49,16	46,89	47,01	1,30	0,708	0,203
Gordura (% serrote)	30,12	26,68	29,78	28,10	1,32	0,522	0,510
Ossos (% serrote)	17,58	18,46	16,85	17,83	0,79	0,907	0,957
Outros tec. (% serrote)	6,69	5,70	6,48	7,07	0,76	0,553	0,318
Lombo (%)	9,33	9,14	8,95	9,45	0,41	0,933	0,409
Músculo (% lombo)	62,20	63,20	61,15	60,55	1,60	0,342	0,625
Gordura (% lombo)	20,93	20,08	20,26	18,65	1,18	0,217	0,753
Ossos (% lombo)	14,21	12,23	13,84	15,49	1,72	0,483	0,309
Outros tec. (% lombo)	2,67	4,48	4,74	5,31	0,66	0,010	0,357
Perna (%)	35,84	36,81	35,95	35,69	0,45	0,568	0,188
Músculo (% perna)	66,65	66,36	65,74	65,39	0,68	0,187	0,966
Gordura (% perna)	10,39	10,30	10,91	10,55	0,54	0,696	0,812
Ossos (% perna)	19,79	20,85	20,52	20,26	0,53	0,655	0,230
Outros tec. (% perna)	3,16	2,49	2,83	3,81	0,45	0,298	0,080

^a Erro padrão da média. P = probabilidade. L = efeito linear. Q = efeito quadrático.

A proteína bruta do FGM possui uma taxa de degradabilidade próxima à do milho (469,3 vs 505,7 g/kg de PB na fração B, respectivamente), segundo Valadares Filho et al. (2019). Desse modo, Morais (2020), trabalhando com os mesmos animais deste experimento,

relatou que a mistura RID:FGM promoveu um sincronismo na utilização de energia e proteína pelos microrganismos ruminais. A inclusão de FGM na mistura foi essencial para a manutenção de níveis de proteína semelhantes ao do milho, evitando possíveis problemas na síntese de proteína microbiana. Outra característica importante do FGM é possuir proteína de rápida solubilização no rúmen e, como foi utilizada com o RID, ingrediente com alto nível de carboidratos solúveis, possibilitou a sincronia na utilização de ambos os nutrientes pelos microrganismos ruminais (MENEGHETTI; DOMINGUES, 2008).

Observou-se aumento das quantidades ($P = 0,024$) e proporções ($P = 0,013$) de minerais e um efeito quadrático no teor de gordura ($P = 0,040$) da carcaça com a substituição do milho moído pela mistura RID + FGM. Os demais componentes químicos não foram influenciados pelas dietas (Tabela 6). Rodrigues et al. (2020) observaram aumento na proporção de gordura intramuscular à medida que o melaço de soja substituiu o milho moído na dieta de ovinos cruzados Santa Inês \times Dorper em terminação, e atribuíram tal comportamento à ação da frutose sobre a carcaça do animal, que possui alto potencial lipogênico, principalmente em relação à gordura intramuscular. No presente estudo, foi verificado efeito quadrático da proporção de gordura na carcaça, com ponto de mínima de 15,64%, no nível de 50,46% de substituição. Esse efeito pode ter sido devido à idade inicial dos animais, que foi cerca de seis meses, peso final de aproximadamente 36 kg, além do grupamento genético diferente (CARTAXO et al., 2011).

Tabela 6. Composição química da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído

	Níveis de substituição (%)				EPM ^a	P-valor	
	0	33	66	100		L	Q
Gordura (g)	2410,13	2231,72	2391,12	2413,96	77,57	0,893	0,205
Proteína (g)	2903,78	3048,43	3007,12	2960,67	91,35	0,989	0,319
Minerais (g)	498,77	543,19	584,67	563,87	19,55	0,024	0,114
Água (g)	8463,31	8745,88	8759,39	8742,99	214,58	0,652	0,512
Gordura (%)	16,86	15,31	16,20	16,50	0,42	0,884	0,040
Proteína (%)	20,40	20,94	20,42	20,07	0,42	0,457	0,305
Minerais (%)	3,50	3,73	3,97	3,83	0,10	0,013	0,095
Água (%)	59,24	60,03	59,40	59,60	0,55	0,849	0,601

^a Erro padrão da média. P = probabilidade. L = efeito linear. Q = efeito quadrático.

A composição química dos cortes, expressa em valores absolutos (Tabela 7), apresentou efeito dos tratamentos, com destaque para a paleta, onde os pesos de gordura ($P =$

0,022), proteína ($P = 0,049$) e minerais ($P = 0,003$) se comportaram de forma quadrática. Os minerais da perna ($P = 0,002$), pescoço ($P = 0,001$) e lombo ($P = 0,024$) apresentaram comportamento linear crescente, com a adição da mistura RID + FGM.

Como os tratamentos não influenciaram o consumo e a digestibilidade da matéria seca e seus componentes (MORAIS, 2020) e as dietas apresentaram composições químicas semelhantes, exceto para extrato etéreo, que reduziu, e mineral que aumentou (Tabela 2), acredita-se que os efeitos sobre as quantidades de proteína e gordura da paleta obtidos neste trabalho (Tabela 7) sejam resultantes do efeito da fonte de carboidrato rapidamente fermentescível. Como a paleta é uma corte precoce (GOMES, 2020), pode-se inferir que refletiu os primeiros resultados da dieta sobre a deposição dos tecidos na carcaça dos animais.

A semelhança do efeito do tratamento sobre a quantidade de minerais na carcaça (Tabela 6) em relação aos cortes perna, pescoço e lombo (Tabela 7) pode ser devida aos dois primeiros apresentarem o ímpeto de crescimento semelhante ao da carcaça, e o lombo apresentar crescimento tardio (GOMES, 2020).

A composição em proteína da paleta (Tabela 7) apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima de 659,30 g para o nível de 52,98% de substituição ($\hat{Y} = 580,7 + 2,967x - 0,028x^2$; $R^2 = 0,95$), bem como a de minerais com ponto de máxima de 128,46 g no nível de 59,79% da mistura ($\hat{Y} = 97,50 + 1,219x - 0,012x^2$; $R^2 = 0,98$); já a composição em gordura apresentou mínimo de 405,26 g no nível de substituição de 36,9% ($\hat{Y} = + 439,3 - 1,845x + 0,025x^2$; $R^2 = 0,81$). Como estes componentes químicos estão relacionados aos tecidos muscular, ósseo e adiposo, respectivamente, e seguiram o comportamento da curva de deposição destes tecidos (OWENS et al., 1993), acredita-se que a substituição do milho pela mistura do FGM + RID forneceu os nutrientes necessários para o crescimento dos animais.

Tabela 7. Composição química dos cortes cárneos da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído

	Níveis de substituição (%)				EPM ^a	P-valor	
	0	33	66	100		L	Q
Gordura perna (g)	603,39	639,76	662,50	643,61	26,41	0,323	0,316
Proteína perna (g)	1096,02	1118,86	1079,22	1074,43	44,16	0,469	0,769
Minerais perna (g)	179,53	199,93	234,83	231,37	11,29	0,002	0,311
Água perna (g)	3235,50	3407,01	3323,46	3294,34	96,01	0,901	0,320
Gordura paleta (g)	430,78	432,31	403,85	519,72	23,28	0,043	0,022
Proteína paleta (g)	577,48	657,68	643,78	597,87	30,02	0,897	0,049
Minerais paleta (g)	96,68	127,04	122,94	99,45	8,14	0,983	0,003
Água paleta (g)	1715,05	1737,42	1807,21	1785,46	51,80	0,327	0,685
Gordura pescoço (g)	220,17	165,87	202,43	210,36	15,68	0,904	0,059
Proteína pescoço (g)	242,50	225,98	260,72	253,94	15,19	0,476	0,744
Minerais pescoço (g)	32,40	33,67	37,74	45,30	2,48	0,001	0,219
Água pescoço (g)	739,38	686,71	786,89	777,90	53,24	0,491	0,682
Gordura serrote (g)	323,79	259,59	298,30	278,52	22,70	0,251	0,337
Proteína serrote (g)	192,29	181,14	186,93	204,37	8,98	0,405	0,125
Minerais serrote (g)	23,65	20,59	24,84	24,06	2,61	0,622	0,671
Água serrote (g)	489,15	516,46	525,49	480,55	25,06	0,795	0,168
Gordura lombo (g)	227,70	215,30	213,14	224,06	16,88	0,723	0,495
Proteína lombo (g)	279,94	266,97	281,41	284,89	20,42	0,836	0,690
Minerais lombo (g)	30,10	28,68	33,33	41,07	3,40	0,024	0,194
Água lombo (g)	797,82	821,28	789,90	841,23	44,34	0,766	0,752
Gordura costela (g)	604,30	518,90	610,91	537,68	34,37	0,379	0,854
Proteína costela (g)	515,54	597,80	555,07	545,18	27,69	0,874	0,114
Minerais costela (g)	136,41	133,29	131,00	122,62	8,22	0,211	0,760
Água costela (g)	1486,42	1577,01	1526,45	1563,51	64,83	0,826	0,702

^a Erro padrão da média. P = probabilidade. L = efeito linear. Q = efeito quadrático.

Quando expressa em porcentagem, a composição química dos cortes (Tabela 8) apresentou comportamento semelhante ao expresso em gramas (Tabela 7). A proporção dos minerais aumentou na perna, pescoço e lombo, seguindo o comportamento anteriormente relatado na carcaça (Tabela 6), já discutido. Na paleta, as proporções de gordura (P = 0,004) e minerais (P = 0,004) tiveram comportamento quadrático e a proteína apresentou tendência de comportamento quadrático (P = 0,066).

Tabela 8. Proporção da composição química dos cortes cárneos da carcaça fria de ovinos alimentados com mistura de RID + FGM em substituição ao milho moído

	Níveis de substituição (%)				EPM ^a	P-valor	
	0	33	66	100		L	Q
Gordura perna (%)	11,76	11,96	12,55	12,33	0,44	0,239	0,639
Proteína perna (%)	21,47	20,87	20,32	20,41	0,53	0,142	0,529
Minerais perna (%)	3,51	3,73	4,41	4,40	0,16	<,001	0,498
Água perna (%)	63,27	63,44	62,73	62,86	0,55	0,420	0,971
Gordura paleta (%)	15,25	14,65	13,56	17,26	0,69	0,125	0,004
Proteína paleta (%)	20,51	22,34	21,64	19,77	0,95	0,469	0,066
Minerais paleta (%)	3,43	4,30	4,15	3,30	0,27	0,636	0,004
Água paleta (%)	60,81	58,70	60,66	59,67	1,24	0,840	0,663
Gordura pescoço (%)	17,62	15,00	15,78	16,85	1,18	0,754	0,133
Proteína pescoço (%)	19,82	20,18	20,31	19,98	0,89	0,707	0,921
Minerais pescoço (%)	2,66	2,99	2,99	3,56	0,17	0,002	0,526
Água pescoço (%)	59,90	61,83	60,91	59,62	1,68	0,858	0,350
Gordura serrote (%)	31,52	26,57	28,45	28,17	1,91	0,299	0,237
Proteína serrote (%)	18,84	18,58	18,04	20,64	0,67	0,115	0,046
Minerais serrote (%)	2,28	2,10	2,40	2,40	0,20	0,388	0,675
Água serrote (%)	47,37	52,75	51,10	48,80	1,72	0,663	0,035
Gordura lombo (%)	17,10	16,28	16,10	16,28	1,10	0,559	0,658
Proteína lombo (%)	21,02	19,93	21,41	20,38	0,93	0,965	0,981
Minerais lombo (%)	2,24	2,14	2,53	2,91	0,17	0,004	0,179
Água lombo (%)	59,65	61,65	59,96	60,44	0,65	0,806	0,260
Gordura costela (%)	22,03	18,23	21,57	19,61	1,00	0,403	0,373
Proteína costela (%)	18,88	21,19	19,82	19,53	0,71	0,782	0,081
Minerais costela (%)	5,01	4,73	4,68	4,42	0,27	0,185	0,962
Água costela (%)	54,08	55,86	53,93	56,44	1,26	0,423	0,772

^a Erro padrão da média. P = probabilidade. L = efeito linear. Q = efeito quadrático.

Ao observar as equações para estimativa da composição da carcaça, ou seja, a relação entre o logaritmo do componente químico da carcaça (g) e o logaritmo do peso da carcaça fria (kg), nota-se pelo coeficiente de determinação (R^2) que as equações foram bem ajustadas, com baixa dispersão dos dados (Tabela 9). Por meio destas equações foram estimadas as quantidades de proteína, gordura, minerais e água e a concentração de energia, em função do PCF (Tabela 10 e Figuras 1 e 2).

Tabela 9. Equações de regressão dos componentes químicos da carcaça fria de ovinos Santa Inês

Parâmetros	Equações de regressão	R ²	REQM ^b	P-valor
Proteína (g)	LOG P = 2,34936 (0,04363) + 0,96639 (0,03862) * LOG PCF ^a	0,944	0,030	<,001
Gordura (g)	LOG G = 1,54086 (0,06565) + 1,57313 (0,05811) * LOG PCF ^a	0,952	0,044	<,001
Água (g)	LOG A = 2,86393 (0,02105) + 0,92363 (0,01863) * LOG PCF ^a	0,985	0,014	<,001
Minerais (g)	LOG M = 1,9181 (0,06266) + 0,70386 (0,05546) * LOG PCF ^a	0,813	0,042	<,001
Energia (Mcal)	LOG E = 0,11941 (0,03904) + 1,26415 (0,03456) * LOG PCF ^a	0,973	0,026	<,001

^a kg. ^b Raiz do erro quadrático médio. R² = coeficiente de determinação. P = probabilidade.

Tabela 10. Estimativa da composição da carcaça fria (PCF) em proteína, gordura, água, minerais e energia, em função do peso de carcaça fria de ovinos Santa Inês e suas relações

PCF (kg)	Proteína (g/kg)	Gordura (g/kg)	Água (g/kg)	Minerais (g/kg)	Energia (Mcal/kg)	P:G	P:E	G:E
5,0	211,77	87,39	646,47	51,42	2,01	2,42	105,15	43,39
7,5	208,91	110,25	626,76	45,60	2,24	1,89	93,19	49,18
10,0	206,90	130,01	613,14	41,88	2,42	1,59	85,54	53,76
12,5	205,35	147,75	602,78	39,20	2,57	1,39	80,04	57,59
15,0	204,09	164,03	594,45	37,14	2,69	1,24	75,82	60,93
17,5	203,04	179,18	587,49	35,48	2,80	1,13	72,41	63,90

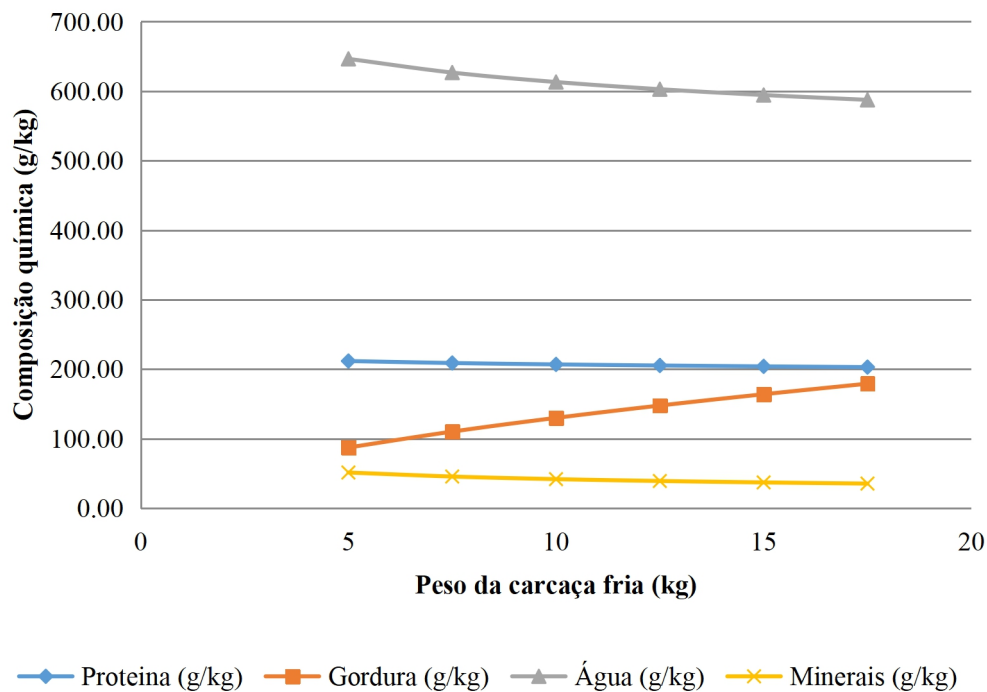


Figura 1. Composição química da carcaça fria em função do peso de carcaça fria de ovinos Santa Inês

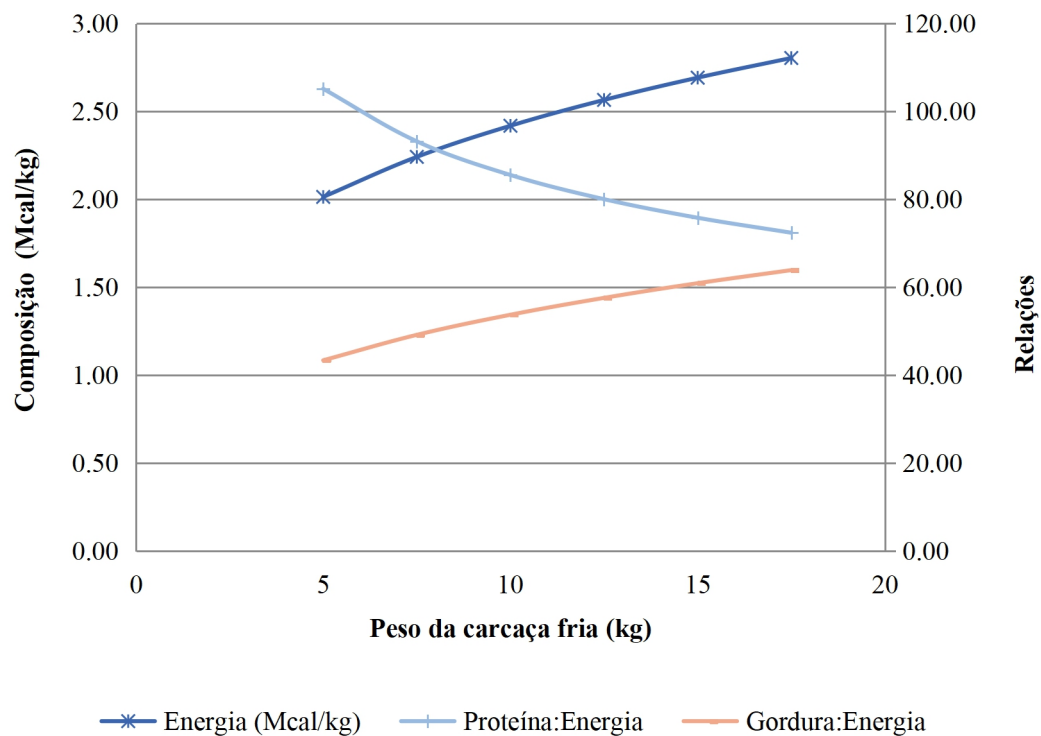


Figura 2. Composição energética e relações proteína:energia e gordura:energia em função do peso de carcaça fria de ovinos Santa Inês

As concentrações de proteína e cinza diminuíram de 211,77g/kg de PCF para 203,04 g/kg de PCF e de 51,42g/kg de PCF para 35,48 g/kg de PCF, respectivamente, à medida que o PCF aumentou de 5kg para 17,5 kg. Por outro lado, as concentrações de gordura e energia elevaram com o aumento do PCF, de 87,39g/kg de PCF para 179,18 g/kg de PCF e de 2,01 Mcal/kg de PCF para 2,80 Mcal/kg de PCF, respectivamente. Em relação aos componentes químicos (Tabela 10, Figura 1), as carcaças se comportaram do modo esperado, com o conteúdo de gordura aumentando à medida que o PCF aumentou. Conforme os animais vão ganhando peso e idade, a quantidade de gordura no corpo aumenta, e conseqüentemente, a quantidade de água diminui (RAJKUMAR et al., 2010; PÉREZ et al., 2012). Comportamento semelhante foi observado por Regadas Filho et al. (2013), em que a concentração de proteína diminuiu e as de gordura e energia aumentaram em função do aumento do peso de corpo vazio (médias de 7,92kg a 23,03 kg) de ovinos Santa Inês.

A relação entre as concentrações de proteína e gordura na carcaça, acima de 1, demonstra que os animais estavam em fase de crescimento, em que a maior parte da composição da carcaça foi decorrente do depósito de tecido muscular (OWENS et al, 1993, GOMES et al., 2021). Adicionalmente, verificou-se que a concentração energética na carcaça dos animais experimentais deveu-se a maior composição proteica, haja vista que a relação

proteína:energia foi maior que a relação gordura:energia (Tabela 10, Figura 2), o que permite inferir que a maturidade dos animais não tinha sido atingida.

Por meio da derivação das equações logaritmizadas do conteúdo na carcaça desses componentes em função do PCF (Tabela 9), obteve-se as equações para predição da composição do ganho de peso da carcaça fria (GPCF) em proteína, gordura, minerais, água (g depositados/kg de GPCF) e energia (Mcal depositada/kg de GPCF): Proteína = $216,0292 * GPCF^{-0,03361}$, Gordura = $54,65433 * GPCF^{0,57313}$, Minerais = $58,28896 * GPCF^{-0,29641}$, Água = $675,1932 * GPCF^{-0,07637}$ e Energia = $1,664212 * GPCF^{0,26415}$. Estas equações permitiram estimar a deposição de proteína, gordura, água, minerais, em grama, e energia (Mcal) por kg de GPCF (Tabela 11).

Tabela 11. Conteúdos de proteína, gordura, água, minerais e energia depositados por kg de ganho em peso de carcaça fria (PCF) de ovinos Santa Inês

PCF (kg)	Proteína (g/kg GPCF)	Gordura (g/kg GPCF)	Água (g/kg GPCF)	Minerais (g/kg GPCF)	Energia (Mcal/kg GPCF)
5	204,65	137,48	597,10	36,19	2,55
7,5	201,88	173,44	578,89	32,10	2,83
10	199,94	204,53	566,31	29,47	3,06
12,5	198,45	232,43	556,75	27,59	3,24
15	197,24	258,03	549,05	26,14	3,40
17,5	196,22	281,87	542,62	24,97	3,54

A composição de proteína, gordura, água, minerais e energia no GPCF apresentou comportamento semelhante à composição da carcaça fria (Tabela 10), ou seja, ocorreu uma leve redução da proteína, de 204,65 para 196,22 g/kg de GPCF, enquanto a energia aumentou 38,82% quando o PCF variou de 5kg para 17,5 kg; refletindo em aumento de gordura, que foi de 105,03%, ou seja, um pouco mais que o dobro da quantidade inicial. Estimou-se que a retenção de gordura (200,99 g/kg GPCF) ultrapassou a retenção de proteína (200,15 g/kg GPCF) quando a carcaça atingiu o peso de 9,7 kg.

5 CONCLUSÃO

A composição da carcaça de cordeiros Santa Inês em crescimento não é influenciada pela substituição total do milho pela mistura do resíduo da indústria de doces com o farelo de glúten de milho. Assim, nas condições do presente trabalho, milho moído pode ser substituído em até 100% pela mistura do resíduo da indústria de doces com o farelo de glúten de milho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICAB. Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas. Balas & Gomas: **Produção, Consumo Aparente, Exportação e Importação em Volume**. 2020. Disponível em: <http://clientes.focoimg.com.br/abicab/storage/app/public/editor/15918888235ee24bb72f99f.pdf>.

ABIMILHO. Associação Brasileira das Indústrias do milho. **Estatísticas**. 2020. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>.

ALVES, L. G. C. et al. Composição e qualidade da carcaça de ovinos com diferentes pesos corporais ao abate. **Boletim De Indústria Animal**, v. 77, p. 1-14. 2020.

ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.;SALIBA, E. O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011.

ARAÚJO, G.G.I. Alternativas alimentares para caprinos e ovinos no semiárido. In: PECNORDESTE-2003, 2004, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, 2003. p. 18.

ARC. Agricultural Research Council. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. Commonwealth Agricultural Bureaux. Londres, 1980.

BONAGURIO, S. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros Santa Inês puros e de seus mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 2387-2393, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. In: **Instrução Normativa Nº 3 de 17 de janeiro de 2000**. Brasília, 2000. Disponível em: < <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-3-de-17-01-2000,661.html> >. Acesso em 11 mai 2021.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Desenvolvimento Regional. **Bases para o plano nacional de desenvolvimento da Rota do Carneiro**. Brasília, 2017.

Disponível em: <
<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/publicacoes/Rota-do-Cordeiro-web.pdf>> Acesso em 11 mai 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 81, de 19 de dezembro de 2018**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade e os Procedimentos para uso na Alimentação Animal de Coprodutos da Indústria da Alimentação Humana e a Animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 dez. 2018. Disponível em: <
<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/12/2018&jornal=515&pagina=17>>. Acesso em 11 mai 2021.

BRASIL. Ministério da Economia. **Comex Vis: Principais produtos importados**. Brasília, 2019. Disponível em: <
<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/comex-vis/frame-ppi?ppi=1101>>. Acesso em 22 jan 2021.

BRINGEL, L. da M. L. et al. Consumo, digestibilidade e balanço de nitro-gênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 9, p. 1975-1983, 2011.

BRODERICK, G. A. et al. Effect on production of replacing dietary starch with sucrose in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 91. p. 4801-4810. 2008.

BRODERICK, G. A. Optimizing ruminant conversion of feed protein to human food protein. **Animal**, v. 12, n. 8, p. 1722-1734, 2018.

CARTAXO, F. Q. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos submetidos a duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40. p. 2220-2227. 2011.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. de. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. 2a ed. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007.

CHAMBERLAIN, D. G., ROBERTSON, S.; CHOUNG, J. J. Sugars versus starch as supplements to grass silage: effects on ruminal fermentation and the supply of microbial

protein to the small intestine, estimated from the urinary excretion of purine derivatives, in sheep. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 63. p. 189-194. 1993.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. INCT – Ciência animal. 1a ed. Viçosa - MG: Suprema Gráfica LTDA, 2012.

FURUSHO-GARCIA, I.F. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1591-1603, 2004.

GEORGANAS, A. et al. Bioactive compounds in food waste: A review on the transformation of food waste to animal feed. **Foods**, v. 9, p. 291. 2020.

GOMES, M. B. **Métodos indiretos na predição da composição da carcaça de ovinos Santa Inês em crescimento**. 2020. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

GOMES, M. B. et al. Prediction of carcass composition through measurements in vivo and measurements of the carcass of growing Santa Inês sheep. **PloS one**, v. 16, p. e0247950. 2021.

GONZAGA NETO, S. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1487-1495, 2006.

HALL, M. B.; HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p.2486–2493, 2001.

HONIG, A. C. et al. Influence of dietary energy concentration and body weight at slaughter on carcass tissue composition and beef cuts of modern type Fleckvieh (German Simmental) bulls. **Meat Science**, v. 169, p. 108209. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 42, p. 1-39, 2020.

INSA - INSTITUTO NACIONAL DO SEMI-ÁRIDO. **Sinopse dos estabelecimentos agropecuários do semiárido brasileiro**. 2018. Disponível em:<http://www.insa.gov.br>. Acesso em: 15 ago. 2020.

JOO, S. T. et al. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 95, n. 4, p. 828-836, 2013.

LEITE, B.Z., PAWLOWSKY, U. Waste minimization measures in a food industry located in the metropolitan area of Curitiba. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 10, p. 96–105. 2005.

MACEDO, V. P. et al. Composições tecidual equímica do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1860-1868. 2008.

MEDEIROS, G. R. de. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 718–727, 2009

MENEGHETTI, C. de C.; DOMINGUES, J. L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008.

MORAIS, J. S. **Mistura do resíduo da indústria de doce e farelo de glúten de milho na alimentação de cordeiros em crescimento**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2020.

MOTTET, A. et al. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. **Global Food Security**, v. 14, p. 1-8. 2017.

NEGUSSIE, F. et al. Effect of feeding regimes on measurements of carcass dimensional and proximate composition of Blackhead Ogaden sheep. **Open Access Library Journal**, v. 2, p. 1. 2015.

NRC, National Research Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**, Washington – DC: National Academies Press, 2007.

OBA, M.. Effects of feeding sugars on productivity of lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91, n. 1, p. 37-46, 2011.

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R.L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 20, 2013.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina: Técnicas de avaliação in vivo e na carcaça**. 2.ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3138-3150. 1993.

PÉREZ, P. et al. Meat quality and carcass characteristics of Merino Precoce suckling lambs raised under confinement in the Mediterranean semi-humid dryland of Central Chile. **Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura**, v. 39, p. 289-298. 2012.

PITOMBO, R. S. et al. Qualidade da carne de bovinos superprecoces terminados em confinamento. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1203-1207. 2013.

RAJKUMAR, V. et al. Effect of age on carcass characteristics and meat quality of Sirohi goat kids reared under semi-intensive and intensive management systems. **Indian Journal of Animal Science**, v. 80, p. 775-780. 2010.

REGADAS FILHO, J. G. L. et al. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1339-1346. 2011.

REGADAS FILHO, J. G. L. et al. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, p. 107-112. 2013.

RODRIGUES, J. L. et al. Effects of elevated concentrations of soybean molasses on feedlot performance and meat quality of lambs. **Livestock Science**, v. 240, p. 104-155. 2020.

ROSA, P. P. et al. Utilização de coprodutos industriais na alimentação de ruminantes: Revisão bibliográfica. **Revista Científica Rural**, v. 21, p. 387-407. 2019.

SALAMI, S. A. et al. Sustainability of feeding plant by-products: A review of the implications for ruminant meat production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 37-55. 2019.

SANTOS, F. A. Glúten de milho na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 79-100, 2004.

SANTOS, V. C. et al. Características de carcaça de cordeiros alimentados com grãos e subprodutos da canola. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, p. 389-395. 2009.

VALADARES FILHO, S. DE C. et al. **CQBAL 4.0. Tabela Brasileira de composição de alimentos para ruminantes**. UFV. 2019

VAN SOEST, P.J., **Nutritional ecology of the ruminants**, 2th ed. Cornell University Press, Ithaca. 1994.

VIANA, J. G. A.; DE MORAES, M. R. E.; DORNELES, J. P. Dinâmica das importações de carne ovina no Brasil: análise dos componentes temporais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 2223-2233, 2015.

WEISBJERG, M. R.; HVELPLUD, T.; BIBBY, B. M. Hydrolysis and fermentation rate of glucose, sucrose and lactose in the rumen. **Acta Agriculturae Scandinavica, Animal Science**. v. 48. p. 12-18. 1998.

WILKINSON, J.M. Re-defining efficiency of feed use by livestock. **Animal**, v. 5, p. 1014-1022. 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Hazards associated with animal feed Joint FAO/WHO expert meeting, FAO headquarters, Rome, Italy, 12-15 May 2015. In **Hazards associated with animal feed Joint FAO/WHO expert meeting**, 2019.

WU, G. et al. Amino Acid Nutrition in Animals: Protein Synthesis and Beyond. **Annual Review of Animal Biosciences**. v. 2, p. 387–417. 2014.

ZHAO, X. H. et al. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 501-509. 2011.