



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

FRANCISCO GLEYSON DA SILVEIRA ALVES

**NÍVEIS ENERGÉTICOS E PROTEICOS SOBRE O DESEMPENHO,
CRESCIMENTO E VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE OVINOS
SOMALIS BRASILEIRA EM CONFINAMENTO**

FORTALEZA

2019

FRANCISCO GLEYSON DA SILVEIRA ALVES

NÍVEIS ENERGÉTICOS E PROTEICOS SOBRE O DESEMPENHO, CRESCIMENTO E
VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA EM
CONFINAMENTO

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção de título de Doutor em Zootecnia.
Área de Concentração: Forragicultura

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Socorro de Souza Carneiro.

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

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

- A479n Alves, Francisco Gleyson da Silveira.
Níveis energéticos e proteicos sobre o desempenho, crescimento e viabilidade econômico-financeira de ovinos Somalis Brasileira em confinamento / Francisco Gleyson da Silveira Alves. – 2019.
98 f. : il.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Maria Socorro de Souza Carneiro.
Coorientação: Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério.
1. Classes sexuais. 2. Consumo de nutrientes. 3. Pequenos ruminantes. 4. Redução nutricional. I. Título.
CDD 636.08
-

FRANCISCO GLEYSON DA SILVEIRA ALVES

NÍVEIS ENERGÉTICOS E PROTEICOS SOBRE O DESEMPENHO, CRESCIMENTO E
VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA EM
CONFINAMENTO

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção de título de Doutor em Zootecnia.
Área de Concentração: Forragicultura.

Aprovada em: 29/07/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Elzânia Sales Pereira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Luiz Barreto de Moraes Neto
Integral Agroindustrial

Dr^a. Luciana Freitas Guedes
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Caprinos e Ovinos

Dr. Delano Sousa de Oliveira
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

A Deus por ter me dado forças para superar os obstáculos e a meus pais Antônia Maria da Silveira e Francisco Natanael Alves por sempre estarem comigo e por todo o amor que tem me dado. OFEREÇO!

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus pela saúde, sabedoria e força que me deu para conseguir seguir em frente e por ter guiado todos os meus passos.

À Universidade Federal do Ceará por ter me dado a oportunidade de realizar um curso superior e pela oportunidade de ingressar no curso de Doutorado em Zootecnia.

A CAPES pelo auxílio financeiro por meio da concessão da bolsa.

À professora e orientadora Maria Socorro de Souza Carneiro, por todo ensinamentos passados a mim, por todo apoio, conselhos, confiança e orientação. Obrigado por ter ajudado a trilhar meu caminho. Saiba que sou muito grato por ter você como orientadora, pois além de ser uma pessoa incrível é uma mulher forte e inspiradora. A senhora sabe o quanto me ajudou em todo o caminho percorrido. Sou muito grato a Deus por ter colocado a senhora no meu caminho.

Ao professor Marcos Cláudio por ter contribuído para a realização desse trabalho e por todo apoio que me deu durante a realização do experimento. Obrigado por todas as horas que parou para me ensinar, cada momento foi de grande aprendizagem.

A professora Elzânia Pereira por todos os ensinamentos passados a mim desde a graduação, por ter aceitado o convite em participar da banca e por todas as contribuições feitas para a melhora desse trabalho.

Ao Dr. Luiz Neto por ter aceitado o convite em participar da banca e por todas as contribuições para o engrandecimento desse trabalho.

A Dra. Luciana Guedes por toda ajuda desde o início do trabalho, por ter aceitado o convite para participar da banca e por todas as contribuições.

Ao Dr. Delano Oliveira por ter aceitado o convite em participar da banca e por todas as contribuições para a melhora desse trabalho. Por toda ajuda desde o dia que cheguei na Embrapa para conduzir o experimento.

À Embrapa Caprinos e Ovinos por ter permitido e dado suporte para a realização do experimento.

Ao Grupo Respirometria do Semiárido (GRESA) pelo apoio na execução do projeto.

A toda minha família por estar sempre ao meu lado, apoiando cada decisão que tomei, em especial a minha mãe Antônia Maria da Silveira, ao meu pai Francisco Natanael Alves e as minhas irmãs Geisiane Alves, Jaiane Alves e Deicivane Alves por estarem sempre

comigo mesmo quando estávamos distantes, por serem exemplos de como devemos ser e como devemos tratar as pessoas que estão ao nosso redor.

Ao Jorge Alcântara por ter tido muita paciência comigo durante todo esse percurso e por todos os conselhos que me deu. Por sempre me apoiar em cada passo e em cada decisão. Muito obrigado por estar presente na minha vida.

Aos meus queridos amigos Bruna Félix, Jaqueline Leles, Marina Pantaleão, Rafael Rodrigues, Raiza Silveira, Tafnes Bernardo, Érica Araújo, Walisson Silveira, Theyson Duarte, por fazerem parte da minha vida, por todos os momentos que vivemos juntos. Amo vocês, que nossa amizade seja eterna.

Aos companheiros de GRESA e EMBRAPA: Clésio Costa, Shirlenne Ferreira, Naysson Santos, Cimara Gonzaga, Luciana Guedes e Abdias Luz por todos os momentos que convivemos e pelas ajudas nas conduções dos experimentos. Em especial ao Clésio, sua ajuda e comprometimento foram de grande importância para obtenção dos resultados.

A todos que contribuíram de alguma maneira para que eu conseguisse realizar esse trabalho, a vocês meus sinceros agradecimentos.

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o consumo, o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, o balanço de compostos nitrogenados, os parâmetros ruminais e sanguíneos, a curva de crescimento e a viabilidade econômico-financeira de ovinos da raça Somalis Brasileira submetidos a dietas com diferentes níveis dietéticos em confinamento. Foram realizados quatro ensaios experimentais. No primeiro ensaio foi adotado um delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 3x2, sendo três relações de nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) (NDT:PB 422:70; 643:102 e 763:120) e dois sexos (12 macho inteiro (15,40±3,21 kg) e 12 fêmeas (14,86±2,50 kg)). Ovinos alimentados com dieta NDT:PB 422:70 apresentaram menor consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF), NDT, menor digestibilidade da MS, MO, PB e EE e menor nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF) e nitrogênio excretado (NEX). Houve interação para nitrogênio urinário (NU) e para as relações NR/NI, NU/NI e NEX/NI. Independentemente do sexo, os níveis dietéticos de energia e proteína influenciaram as variáveis avaliadas. No segundo ensaio, adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 3x2, sendo três dietas (NDT:PB 524:75; 668:81 e 781:95) e dois sexos (10 macho inteiro (26,68±5,79 kg) e 11 fêmeas (24,98±4,45 kg)). Maior consumo de MS, MO, PB, EE, componentes fibrosos, maiores valores de NI, NF e NR e maior consumo de proteína metabolizável foram observados para machos inteiros. Ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 apresentaram maiores digestibilidade de nutrientes, maior NI, NR, NF/NI, NR/NI, glicose e menores consumo de componentes fibrosos. Machos inteiros apresentaram maiores respostas e a maior relação NDT:PB proporcionou melhores resultados para as variáveis estudadas. No terceiro ensaio, adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2x2, sendo duas dietas (0 e 15% de redução nos valores de NDT e PB) e dois sexos (8 machos inteiros e 8 fêmeas). O ganho de peso médio diário e as relações do ganho médio diário com o consumo de matéria seca (CMS) não foram influenciadas pela classe sexual e nem pela dieta. Na primeira fase, as classes sexuais não influenciaram as variáveis analisadas, sendo que ovinos alimentados com a dieta com 15% de redução apresentaram maior eficiência alimentar (EA) e menor CMS. Na segunda fase, a dieta não influenciou as variáveis avaliadas. Os machos inteiros apresentaram maior peso vivo final, CMS e as fêmeas melhor EA. O peso à maturidade foi semelhante, entretanto a taxa de maturidade diferiu entre os sexos. A maior taxa de crescimento absoluto (TCA) foi observada para animais que receberam a dieta com 0% de redução, com ponto de

máxima próximo aos 90 dias para ambas as classes sexuais. Independentemente do sexo, a redução de 15% para NDT e PB afeta a taxa de maturidade e machos inteiros apresentaram maior TCA do que as fêmeas. No quarto ensaio foram realizadas quatro simulações de cenários produtivos considerando duas classes sexuais (8 machos ($15,75 \pm 2,25$ kg) e 8 fêmeas ($14,91 \pm 2,12$ kg)) e duas dietas (0 e 15% de redução nos níveis NDT e PB). Para ambos os sexos, a dieta com 15% de redução apresentou maior renda líquida, taxa de retorno, taxa interna de retorno, índice de lucratividade, taxa de rentabilidade e menor *pay back* quando comparada à dieta com 0% de redução. O aumento na favorabilidade do preço de venda torna a atividade viável. Independentemente da classe sexual, a redução de 15% de NDT e PB não afetou os índices econômicos e financeiros.

Palavras-chave: Classes sexuais. Consumo de nutrientes. Pequenos ruminantes. Redução nutricional

ABSTRACT

The objective in the present study was to evaluate the intake, nutrient digestibility coefficient, nitrogen compounds balance, ruminal and blood parameters, growth curve and economic-financial viability of Brazilian Somalis sheep submitted to diets with different dietary levels in confinement. Four experimental trials were performed. In the first trial a completely randomized design was adopted in a 3x2 factorial arrangement, with three ratios of total digestible nutrients (TDN) and crude protein (CP) (TDN:CP 422:70; 643:102 and 763:120) and two sexes (12 non-castrated male (15.40±3.21 kg) and 12 female (14.86±2.50 kg)). The sheep fed the diet TDN:CP 763:120 presented lower intake of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, ether extract (EE), total carbohydrates (TC), non-fibrous carbohydrates (NFC) and TDN, lower digestibility of MS. OM, CP AND EE, and lower ingested nitrogen (IN), fecal nitrogen (FN) and excreted nitrogen (EXN). A significant effect of the interaction was observed on urinary nitrogen (UN) and on the ratios RN/IN, UN/IN and EXN/IN. Regardless of the sex, dietary energy and protein levels influenced the variables evaluated. In the second trial, a completely randomized design was adopted in a 3x2 factorial arrangement, with three diets (TDN:CP 524:75; 668:81 and 781:95) and two sexes (10 non-castrated male (26.68±5.79 kg) and 11 female (24.98±4.45 kg)). Higher intakes of DM, OM, CP, EE and fibrous components, higher values of IN, FN and RN besides higher consumption of microbial protein were observed for non-castrated males. Sheep fed the TDN:CP diet 781:95 presented higher nutrient digestibility, higher IN, RN, FN/IN, RN/IN and glucose and lower intake of fibrous components. Non-castrated males showed higher responses and the higher TDN:CP ration provided better results for the studied variables. In the third trial, a completely randomized design was adopted in a 2x2 factorial arrangement, with two diets (0 and 15% of reduction in TDN and CP values) and two sexes (8 non-castrated male and 8 female). The average daily weight gain and the average daily gain and dry matter intake (DMI) ratios were not influenced by the sex or diet. In the first phase, the sex did not influence the analyzed variables, and sheep fed the diet with 15% of reduction presented higher feed efficiency (FE) and lower DMI. In the second phase, the diet did not influence the evaluated variables. Non-castrated males presented higher final live weight and DMI, whereas the females presented better FE. The weight at maturity was similar, however the maturity rate differed between the sexes. The highest absolute growth rate (AGR) was observed in the animals that were fed the diet with 0% of reduction, with maximum point close to 90 days for both sexes. Regardless of sex, the 15% reduction in TDN and CP affects the maturity rate and non-castrated males

presented higher AGR than females. In the fourth trial, four simulations of productive scenarios were performed considering two sex classes (8 non-castrated male (15.75 ± 2.25 kg) and 8 female (14.91 ± 2.12 kg)) and two diets (0 and 15% of reduction in TDN and CP levels). For both sexes, the diet with 15% of reduction presented higher net income, return rate, return internal rate, profitability index, profitability rate and lower pay back when compared to the diet with 0% of reduction. The increase in the favorability of the sale price makes the activity viable. Regardless of sexual class, the reduction of 15% in TDN and CP did not affect the economic-financial indexes.

Keywords: Nutrient intake. Nutritional reduction. Sexual classes. Small ruminants

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
2	CAPÍTULO I - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E BALANÇO DE NITROGÊNIO DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DIETÉTICOS	19
2.1	Introdução	19
2.2	Material e Métodos	21
2.3	Resultados e Discussão	25
2.4	Conclusão	33
3	CAPÍTULO II - OVINOS SOMALIS BRASILEIRA SUBMETIDOS A DIFERENTES RELAÇÕES DE ENERGIA E PROTEÍNA	34
3.1	Introdução	34
3.2	Material e Métodos	35
3.3	Resultados e Discussão	42
3.4	Conclusão	52
4	CAPÍTULO III - EFICIÊNCIA ALIMENTAR E CURVA DE CRESCIMENTO DE OVINOS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA SUBMETIDOS A DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS	53
4.1	Introdução	53
4.2	Material e Métodos	55
4.3	Resultados e Discussão	61
4.4	Conclusão	72
5	CAPÍTULO IV - VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE OVINOS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA	73
5.1	Introdução	73
5.2	Material e Métodos	74
5.3	Resultados e Discussão	77
5.4	Conclusão	86
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS	88
	APÊNDICE A - LISTA DE FIGURAS	98
	APÊNDICE B - LISTA DE TABELAS	99

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em regiões semiáridas, a criação de ovinos é realizada, principalmente, em sistemas extensivos ou semi-intensivos, levando a uma baixa produtividade em decorrência da sazonalidade na produção de forragem ao longo do ano. Diante disso, é importante que os produtores possam adotar técnicas alimentares para melhorar a produção. Dentre essas técnicas, o confinamento merece destaque por melhorar o desempenho e reduzir idade ao abate dos animais, garantindo um rápido retorno econômico (SILVA et al., 2010; SCAPINO et al., 2014).

A raça Somalis Brasileira é utilizada nos sistemas de produção devido a sua rusticidade, boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas das regiões semiáridas, boa estrutura corporal, baixos índices de mortalidade, alta precocidade e boa conformação de carcaça (COSTA, 2007; CARNEIRO et al., 2010). Sua principal característica é acumular gordura na garupa, quando a alimentação é favorável, para ser usada com estratégia energética durante a escassez de alimentos (SOUSA et al., 2015). Entretanto, ainda são escassos na literatura estudos com animais dessa raça, sendo que os trabalhos que existem, na sua maioria, são com animais oriundos de cruzamentos com outras raças para a produção de carne (MCMANUS et al., 2010).

Até o momento nenhuma tabela de requisitos nutricionais de pequenos ruminantes criados no Brasil foi publicada. Assim, as formulações dietéticas são baseadas nas recomendações de sistemas internacionais, sendo o *National Research Council* (NRC) um dos mais adotados. No entanto, esse sistema foi desenvolvido a partir de dados oriundos de cadeias produtivas onde os alimentos e o padrão genético dos animais é diferente daqueles utilizados nos sistemas produtivos brasileiros. Para Leite (2002), a diferença de peso e o estresse em decorrência da diferença climática entre os países de clima temperado e os de clima tropical colaboram para a baixa precisão da adoção dessas tabelas internacionais. Outros fatores como raça, estágio fisiológico, espécie e nível nutricional também influenciam as exigências nutricionais dos animais (RESENDE et al., 2008).

A adoção de um manejo adequado dentro do sistema de produção, principalmente nos fatores relacionados com a nutrição, permite maior eficiência produtiva e econômica da atividade. Portanto, é importante que as dietas oferecidas aos animais apresentem adequados níveis de energia e proteína, maximizando o desempenho dos animais. Assim, o conhecimento da ingestão dos nutrientes é de extrema importância, pois influenciará na disponibilidade de nutrientes a ser utilizado para o crescimento e produção dos animais. Para

isso, a ocorrência de fatores que possam comprometer a precisão na predição de consumo de matéria seca (fatores relativos ao animal, ambiente, dietas e manejo) deve ser considerada, garantindo que as necessidades nutricionais dos animais sejam atendidas (MERTENS, 1994; MCMENIMAN et al., 2009).

De acordo com Almeida (2013), para que a quantidade de nutrientes seja fornecida em quantidade adequada é interessante conhecer a composição do alimento, que irá influenciar o aproveitamento dos mesmos, bem como a necessidade diária dos nutrientes pelo animal. À medida que as exigências nutricionais não são ajustadas para as características de cada espécie, categoria, sexo e estado fisiológico dos animais ou nível de produção, o desempenho animal pode ser comprometido (GUIM; SANTOS, 2008).

As estimativas do consumo de matéria seca e de nutrientes são extremamente importantes para que a eficiência alimentar possa ser melhorada, aumentando a eficiência de utilização dos nutrientes. Para Fontenele et al (2011), o consumo de matéria seca apresenta-se como um fator de relevância no desempenho animal. De acordo com Mertens (1994), o consumo de alimentos é controlado por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos.

Na determinação do consumo é necessário considerar as limitações relacionadas aos animais, aos alimentos utilizados e às condições de alimentação. Em dietas com alto teor de fibra, portanto baixa densidade energética, os ruminantes consomem até que a distensão do rúmen, causada pelo peso e volume da digesta, aconteça ocasionando o enchimento ruminal e redução do consumo (ALLEN, 2000). Já em dietas com alta densidade energética e baixo teor de fibra, o consumo é limitado pela demanda de energia, ou seja, o consumo máximo seria aquele em que a demanda de energia foi atingida (OLIVEIRA et al., 2017).

Atrelado ao consumo, a digestibilidade dos nutrientes também exerce papel importante no processo produtivo, pois é a partir desse parâmetro que é possível conhecer a quantidade de nutrientes absorvidos pelos animais (MERTENS, 1994). De acordo com Silva e Leão (1979), a digestibilidade é uma característica do alimento e indica a porcentagem de utilização de cada nutriente. A interação entre fatores químicos (produção e excreção de enzimas) e físicos (mastigação, deglutição e motilidade da digesta) resultam na degradação e digestão dos nutrientes em compostos simples, resultando na disponibilidade dos nutrientes para os animais (VAN SOEST, 1994).

O aumento da concentração de componentes de baixa digestibilidade, principalmente lignina, na dieta pode limitar o acesso das enzimas digestivas à partícula do alimento, devido a formação de uma barreira física que dificulta o acesso dos microrganismos ruminais (MOORE; JUNG, 2001).

A relação volumoso: concentrado também pode afetar a digestibilidade, principalmente dos componentes fibrosos. Com o aumento da proporção de concentrado na dieta há uma maior quantidade de carboidratos de rápida degradação, conseqüentemente, maior será a produção de ácidos graxos voláteis. A maior concentração desses ácidos reduz o pH ruminal e, por conseqüente, a degradação dos componentes fibrosos, pois as bactérias que degradam fibra não toleram pH baixo (VAN SOEST, 1994; SILVA, 2011).

Em um sistema produtivo, o consumo juntamente com a digestibilidade afeta a resposta produtiva dos animais. Logo, os fatores que afetam a digestibilidade e o consumo devem ser compreendidos para que a utilização dos nutrientes pelos animais seja maximizada e a ocorrência de problemas metabólicos seja minimizada.

A classe sexual é um dos fatores que pode influenciar o consumo de matéria seca, e, conseqüentemente, o desempenho dos animais, já que animais machos apresentam maior exigência nutricional. Além do mais, a produção de hormônios, como a testosterona, influencia a hipertrofia muscular devido a maior capacidade de síntese de proteína. Esse hormônio é responsável pela multiplicação das células satélites localizadas na fibra muscular. De acordo com Dayton e Waith (2008), animais machos possuem maior quantidade de fibra muscular pós-natal do que as fêmeas, logo apresentam maior peso corporal. Apesar de fêmeas apresentarem rápida deposição de gordura e menor desempenho, essas podem ser utilizadas para a reposição de matrizes do rebanho.

Com a criação de animais em confinamento é comum a adoção de dietas com alto concentrado, o que pode aumentar a ocorrência de doenças metabólicas prejudicando a produção e os lucros do sistema produtivo (ROGÉRIO et al., 2018). A partir do exame do perfil metabólico sanguíneo é possível monitorar a saúde e o *status* nutricional dos animais (GRESSLER et al., 2015).

O conhecimento da composição bioquímica do sangue permite avaliar a ocorrência de transtornos no funcionamento dos órgãos, problemas metabólicos de origem nutricional e a adaptação dos animais quando colocados em desafios fisiológicos e nutricionais (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2018). De acordo com González e Silva (2006), os principais indicadores do metabolismo energético são a glicose, colesterol e beta-hidroxibutirato. Já os principais indicadores do metabolismo proteico são as proteínas totais, ureia e albumina.

Outro parâmetro importante a ser avaliado em animais alimentados com dietas com alto concentrado é o pH ruminal juntamente ao nitrogênio amoniacal (N-NH₃), uma vez que ambos são indicativos de eficiência de uso dos alimentos pelos animais e da saúde do ambiente ruminal, podendo ser influenciados pela dieta (FURTADO et al., 2014).

Dietas com grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis proporcionam a liberação de maiores quantidades de ácidos graxos, que em elevadas concentrações provocam a diminuição do pH ruminal. Essa redução afeta a população de bactérias ruminais e as funções fisiológicas do rúmen (NAGAJARA; TITGEMEYER, 2007). Quando o pH cai para valores abaixo de 6,0 o crescimento de bactérias fibrolíticas é reduzido, enquanto o crescimento de bactérias amilolíticas é favorecido (KOZLOSKI, 2011).

Grande parte do nitrogênio ingerido pelos animais é convertido em amônia pelas bactérias presente no rúmen e a maior parte do nitrogênio bacteriano é oriundo da amônia (KOZLOSKI, 2011). Para esse autor, a presença desse nitrogênio é importante para o crescimento da microbiota ruminal, pois as bactérias o utilizam para a síntese de suas proteínas.

A amônia que não é utilizada pelas bactérias pode ser absorvida pela parede ruminal por difusão e transportada para o fígado, onde é convertida em ureia. A ureia pode ser eliminada pela urina ou retornar ao rúmen por meio da secreção da saliva ou absorção pelo epitélio ruminal (RIBEIRO et al., 2014).

As bactérias realizam a fixação do $N-NH_3$ com os esqueletos de carbonos oriundos da fermentação dos carboidratos para a formação de proteína microbiana. Essa fixação é feita pelas enzimas glutamato desidrogenase e glutamina sintetase, onde em altas concentrações de $N-NH_3$ há predominância da primeira enzima e em baixas concentrações prevalece a segunda enzima (KOZLOSKI, 2011).

Um dos principais entraves da criação de pequenos ruminantes em sistemas de confinamento é o elevado custo de produção, principalmente quando é adotado dietas com altas quantidades de concentrado. De acordo com Guiducci et al. (2012), não é apenas os gastos com a alimentação que encarecem os sistemas de confinamento, pois fatores como manutenção, sanidade, depreciação e mão de obra contribuem para custos elevados.

Diante disso, é importante que se busque estratégias nutricionais que possibilitem bom ganho de peso dos animais e ao mesmo tempo reduza os custos de produção. Oliveira (2017) e Santos (2018), relataram que a redução de 15% nos teores de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta de dietas oferecida a ovinos deslanados é uma prática economicamente viável para sistemas de terminação em confinamento.

A partir do estudo de viabilidade econômico-financeira é possível conhecer as causas de prejuízos ou de lucros, pois o produtor passa a entender os resultados financeiros que foram obtidos em um determinado período, norteando as decisões a serem tomadas no planejamento das futuras atividades do sistema produtivo (GUIDUCCI et al., 2012).

É importante ressaltar que é necessário avaliar dietas que venham a maximizar a eficiência de uso dos nutrientes por cordeiros em regiões tropicais contribuindo para a indicação do plano dietético mais adequado para a produção de cordeiros criados em sistema de confinamento nessas regiões. Assim, a hipótese testada no presente é que diferentes níveis de energia e proteína afetam o consumo, o aproveitamento de nutrientes, o crescimento e a viabilidade econômico-financeira de ovinos da raça Somalis Brasileira criados em confinamento.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o consumo, o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, o balanço de compostos nitrogenados, os parâmetros ruminais e sanguíneos, a curva de crescimento e a viabilidade econômico-financeira de ovinos da raça Somalis Brasileira submetidos a dietas com diferentes níveis energéticos e proteicos em confinamento.

2 CAPÍTULO I - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E BALANÇO DE NITROGÊNIO DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DIETÉTICOS

2.1 Introdução

No Brasil, as formulações das dietas são baseadas nas recomendações de sistemas internacionais de avaliação de alimentos e exigências nutricionais, principalmente o *National Research Council* (NRC). No entanto, esse sistema foi desenvolvido com uma base de dados oriunda de animais criados em países de clima temperado e podem não expressar as exigências dos animais criados em clima tropical, já que as exigências são influenciadas por fatores como condições edafoclimáticas, raça, espécies, entre outros (RESENDE et al., 2008).

Nos sistemas de produção é de suma importância que se conheça a ingestão de matéria seca pelos animais, pois há uma grande relação desta com a ingestão de outros componentes importantes, principalmente energia e proteína, que influenciarão no crescimento e ganho dos animais (CARVALHO et al., 2014). Juntamente com o consumo, a digestibilidade dos nutrientes apresenta importante papel no desempenho dos animais, pois indica a porcentagem de utilização de cada nutriente (SILVA; LEÃO, 1979).

Vale ressaltar que dietas com maiores quantidades de volumosos tendem a limitar o consumo de matéria seca devido ao maior teor de fibra presente, além de possuírem menores teores de nutrientes. Já dietas com maiores proporções de concentrados possibilitam maiores ingestão e digestão dos nutrientes, entretanto há maiores riscos de distúrbios metabólicos (CARVALHO et al., 2014; ROGÉRIO et al., 2018).

Assim, é de grande importância que sejam realizados pesquisas com o intuito de estudar a nutrição de animais criados em países de clima tropical. A raça Somalis Brasileira merece destaque por apresentar boa adaptabilidade às condições semiáridas e boa produção de carne tanto em sistemas extensivos como semi-intensivos (PAIVA et al., 2011). Entretanto, ainda há poucas informações a respeito da raça e muitos dos estudos são voltados para animais oriundos de cruzamentos de Somalis Brasileira com outras raças (MCMANUS et al., 2010).

Uma forma de avaliar o metabolismo de proteína pelo animal é por meio da mensuração do balanço de nitrogênio, pois este representa o saldo líquido do nitrogênio retido após a quantificação de nitrogênio excretado via fezes e urina, indicando se há perdas ou ganhos de proteína pelos animais, sendo importante para mensuração da eficiência de uso do nitrogênio pelos ruminantes (ZEOULA et al., 2003; GENTIL et al., 2007).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência de diferentes dietas sobre o consumo, coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e o balanço de nitrogênio em machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira na fase de crescimento em sistema de confinamento.

2.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral - CE, a 3° 41''S e 40° 20''W. O clima da região é do tipo BSh”, segundo a classificação de Köppen. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos sob o protocolo de número 001/2017.

Foram utilizados 24 animais, sendo 12 machos inteiros (15,40±3,21 kg) e 12 fêmeas (14,86±2,50 kg), com quatro meses de idade. Adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 3x2, sendo três relações de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta (422:70; 643:102 e 763:120) e dois sexos (macho inteiro e fêmea), com quatro repetições. As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2007), prevendo maturidade precoce para animais com 20 kg de peso corporal e ganho médio diário de 200 g dia⁻¹. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia: às 8h00min e às 16h00min, permitindo-se até 5% de sobras.

O período experimental foi de 180 dias, sendo que o período de adaptação foi de 14 dias. Após o período de adaptação, os ovinos foram levados para passagem nas câmaras respirométricas para determinação da produção de gases (RODRIGUEZ et al., 2007). As coletas de amostra dos alimentos, fezes, sobras e urinas aconteceram durante cinco dias consecutivos, após a saída dos animais das câmaras respirométricas. As amostras de alimentos, fezes e sobras, após pesadas, foram homogeneizadas e retiradas uma alíquota de 20% e armazenada em freezer a -10 °C para posterior análise. Para coleta da urina as gaiolas foram adaptadas com tela que facilitava a separação das fezes e urina, sendo essa coletada em bandejas plásticas que ficavam abaixo da gaiola, dentro da bandeja foi adicionado diariamente 100 ml de ácido clorídrico (HCl 2N), para evitar perdas por de nitrogênio por volatilização. No dia seguinte foi aferido o volume e o peso da urina, sendo então coletados 20% do total de urina produzida e armazenado em garrafas plásticas e congeladas a -10 °C.

As amostras de alimentos, fezes e sobras foram descongeladas e pré-secas em estufa de 55 °C com ventilação forçada de ar, até atingir peso constante. Após esse procedimento, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey em peneira de 1 mm.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará. Para determinação da composição química foi adotado a metodologia descrita no AOAC (2005) para matéria seca (MS; método n° 930.15), matéria mineral (MM; método n° 924.05), proteína bruta (PB; método n° 984.13), extrato etéreo (EE;

método n° 920.39). A matéria orgânica foi obtida pela fórmula: $100 - MM$. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos através da metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

A determinação da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN: método INCT-CA N-004/1) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA: método INCT-CA N-005/1) e as correções da FDN para cinzas e proteína (FDN_{cp}) foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

Para o cálculo de carboidratos totais (CT) utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE)$. Para determinação dos carboidratos não fibrosos (CNF) adotou-se a equação proposta por Weiss (1993): $CNF (\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%MM)$. O conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido a partir da equação proposta por Sniffen et al. (1992): $NDT = PB_{digestível} + (EE_{digestível} * 2,25) + CT_{digestível}$. A composição química dos ingredientes encontra-se na tabela 1. A composição química e centesimal das dietas encontra-se na tabela 2.

Tabela 1 - Composição química (g kgMS⁻¹) dos ingredientes

	Feno de capim elefante	Feno capim- tifton 85	Milho	Farelo de soja	Óleo
Composição química (g kg MS ⁻¹)					
Matéria seca	930,20	936,80	938,60	942,20	1000,00
Matéria mineral	63,80	40,00	13,30	62,70	-
Matéria orgânica	936,20	960,00	986,70	937,30	-
Extrato etéreo	12,10	20,20	31,80	14,00	996,00
Proteína bruta	55,30	75,50	90,80	476,50	-
Fibra em detergente neutro	796,00	780,00	169,80	145,10	-
Fibra em detergente ácido	558,10	377,40	36,40	73,70	-
PIDN ²	38,00	81,20	12,20	25,30	-
PIDA ³	37,90	38,90	31,10	75,60	-
Carboidratos totais	868,80	864,30	864,10	446,80	-
Carboidratos não fibrosos	110,80	165,50	706,50	327,00	-
Nutrientes digestíveis totais	407,59	427,15	836,71	774,04	1840,00

¹FDN_{cp}:fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína bruta; ²PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; ³PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido.

Tabela 2 - Composição centesimal (% na MS) e química (g kg MS⁻¹) das dietas experimentais

Ingredientes % da MS	Composição centesimal		
	Dietas		
	422:70	643:102	763:120
Feno de Capim-tifton 85	74,15	60,09	28,08
Feno de capim-elefante	25,85	-	-
Milho	-	27,73	56,31
Farelo de Soja	-	6,55	10,05
Óleo	-	5,63	5,11
Calcário	-	-	0,45
Total	100,00	100,00	100,00
Relação volumoso: concentrado	100:0	60:40	28:72
	Composição química		
Matéria Seca	935,09	941,21	941,87
Matéria mineral	46,15	31,83	25,02
Matéria orgânica	953,85	968,17	974,98
Extrato etéreo	18,11	77,95	75,88
Proteína bruta	70,28	101,76	120,22
Fibra em detergente neutro	784,14	525,29	329,22
FDNcp ¹	713,34	492,28	311,83
Fibra em detergente ácido	424,11	241,70	133,88
PIDN ²	70,03	53,83	32,21
PIDA ³	38,64	36,95	36,03
Carboidratos totais	865,46	788,24	774,17
Carboidratos não fibrosos	151,36	316,78	477,17
Nutrientes digestíveis totais	422,09	642,98	762,91

¹FDNcp:fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína bruta; ²PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; ³PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido.

Após as análises laboratoriais foi determinado o consumo de MS e dos nutrientes pela diferença entre a quantidade da fração presente no alimento oferecido e a quantidade da fração presente nas sobras. Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes foram determinados pela equação proposta por Silva e Leão (1979):

$$\text{Digestibilidade (\%)} = \frac{\text{kg da fração ingerida} - \text{kg da fração excretada}}{\text{kg da fração ingerida}} \times 100$$

Para a avaliação dos compostos nitrogenados, a urina foi descongelada e submetida à análise de determinação de nitrogênio urinário por meio do método semi-micro Kjeldahl. Foram quantificados os valores de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio urinário (NU). A partir dos resultados foram estimados os valores nitrogênio retido (NR), nitrogênio excretado (NEX) e as relações NF/NI, NU/NI, NEX/NI e NR/NI. O teor de NR (g de N dia⁻¹) foi obtido pela equação proposta por Decandia et al. (2000): $NR = NI - (NF + NU)$.

Os dados foram submetidos a testes de normalidade para atestar as prerrogativas básicas de análise de variância. Os dados foram analisados por meio do procedimento GLM do programa estatístico SAS® (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, CODY 2015), usando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + R_j + (S \times R)_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente do experimento medida no animal ou na unidade experimental "k", do sexo "i" e relação dietética "j"; μ é a constante geral; S_i é o efeito sexo "i"; R_j é o efeito da relação dietética "j"; $S \times R_{ij}$ é o efeito da interação entre sexo "i" e efeito da relação dietética "j"; e ϵ_{ijk} é o efeito do erro aleatório. As médias foram obtidas pelo comando LSMEANS com ajuste para o teste Tukey, sendo considerados diferentes quando $P < 0,05$.

2.3 Resultados e Discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os fatores avaliados para nenhuma das variáveis do consumo, à exceção do consumo de FDA. Não houve efeito de sexo ($P < 0,05$) para nenhuma variável avaliada. As dietas influenciaram ($P < 0,05$) todas as variáveis do consumo.

Para o consumo de matéria seca (CMS; g dia^{-1} , $\text{g kg}^{0,75} \text{ dia}^{-1}$ e g kg PC) observou-se menor consumo para os ovinos que receberam a dieta contendo relação NDT:PB (NDT:PB) 422:70, enquanto animais alimentados com as outras duas dietas apresentaram resultados semelhantes (Tabela 3). O menor CMS para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 422:70 se deve ao alto teor de fibra, principalmente FDN, presente na dieta (Tabela 2), que proporcionou redução no consumo em decorrência do enchimento do rúmen, provocando a saciedade do animal (MERTENS, 1994).

Por outro lado, o aumento na quantidade de concentrado na dieta pode favorecer a taxa de passagem e, conseqüentemente, aumentar o CMS (MCMENIMAN et al., 2009). O que justifica o maior consumo apresentado por ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 e NDT:PB 643:102. É importante salientar que o CMS observado no presente estudo foi inferior aos 830 g dia^{-1} preconizado pelo NRC (2007) para animais precoce com 20 kg de peso corporal, quatro meses de idade e ganho de peso médio diário de 200 g dia^{-1} .

Santos (2018) avaliando ovinos sem padrão racial definido, alimentados com dietas formuladas de acordo com o NRC (2007) com e sem restrição de nutrientes, também encontrou CMS inferior ao preconizado pelo NRC (2007). Demonstrando que animais criados em clima tropical apresentam consumo de matéria seca inferior ao recomendado pelo NRC (2007), devido ao fato de que o grupamento genético e o tipo de alimentação utilizada nos sistemas de criação nos países de clima temperado são diferentes dos adotados nos sistemas de produção de países de clima tropical.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	422:70	643:102	763:120		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
g dia ⁻¹									
CMS	340,65	337,39	228,39b	359,15a	429,52a	61,78	0,8983	<0,0001	0,9981
CMO	332,91	330,15	217,53b	359,06a	417,99a	63,1	0,9159	<0,0001	0,9822
CPB	35,16	34,85	16,88c	37,50b	50,65a	6,82	0,9142	<0,0001	0,994
CEE	14,02	13,02	3,80c	16,50b	21,54a	2,87	0,9073	<0,0001	0,9984
CFDN	202,99	198,01	178,96b	237,83a	184,73b	37,37	0,7474	0,0099	0,9774
CCT	276,64	271,09	196,73b	290,17a	337,70a	49,39	0,8623	<0,0001	0,9998
CCNF	101,19	99,01	35,97c	87,08b	177,26a	19,45	0,7874	<0,0001	0,9896
CNDT	341,78	338,84	221,26b	363,84a	435,85a	62,2	0,9091	<0,0001	0,9998
g kg ^{0,75} dia ⁻¹									
CMS	45,02	43,52	30,94b	48,40a	53,46a	5,24	0,4914	<0,0001	0,1913
CFDN	26,63	26,21	24,24b	32,02a	22,99b	3,59	0,7759	0,0002	0,2423
g kg ⁻¹ PC									
CMS	23,09	22,02	15,94b	24,91a	26,81a	2,95	0,3895	<0,0001	0,0946
CFDN	13,68	13,31	12,53b	16,47a	11,53b	1,97	0,6453	0,0002	0,1098

M: macho inteiro; F: fêmea; CMS: consumo de matéria seca; CMO: consumo de matéria orgânica; CPB: consumo de proteína bruta; CEE: consumo de extrato etéreo; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; CCT: consumo de carboidratos totais; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais; PC: peso corporal. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas (comparando as dietas) diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,05. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

O comportamento do consumo de matéria orgânica (CMO), carboidratos totais (CCT) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) foi semelhante ao comportamento do CMS, sendo encontrado menor consumo para os ovinos que receberam a dieta contendo relação NDT:PB (NDT:PB) 422:70, enquanto animais alimentados com as outras duas dietas apresentaram resultados semelhantes (Tabela 3).

O baixo CMS dos ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 422:70 ocasionou o menor CMO, já que o CMS está diretamente relacionado com a ingestão dos nutrientes. O maior CPB e CEE encontrado para ovinos alimentados com as dietas NDT:PB 763:120 e NDT:PB 643:102 se deve ao maior teor de PB e EE nas referidas dietas e ao maior CMS apresentado por esses animais.

O maior CNDT para os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 se deve a maior proporção desses nutrientes na dieta, quando comparado com as outras dietas, principalmente devido à baixa concentração de fibra. É importante ressaltar que o CNDT foi inferior ao preconizado pelo NRC (2007), que para animais precoces com quatro meses de idade e com ganho médio de 200 g dia⁻¹ é de 666 g dia⁻¹.

Maior consumo de proteína bruta (CPB) foi observado para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 e menor para os que receberam a dieta NDT:PB 422:70 (Tabela 3). O maior CPB para animais alimentados com dieta NDT:PB 763:120 está relacionado ao fato de que a referida dieta apresentava maior concentração de PB na sua composição (Tabela 2). Apesar da redução no CPB ser um fator limitante para o desempenho animal, por limitar a taxa de crescimento, a redução nos teores de PB na dieta não afetou o consumo dos animais no presente estudo. Vale ressaltar que o CPB foi inferior ao valor de 101 g dia⁻¹ preconizado pelo NRC (2007) para animais precoces com 20 kg de peso corporal, quatro meses de idade e ganho de peso médio diário de 200 g dia⁻¹.

O maior consumo de extrato etéreo (CEE) foi encontrado para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 (Tabela 3). Essa resposta deve-se ao maior teor de EE na referida dieta atrelada ao maior CMS apresentado por esses ovinos. O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) apresentou o mesmo comportamento do CEE, onde ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 apresentaram maior consumo (Tabela 3), isso se deve ao maior teor de CNF na referida dieta (Tabela 2). Os CNF disponibilizam maiores quantidades de energia para o crescimento da microbiota ruminal devido a sua rápida fermentação, o que possibilita maior adesão às partículas em menor tempo de colonização, melhorando a digestibilidade do alimento (VAN SOEST, 1994).

O consumo de fibra em detergente neutro (CFDN; g dia⁻¹, g kg^{0,75} dia⁻¹ e g kg PC) foi maior consumo para os ovinos que receberam a dieta NDT:PB 643:102, enquanto os ovinos que receberam as outras duas dietas apresentaram valores semelhantes (Tabela 3). O maior CFDN apresentado por ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 643:102 pode ser explicado pelo maior teor de FDN na referida dieta quando comparado com a dieta de maior relação NDT:PB (Tabela 2). Além do mais, esses animais apresentaram CMS superior aos animais alimentados com a dieta de menor relação NDT:PB (Tabela 3).

Era esperado que os ovinos que receberam a dieta NDT:PB 422:70 apresentassem um maior consumo dos componentes fibrosos devido à maior proporção nessa dieta. Entretanto, a maior participação dos componentes fibrosos na referida dieta proporcionou menor CMS, favorecendo a redução no consumo desses nutrientes.

A menor proporção de fibra em dietas com baixa relação volumoso: concentrado, como é o caso da dieta NDT:PB 763:120 (Tabela 2), pode ser prejudicial a saúde ruminal devido a baixa ingestão de fibra dietética, podendo favorecer o aparecimento de doenças metabólicas (ROGÉRIO et al., 2018). Fato que foi observado no presente estudo, onde animais alimentados com esse tipo de dieta apresentaram sinais subclínicos de acidose ruminal.

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) entre sexo e dieta para as variáveis do coeficiente de digestibilidade. O sexo não apresentou efeito ($P>0,05$) em nenhuma das variáveis de coeficiente de digestibilidade avaliada. As dietas influenciaram ($P<0,05$) apenas o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e extrato etéreo (CDEE) (Tabela 4).

Maiores CDMS e CDMO foram observados para ovinos alimentados com a dieta com NDT:PB 643:102, enquanto ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 apresentaram valores semelhantes as outras duas dietas (Tabela 4). O menor CDMS para animais alimentados com a dieta NDT:PB 422:70 pode ser explicado pelo alto teor de fibra dessa dieta, bem como pelo menor CMS apresentado por esses animais. Al-Arif et al. (2017), afirmaram que a CDMO pode ser usada para medir a energia disponível da dieta, já que representa a proporção de nutrientes, exceto cinzas, que foi aparentemente digerido no trato digestivo dos animais.

O CDPB foi menor para os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 422:70, enquanto ovinos alimentados com as dietas NDT:PB 763:120 apresentaram maiores valores semelhantes (Tabela 4). A maior proporção de PB nas dietas NDT:PB 763:120 pode ter proporcionado a maior digestibilidade da PB para os ovinos alimentados com essas dietas. De acordo com o NRC (2007), dietas que apresentam maiores quantidades de PB tendem a ter maior digestibilidade. Ademais, a referida dieta apresentava menor valor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) do que a dieta NDT:PB 422:70 (Tabela 2). O PIDN representa a proteína complexada junto à parede celular, prejudicando o aproveitamento desse nutriente pelo animal (BRINGEL et al., 2011).

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável (%)	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	422:70	643:102	763:120		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
CDMS	71,36	71,37	69,79b	72,68a	71,91ab	1,94	0,8088	0,0221	0,9184
CDMO	73,64	73,87	72,10b	75,27a	73,90ab	1,88	0,7591	0,0122	0,7136
CDPB	73,04	73,52	67,61c	78,67a	73,57b	2,27	0,6066	<0,0001	0,7776
CDEE	81,1	80,72	78,80b	80,98ab	82,96a	2,37	0,6987	0,0092	0,1971
CDFDN	51,52	51,34	51,75	51,65	50,91	3,85	0,9109	0,8965	0,6881
CDCNF	77,52	78,92	78,03	76,46	80,17	3,8	0,3801	0,1751	0,1965
CDCT	72,9	72,78	71,56	73,56	73,41	1,94	0,8774	0,1005	0,9761

M: macho inteiro; F: fêmea; CDMS: coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO: coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB: coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEE: coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDFDN: coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro; CDCNF: coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; CDCT: coeficiente de digestibilidade de carboidratos totais. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas (comparando as dietas) diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

O maior CDEE foi encontrado em ovinos que receberam a dieta NDT:PB 763:120 (Tabela 4). Uma das principais características de dietas prevendo maturidade precoce é a alta densidade energética, favorecendo o CEE e, conseqüentemente, elevando o CDEE. Entretanto, o aumento na oferta de lipídios pode dificultar o ataque microbiano à fibra dietética devido a uma cobertura física imposta pela gordura (JENKINS; MCGUIRE 2006), o que pode interferir na fermentação ruminal e reduzir a digestibilidade dos nutrientes (PEREIRA et al., 2016a). Pereira et al. (2018) trabalhando com ovinos deslanados não encontraram diferença na digestibilidade do extrato etéreo entre as classes sexuais avaliadas (machos inteiros (59%), machos castrados (61%) e fêmeas (62%)).

Houve efeito de interação entre sexo e dieta ($P < 0,05$) para as variáveis nitrogênio urinário (NU), relação NR/NI, relação NU/NI e relação nitrogênio excretado (NEX)/NI O nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio excretado (NEX) e nitrogênio retido (NR) foram influenciados pelas dietas ($P < 0,05$). A relação NF/NI não sofreu efeito de sexo, dieta e nem da interação entre sexo e dieta. Não houve efeito do sexo ($P > 0,05$) para nenhuma variável do balanço de nitrogênio.

Os menores valores para o NI, NF e NEX foram encontrados para os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 422:70 e os maiores para os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 (Tabela 5).

Tabela 5 - Balanço de compostos nitrogenados em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	422:70	643:102	763:120		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
NI (g dia ⁻¹)	5,59	6,01	1,54c	6,38b	9,48a	1,00	0,3274	<0,0001	0,6282
NF (g dia ⁻¹)	1,78	2,03	0,43c	1,94b	3,35a	0,48	0,242	<0,0001	0,3623
NEX (g dia ⁻¹)	2,54	2,68	0,71c	2,72b	4,41a	0,72	0,6372	<0,0001	0,7932
NR (g dia ⁻¹)	3,04	3,03	0,82b	3,66ab	4,62a	0,77	0,961	<0,0001	0,4893
NF/NI	30,8	30,7	27,92	30,29	34,02	4,47	0,9538	0,0588	0,8568

M: macho inteiro; F: fêmea; NI: nitrogênio ingerido; NF: nitrogênio fecal; NEX: nitrogênio excretado; NR: nitrogênio retido. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas (comparando as dietas) diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,05. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

A maior oferta de PB para ovinos submetidos à dieta NDT:PB 763:120 influenciou o maior valor observado para NI, NF e NEX. Corroborando com Peixoto et al. (2017) ao relatarem que a maior ingestão de nitrogênio está diretamente ligada à maior proporção de PB da dieta oferecida. A excreção de nitrogênio pelas fezes aumenta com a atividade fermentativa no intestino grosso, decorrente da maior quantidade de nitrogênio microbiano presente nas fezes (KOZLOSKI, 2011).

Os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 422:70 e com a dieta NDT:PB 763:120 apresentaram os menores e maiores valores de NR, respectivamente. Enquanto os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 643:102 apresentaram resultados semelhantes às outras duas dietas (Tabela 5).

Os maiores valores de NR para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 se deve a maior proporção de concentrado na referida dieta, pois a maior proporção de concentrado na dieta é altamente relacionada com a quantidade de NR devido ao maior teor de PB na dieta (MORENO et al., 2010),

É possível observar valores positivos de NR para todas as dietas, resultado esperado já que os ovinos estavam em fase de crescimento, logo o requisito de compostos nitrogenados dos animais foram atendidas pelo consumo de nitrogênio oferecido. O NR influencia o uso do nitrogênio na síntese de proteína, formação de novos tecidos, novos sistemas enzimáticos ou

substituição de tecidos velhos, em que a eficiência desse mecanismo é dependente da composição do composto nitrogenado que chega ao tecido (EZEQUIEL et al., 2000).

Menor valor de NU foi encontrado nos machos inteiros alimentados com a dieta NDT:PB 422:70, já os alimentados com as dietas NDT:PB 763:120 e 643:102 apresentaram resultados semelhantes. Para as fêmeas, maior valor foi observado para ovinos que receberam a dieta NDT:PB 763:120, enquanto que as fêmeas alimentadas com as outras duas dietas mostraram resultados semelhantes (Tabela 6).

Tabela 6 - Balanço de compostos nitrogenados de machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Sexo	Dieta			EPM ¹	P-valor		
	422:70	643:102	763:120		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
Nitrogênio urinário (g dia ⁻¹)							
M	0,80Ab	0,89Aa	1,33Aa	0,21	0,1436	<0,0001	0,0233
F	0,50Ab	0,68Ab	1,51Aa				
Nitrogênio retido/Nitrogênio ingerido							
M	0,67Aa	0,55Aa	0,52Ab	0,06	0,0005	0,0483	<0,0001
F	0,32Bb	0,59Aa	0,51Aa				
Nitrogênio urinário/Nitrogênio ingerido							
M	4,84Ba	14,58Aa	14,78Aa	4,82	0,0001	0,0056	<0,0001
F	37,75Aa	10,81Ab	14,49Ab				
Nitrogênio excretado/Nitrogênio ingerido							
M	33,36Bb	45,13Aa	48,12Aa	5,78	0,0005	0,0483	<0,0001
F	68,06Aa	40,84Ab	49,20Ab				

M: macho inteiro; F: fêmea; Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas colunas (comparando os sexos) e minúsculas nas linhas (comparando as dietas) diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

A maior quantidade de NU para animais alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 se deve ao fato de que o maior consumo de nitrogênio é responsável por aumentar a produção de ureia no fígado, resultando em uma maior excreção urinária de nitrogênio (VAN SOEST, 1994). Dietas que apresentam alto teor de CNF fornecem maiores quantidades de energia do que dietas com maior teor de FDN, essas por sua vez diminuem a taxa de passagem da fibra levando a uma redução na excreção de nitrogênio urinário, pois melhora a utilização da proteína degradada devido ao maior tempo de ação da microbiota ruminal (MA et al., 2014). Além do mais, o maior CDPB pode apresentar influência na excreção de nitrogênio pela urina em decorrência do excesso de nitrogênio no rúmen (REYNAL et al., 2005).

Os machos inteiros alimentados com a dieta NDT:PB 763:120 apresentaram a menor relação NR/NI, enquanto os animais alimentados com as outras dietas apresentaram resultados semelhantes. Já para as fêmeas, os animais alimentados com a dieta NDT:PB 422:70 apresentaram menor valor e as fêmeas alimentadas com as dietas NDT:PB 763:120 e 643:102 apresentaram resultados semelhantes. Os machos inteiros apresentaram valores maiores do que as fêmeas apenas na dieta NDT:PB 422:70 (Tabela 6).

Os machos inteiros não apresentaram diferença entre as dietas oferecidas para a relação NU/NI, já para as fêmeas observaram-se maiores valores para animais alimentados com a dieta NDT:PB 422:70. A diferença entre os sexos foi observada apenas na dieta NDT:PB 422:70, em que as fêmeas apresentaram maiores valores que os machos inteiros. Na relação NEX/NI, os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 422:70 apresentaram menores valores para os machos inteiros e maiores para as fêmeas, sendo que para as outras dietas os resultados foram semelhantes. Apenas na NDT:PB 422:70 houve diferença entre os sexos, sendo que as fêmeas apresentaram maior valor (Tabela 6).

De acordo com Huntington e Archibeque (1999), quando a dieta apresenta baixo nível de PB, a excreção de nitrogênio é reduzida, o que leva a um aumento na relação NR/NI. As menores relações no balanço de nitrogênio obtidas no presente estudo podem estar relacionada à melhor eficiência de utilização da amônia produzida, pois a maior utilização dessa amônia pode levar a uma diminuição dos requisitos dos animais (CANNAS et al., 2004; ROCHA JUNIOR, 2015). Conforme Geron et al. (2018), 50 a 70% dos compostos nitrogenados que chegam no rúmen são degradados pelos microrganismos, resultando na produção de amônia.

À medida que a produção de amônia excede a capacidade de utilização pela microbiota ruminal, essa é absorvida pelo fígado e transformada em ureia. Quando teor de nitrogênio está em excesso no sangue, uma parte é reciclada e volta para o rúmen e outra parte é excretada (KOZLOSKI, 2011). Para Rocha Junior (2015), a menor relação de NR/NI é indicativa que aminoácidos gliconeogênicos foram desviados para a produção de energia, levando a um melhor sincronismo entre os compostos nitrogenados e a energia no rúmen.

2.4 Conclusão

Independentemente do sexo, os níveis dietéticos de energia e proteína influenciam o consumo, coeficiente de digestibilidade e o balanço de nitrogênio dos animais da raça Somalis Brasileira em confinamento, onde a maior relação de NDT:PB proporcionou melhores resultados.

3 CAPÍTULO II - OVINOS SOMALIS BRASILEIRA SUBMETIDOS A DIFERENTES RELAÇÕES DE ENERGIA E PROTEÍNA

3.1 Introdução

A determinação do consumo de nutrientes revela-se de fundamental importância para que dietas formuladas possam atender as exigências dos animais, sendo que os fatores que afetam a ingestão devem ser compreendidos (MERTENS, 1994). Arelado ao consumo, a digestibilidade também é importante, pois a partir dela é possível estimar a quantidade de nutrientes digestíveis totais e, conseqüentemente, o valor energético, proporcionando um balanço adequado e, assim, atender as exigências dos animais de forma adequada. O aumento na quantidade de volumoso na dieta para ovinos pode impossibilitar o alcance da exigência nutricional dos animais devido ao elevado teor de fibra e menor teor de nutrientes da dieta. Entretanto, é necessário buscar atender as exigências nutricionais, principalmente de energia e proteína (CARVALHO et al., 2014).

Por outro lado, o aumento da proporção de concentrado com intuito de melhorar o consumo e a digestão dos nutrientes e, conseqüentemente, o ganho de peso dos animais, pode elevar o custo de produção, além de possibilitar o surgimento de doenças metabólicas (ROGÉRIO et al., 2018). Logo, o principal desafio dos nutricionistas de animais em confinamento é reduzir os custos com a dieta, mas sem diminuir o desempenho animal, mantendo condições satisfatórias à saúde do animal.

Para alcançar uma alta produtividade é importante que a demanda energética e proteica do animal seja atendida. Uma maneira de verificar o atendimento proteico é o balanço de compostos nitrogenados, no qual é possível quantificar a perda e a absorção de nitrogênio pelo animal. Outro parâmetro importante a ser avaliado em animais alimentados com dietas de alto concentrado é o pH ruminal juntamente ao nitrogênio amoniacal, uma vez que ambos são indicativos de eficiência de uso dos alimentos pelos animais e da saúde do ambiente ruminal, e podem ser influenciados pela dieta (FURTADO et al., 2014). Além destes, os metabólitos sanguíneos também são bons indicativos da saúde e do *status* nutricional dos animais (GRESSLER et al., 2015).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo avaliar o consumo, o coeficiente de digestibilidade de nutrientes, o balanço de nitrogênio, os parâmetros ruminais, a síntese proteica e os metabólitos sanguíneos de duas classes sexuais de ovinos da raça Somalis Brasileira alimentados com diferentes dietas.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil, a 3° 41'S e 40° 20'W. O clima da região é do tipo BSh', segundo a classificação de Köppen. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos sob o protocolo de número 001/2017.

Foram utilizados 21 ovinos pertencentes ao rebanho de conservação da raça Somalis Brasileira da Embrapa Caprinos e Ovinos, sendo 10 machos inteiros ($26,68 \pm 5,79$) e 11 fêmeas ($24,98 \pm 4,45$ kg), com oito meses de idade. Os animais foram identificados e alojados em gaiola metabólica individual, dotadas de comedouro, bebedouro, saleiro e coletores de fezes e urina.

Nessa fase de avaliação, os animais estavam na fase de maturação reprodutiva. Essa fase é caracterizada pela manifestação do comportamento sexual, tanto por parte dos machos como das fêmeas. Nos machos o início dessa fase é caracterizado pelo desbridamento do pênis-prepúcio e nas fêmeas o aparecimento do primeiro estro (OLIVEIRA, 2013).

Adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 3x2, sendo três relações de nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) (NDT:PB 524:75; 668:81 e 781:95) e dois sexos (macho inteiro e fêmea). As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2007), prevendo maturidade precoce para animais com 30 kg de peso corporal e ganho médio diário de 200 g dia^{-1} . As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8h00min e às 16h00min, permitindo-se até 5% de sobras.

O período experimental foi de 70 dias, sendo que o período de adaptação foi de 14 dias. Após o período de adaptação, os ovinos foram levados para passagem nas câmaras respirométricas para determinação da produção de gases (RODRIGUEZ et al., 2007). As coletas de amostra dos alimentos, fezes, sobras e urinas aconteceram durante cinco dias consecutivos, após a saída dos animais das câmaras respirométricas. Para coleta de urina, foi adicionado diariamente 100 ml de ácido clorídrico (HCl 2N) para evitar perdas por volatilização do nitrogênio urinário. Posteriormente, as amostras foram pesadas, homogeneizadas e retiradas uma alíquota de 20% e armazenada em freezer a -10°C .

As amostras de alimentos, fezes e sobras foram descongeladas e pré-secas em estufa de 55°C com ventilação forçada de ar, até atingir peso constante. Após esse procedimento, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey em peneira de 1 mm.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará. Para determinação da composição química foi adotado a metodologia descrita no AOAC (2005) para matéria seca (MS; método n° 930.15), matéria mineral (MM; método n° 924.05), proteína bruta (PB; método n° 984.13), extrato etéreo (EE; método n° 920.39). A matéria orgânica foi obtida pela equação: $MO = 100 - MM$. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos através da metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

A determinação da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN: método INCT-CA N-004/1) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA: método INCT-CA N-005/1) e as correções da FDN para cinzas e proteína (FDNcp) foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

Para o cálculo de carboidratos totais (CT) utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE)$. Para determinação dos carboidratos não fibrosos (CNF) adotou-se a equação proposta por Weiss (1993): $100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%MM)$. O conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido a partir da equação proposta por Sniffen et al. (1992): $NDT = PB_{digestível} + (EE_{digestível} * 2,25) + CT_{digestível}$. A composição química dos ingredientes encontra-se na tabela 1. A composição química e centesimal das dietas encontra-se na tabela 2.

Tabela 1 - Composição química (g kg⁻¹ MS) dos ingredientes

	Composição química				
	Feno de Capim-tifton 85 ¹	Feno de Capim-tifton 85 ²	Milho	Farelo de Soja	Óleo
Matéria Seca	924,70	932,40	938,60	942,20	1000,00
Matéria mineral	59,80	50,30	13,30	62,70	-
Matéria orgânica	940,20	949,70	986,70	937,30	-
Extrato etéreo	17,20	21,30	31,80	14,00	996,00
Proteína bruta	109,30	67,10	90,80	476,50	-
FDN ³	792,00	862,90	169,80	145,10	-
FDN _{cp} ⁴	684,40	700,20	166,40	138,10	-
FDA ⁵	387,90	434,90	36,40	73,70	-
PIDN ⁶	99,00	86,10	12,20	25,30	-
PIDA ⁷	51,60	34,40	31,10	75,60	-
Carboidratos totais	813,70	861,30	864,10	446,80	-
CFN ⁸	120,70	84,50	706,50	327,00	-
NDT ⁹	433,92	367,99	836,71	774,04	1840,00

¹Feno com 10,93% de PB na MS; ²Feno com 7,55% de PB na MS; ³Fibra em detergente neutro; ⁴Fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína bruta; ⁵Fibra em detergente ácido; ⁶Proteína insolúvel em detergente neutro; ⁷Proteína insolúvel em detergente ácido; ⁸Carboidratos não fibrosos; ⁹Nutrientes digestíveis totais

Tabela 2 - Composição centesimal (% na MS) e química (g kg⁻¹ MS) das dietas experimentais

Composição centesimal			
Ingredientes % da MS	Dietas		
	524:75	668:81	781:95
Feno de Tifton 85 (10,93% de PB na MS)	-	14,60	18,95
Feno de Tifton 85 (7,55% de PB na MS)	66,63	32,53	-
Milho	33,37	47,62	74,76
Farelo de Soja	-		1,33
Óleo	-	4,69	3,42
Calcário	-	0,56	0,54
Bicarbonato de sódio	-		1
Total	100,00	100,00	100,00
Relação volumoso:concentrado	100:0	47:53	19:81
Composição química			
Matéria Seca	934,47	937,78	939,06
Matéria mineral	37,95	31,43	22,11
Matéria orgânica	962,05	968,57	977,89
Extrato etéreo	24,80	71,30	61,28
Proteína bruta	75,01	81,02	94,93
Fibra em detergente neutro (FDN)	631,61	477,19	278,96
FDN de origem forrageira	420,84	224,90	52,86
FDNcp ¹	522,07	406,94	255,93
Fibra em detergente ácido	301,92	215,44	101,70
PIDN ²	61,44	48,27	28,22
PIDA ³	33,30	33,53	34,03
Carboidratos totais	862,23	810,47	806,14
Carboidratos não fibrosos	292,06	381,55	555,40
Nutrientes digestíveis totais ⁴	524,40	667,80	780,97

¹FDNcp:fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína bruta; ²PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; ³PIDA: proteína insolúvel em detergente ácido.

O consumo de MS e dos nutrientes foi determinado pela diferença entre a grama da fração presente no alimento oferecido e a grama da fração presente nas sobras. Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes foram determinados pela equação proposta por Silva e Leão (1979):

$$\text{Digestibilidade (\%)} = \frac{\text{kg da fração ingerida} - \text{kg da fração excretada}}{\text{kg da fração ingerida}} \times 100$$

Para a avaliação do balanço de nitrogênio, a urina foi descongelada e submetida à análise de determinação de nitrogênio urinário por meio do método semi-micro Kjeldahl. Foram quantificados os valores de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF) e nitrogênio urinário (NU). A partir dos resultados foram estimados os valores nitrogênio retido (NR), nitrogênio excretado (NEX) e as relações NF/NI, NU/NI, NEX/NI e NR/NI. O teor de NR (g de N dia⁻¹) foi obtido pela equação de Decandia et al. (2000) NR = NI-(NF+NU).

No último dia, as coletas de líquido ruminal foram realizadas nos tempos zero (antes da alimentação), três e seis horas após o fornecimento do alimento. Retirou-se aproximadamente 100 ml de líquido de cada animal e, em seguida, foi realizada a leitura do pH, a partir de um potenciômetro digital. Após esse processo, foi amostrado 50 mL e acondicionados em frasco que continha 1 mL de solução 1:1 de ácido sulfúrico e mantidos a -20°C, para posterior determinação do teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

Amostras de urina *spot* foram coletadas, por meio de bolsas fixadas no animal, aproximadamente quatro horas após o fornecimento do alimento. Posteriormente, foi armazenado 10 ml de urina em 40 ml de ácido sulfúrico (0,036N) para quantificações dos teores de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina, por métodos calorimétricos, conforme Chen e Gomes (1992). Os valores de derivados de purinas (DP) foram utilizados para calcular a síntese microbiana de nitrogênio e proteína, através dos seguintes passos.

A excreção de purinas totais foi estimada pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (X, mmol dia⁻¹) foi estimada a partir da excreção de DP (Y, mmol dia⁻¹) (CHEN E GOMES, 1992) para ovinos pela equação: $Y = 0,84X + (0,150PC^{0,75}e^{-0,25X})$. Onde Y é a excreção de DP (mmol dia⁻¹), X corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol dia⁻¹), 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como DP e $0,150PC^{0,75}$ é a contribuição endógena para a excreção de purinas.

A produção microbiana foi calculada pela fórmula:

$$\text{NM (g. dia)} = \frac{X (\text{mmol.dia}) \times 70}{0,116 \times 0,83 \times 1000} = 0,727X$$

Assumindo-se a digestibilidade de 0,83 para as purinas microbianas, a relação 0,116 de N purina: N total e o conteúdo de N das purinas de $70 \text{ mg N mmol}^{-1}$ (CHEN E GOMES, 1992).

Para calcular a proteína degradável no rúmen (PDR), a síntese da proteína bruta microbiana (PBM) foi multiplicada por 1,11, que corresponde às perdas por amônia e reciclagem de N. Portanto, a proteína bruta microbiana verdadeiramente digestível (PBMvd) foi calculada pela equação: $\text{PBMvd} = 0,64 \times \text{PDR}$. Em que, 0,64 é o fator, considerando-se que 80% da proteína microbiana é verdadeira e sua digestibilidade intestinal é 80% (NRC, 2001).

A proteína não degradável no rúmen (PNDR) foi calculada sendo a proteína bruta (PB) ingerida menos a PDR. A PNDR digestível (PNDRd) foi calculada conforme a equação, considerando o valor fixo da digestibilidade da PNDR no intestino delgado de 80% (NRC, 2001): $\text{PNDRd} = \text{PNDR} \times 0,80$. Onde 0,80 é o valor fixo de 80% da digestibilidade da PNDR no intestino delgado.

O consumo de proteína metabolizável (CPM) foi calculado a partir da soma da PBMvd e PNDRd, como mostra a equação (NRC, 2001): $\text{CPM} = \text{CPMvd} + \text{PNDRd}$, CPMvd é o consumo de proteína metabolizável verdadeiramente digestível.

Para a determinação dos metabólitos sanguíneos foram realizadas coletas de sangue antes do fornecimento da alimentação por venopunção jugular com auxílio de tubos Vacutainer® de 4,5 ml, com e sem anticoagulante. As amostras foram centrifugadas em 3500 rpm durante 20 minutos, alocadas em tubos *eppendorfs* e congelado a -20°C . Posteriormente, foram determinados os teores de proteínas totais, albumina, ureia, creatinina, glicose, triglicerídeos, colesterol e bilirrubina. As análises foram realizadas com auxílio de kits comerciais específicos da Lab Test®.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade para atestar as prerrogativas básicas de análise de variância. Os dados foram analisados por meio do procedimento GLM do programa estatístico SAS® (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, CODY 2015), usando o seguinte modelo estatístico:

$$\text{Modelo 1: } Y_{ijk} = \mu + S_i + R_j + (S \times R)_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente do experimento medida no animal ou na unidade experimental “k” do sexo “i” e relação dietética “j”; μ é a constante geral; S_i é o efeito sexo “i”; R_j é o efeito da relação dietética “j”; $S \times R_{ij}$ é o efeito da interação entre sexo “i” e efeito

da relação dietética “j”; e ϵ_{ijk} é o efeito do erro aleatório. As médias foram obtidas pelo comando LSMEANS com ajuste para o teste Tukey, com probabilidade a 5%.

Os valores referente ao pH e nitrogênio amoniacal foram analisados por meio do procedimento MIXED, sendo o tempo considerado como medida, usando o seguinte modelo estatístico.

$$\text{Modelo 2: } Y_{ijklm} = \mu + S_i + R_j + (S \times R)_{ij} + \alpha_{ijk} + T_l + (S \times T)_{il} + (R \times T)_{jl} + (S \times R \times T)_{ijl} + \epsilon_{ijklm},$$

Onde Y_{ijklm} é a variável dependente; μ é a constante geral; S_i é o efeito fixo do sexo; R_j é o efeito fixo da relação dietética; $(S \times R)_{ij}$ é o efeito fixo da interação entre sexo e efeito da relação dietética; α_{ijk} efeito do erro aleatório, onde a variância dos animais dentro dos tratamentos $(S + R + S \times R)$; T_l é o efeito fixo do tempo de coleta; $(S \times T)_{il}$ é o efeito fixo da interação entre sexo e o tempo de coleta; $(R \times T)_{jl}$ é o efeito fixo da interação entre a relação dietética e o tempo de coleta; $(S \times R \times T)_{ijl}$ é o efeito fixo da interação entre o sexo, relação dietética e o tempo de coleta; e ϵ_{ijklm} é o efeito do erro aleatório.

As médias foram obtidas pelo comando LSMEANS, incluindo a opção P-DIFF com ajuste para o teste Tukey para fornecer as comparações múltiplas, sendo considerados diferentes quando $P < 0,05$.

3.3 Resultados e Discussão

Os animais machos inteiros apresentaram maiores valores para o consumo de matéria seca (CMS) e todos os outros nutrientes avaliados no presente estudo quando comparado com as fêmeas (Tabela 3), exceto para CMS ($\text{g kg}^{0,75} \text{ dia}^{-1}$ e g kg PC) e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN; $\text{g kg}^{0,75} \text{ dia}^{-1}$ e g kg PC) que apresentaram valores semelhantes (Tabela 3). Machos inteiros apresentaram maiores valores devido possuir estrutura corporal maior que as fêmeas, portanto eles necessitam de maiores quantidades de nutrientes para atender sua demanda (HANIN; MUHLISIN, 2018).

Machos apresentam uma exigência de energia 15% maior do que as fêmeas, exigindo que o consumo de energia seja maior para que suas exigências nutricionais sejam atendidas (NRC, 2007). Pereira et al. (2018) também encontraram maiores valores de consumo de nutrientes para ovinos deslanados machos inteiros quando comparado com fêmeas, relatando valores de consumo de matéria seca (CMS) de 666 e 517 g dia^{-1} , respectivamente. Vale ressaltar que o CMS encontrado no presente estudo foi inferior ao recomendado pelo NRC (2007), que é de 1190 g dia^{-1} para animais de oito meses de idade, com 30 kg e um ganho de peso corporal de 200 g dia^{-1} .

Tabela 3 - Consumo de matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	524:75	668:81	781:95		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
g dia ⁻¹									
CMS	550,61A	456,18B	503,73	480,62	525,85	90,35	0,0316	0,6759	0,5723
CMO	481,78A	399,68B	453,76	411,55	456,89	79,88	0,0341	0,5184	0,6066
CPB	44,88A	37,22B	36,71b	38,45ab	48,99a	7,04	0,0260	0,0238	0,5794
CEE	23,56A	19,39B	12,78c	23026b	28,38a	3,35	0,0128	<0,0001	0,2895
CFDN	342,12	282,59	422,79a	313,45b	200,82c	68,87	0,0688	<0,0001	0,6041
CCT	469,89A	390,65B	33,15	410,51	447,14	76,04	0,0320	0,6874	0,5964
CCNF	189,99A	156,41B	149,62b	165,51ab	204,48a	29,50	0,0209	0,0117	0,5938
CNDT	566,78A	470,50B	497,67	500,29	557,97	90,21	0,0286	0,4204	0,5679
g kg ^{0,75} dia ⁻¹									
CMS	48,06	43,60	54,01a	41,29b	42,18b	6,55	0,1425	0,003	0,7395
CFDN	30,89	28,03	45,33a	26,93b	16,11c	4,97	0,2131	<0,0001	0,7608
g kg PC									
CMS	21,44	20,02	25,72a	18,27b	18,21b	2,91	0,2843	0,0002	0,8170
CFDN	13,94	13,03	21,58a	11,92b	6,95c	2,21	0,3642	<0,0001	0,8400

M: macho inteiro; F: fêmea; CMS: consumo de matéria seca; CMO: consumo de matéria orgânica; CPB: consumo de proteína bruta; CEE: consumo de extrato etéreo; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; CCT: consumo de carboidratos totais; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais; PC: peso corporal. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas (comparando os sexos) e minúsculas nas linhas (comparando as dietas) diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

Os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 apresentaram maiores consumos de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e carboidratos não fibrosos (CCNF) (Tabela 2). O maior consumo desses nutrientes se deve a maior digestibilidade da PB, EE e CNF encontrada para ovinos alimentados com essa dieta (Tabela 4), possibilitando um maior aproveitamento desses nutrientes (COSTA et al., 2016). Além do mais a referida dieta apresentava maiores teores de PB e CNF do que as outras duas dietas (Tabela 2). É importante ressaltar que os valores de CPB encontrados no presente estudo são inferiores ao recomendado pelo NRC (2007) de 114 g dia⁻¹ para ovinos de 30 kg com oito meses de idade e ganho de peso de 200 g dia⁻¹. É importante enfatizar que o CNDT encontrado no presente estudo está abaixo do recomendado pelo NRC (2007) para animais de oito meses de idade, com 30 kg e um ganho de peso corporal de 200 g dia⁻¹ que é de 950 g dia⁻¹.

O maior CFDN (g dia^{-1}) foi observado para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 524:75 (Tabela 3). Isso se deve à maior proporção desses nutrientes na referida dieta (Tabela 2). Quando animais são alimentados com dietas que apresentam baixa relação volumosos: concentrado, como é o caso da dieta NDT:PB 781:95, o consumo passa a ser controlado por fatores químicos (MERTENS, 1994).

Ao longo do experimento foi observado que os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 apresentaram variações no consumo diário, onde dias consumiam todo alimento fornecido e às vezes apenas o feno. Os ovinos que receberam essa dieta apresentaram esse comportamento, provavelmente, na tentativa de regular o pH ruminal para evitar problemas metabólicos como a acidose. A referida dieta apresentava baixa FDN de origem forrageira (FDNf) (Tabela 2), assim os animais procuravam consumir mais o feno na busca de atender a demanda mínima de fibra para o bom funcionamento do rúmen. Macedo Júnior et al. (2006) relataram variações no consumo de por ovinos da raça Santa Inês que receberam dietas com baixa FDNf e atribuíram esse fato à alta densidade energética da dieta.

Os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 apresentaram maiores valores para coeficiente de digestibilidade para matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO) proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e carboidratos totais (CDCT) (Tabela 4).

Maior CDMS e CDMO para ovinos alimentados com a dieta de maior relação NDT:PB podem estar relacionado ao maior teor de CNF da referida dieta, pois esse nutriente apresenta alta taxa de fermentação e de digestibilidade (SANTOS, 2018). Além do mais, a dieta de menor relação NDT:PB apresentava maiores teores de componentes fibrosos (Tabela 2), o que prejudicou a digestibilidade da matéria seca (TEKLIYE et al., 2018)..

Outro ponto importante é que o menor CDMS e CDMO para os ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 524:75 podem ser explicados pela menor teor de PB e de energia dessa dieta (Tabela 2). De acordo com Mekuriaw e Asmare (2018), quando a dieta apresenta maiores valores de PB há um aumento na digestibilidade de nutrientes, pois a população de microrganismo se eleva e com isso há maior taxa de fermentação.

O maior CDPB para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 pode estar relacionado à maior proporção de PB na dieta (Tabela 2) e ao maior CPB (Tabela 3). Corroborando com o NRC (2007), ao afirmar que com maiores quantidades de PB na dieta há um aumento da digestibilidade da proteína bruta em decorrência do maior aporte desse nutriente. Além do mais, esses animais apresentaram uma maior ingestão e retenção de nitrogênio (Tabela 5), indicando que houve um bom aproveitamento do nitrogênio e menor

perda de proteína para o ambiente (PEREIRA et al., 2018). Outro ponto importante é que a referida dieta apresentou menor teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), o que pode ter favorecido o maior CDPB, pois maiores quantidades de PIDN pode prejudicar o aproveitamento da PB pelo animal (BRINGEL et al., 2011).

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável (%)	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	524:75	668:81	781:95		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
CDMS	66,74	65,71	57,13c	63,74b	77,80a	3,45	0,5088	<0,0001	0,5578
CDMO	64,41	63,18	54,95c	60,11b	76,33a	3,71	0,4639	<0,0001	0,6634
CDPB	70,58	70,44	67,99b	70,14ab	73,42a	2,85	0,9134	0,0106	0,6400
CDEE	83,23	81,89	80,45b	79,34b	87,88a	1,68	0,0897	<0,0001	0,4215
CDFDN	54,91	57,26	55,15	53,81	59,28	5,16	0,3175	0,1787	0,1146
CDCNF	78,38	78,29	75,18b	76,80b	83,02a	3,06	0,9500	0,0008	0,7756
CDCT	67,82	67,05	58,30c	67,18b	76,82a	3,82	0,6558	<0,001	0,9820

M: macho inteiro; F: fêmea; CDMS: coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO: coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB: coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEE: coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDFDN: coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro; CDCNF: coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; CDCT: coeficiente de digestibilidade de carboidratos totais. Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas (comparando as dietas) diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$. ¹Erro padrão da média; ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

De acordo com Palmquist (1991), maiores quantidades de EE na dieta tende a favorecer o uso do EE endógeno, reduzindo a perda de compostos lipídicos em relação ao ingerido, melhorando assim a digestibilidade do extrato etéreo. Fato que foi observado no presente estudo, onde animais alimentados com as dietas com maiores proporções de EE apresentaram maior CDEE.

De acordo com Gebretsadik e Kebede (2011), quando a dieta apresenta baixa relação volumoso: concentrado, como na dieta NDT:PB 781:95, há uma melhora na eficiência ruminal devido à maior disponibilidade de aminoácidos para uso na biossíntese ruminal, além de um melhor aproveitamento da fibra em virtude da apropriada sincronização entre compostos nitrogenados e carboidratos. O que justifica as respostas encontradas para os maiores coeficientes de digestibilidade dos compostos fibrosos para os animais alimentados com a referida dieta.

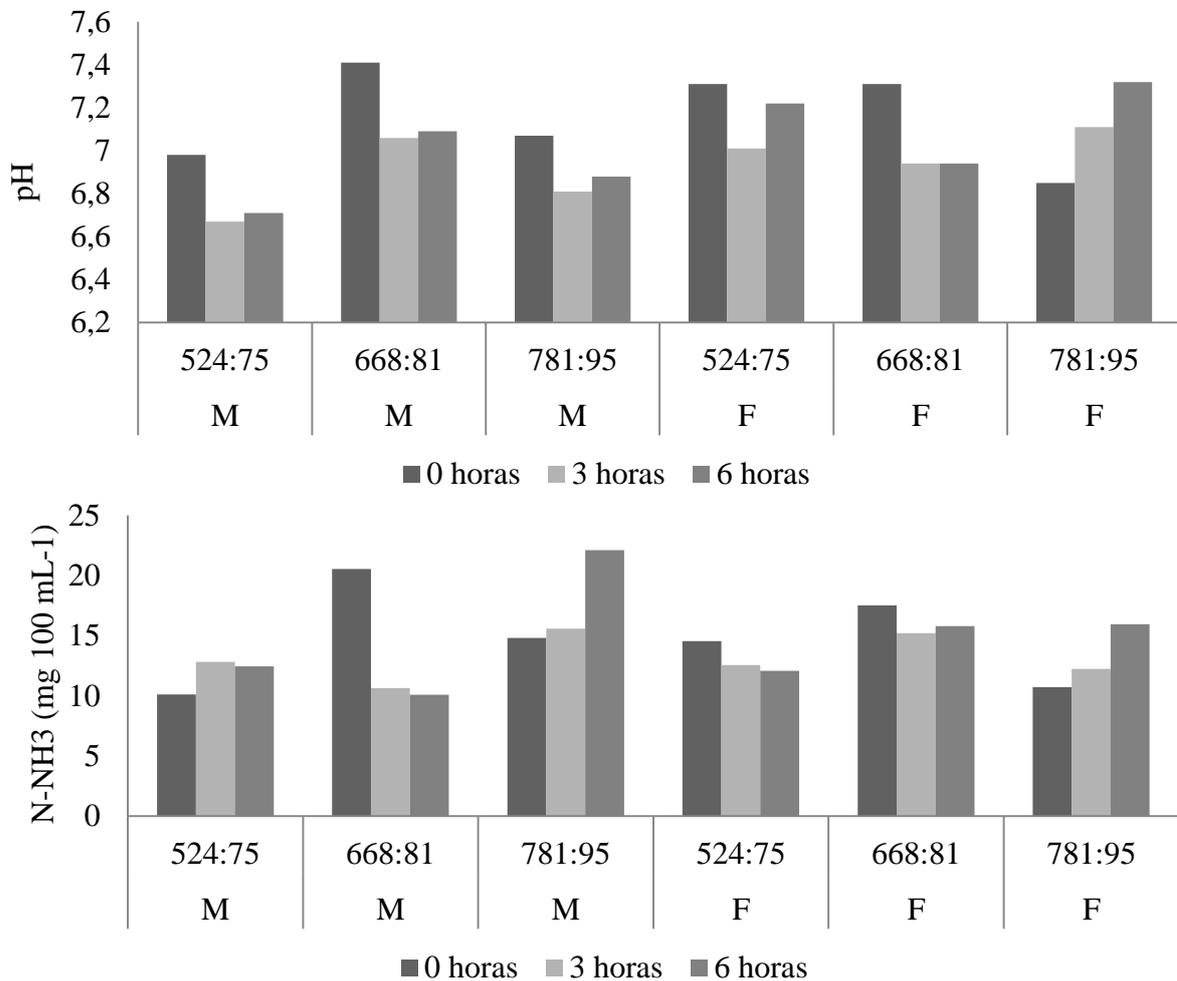
A maior concentração de CNF e menor de componentes fibrosos na dieta NDT:PB 781:95 contribuíram para o maior CDCNF dos ovinos alimentados com essa dieta. Devido rápida fermentação, os CNF disponibilizam maiores quantidades de energia para o crescimento da microbiota ruminal, permitindo maior adesão às partículas em menor tempo de colonização, melhorando a digestibilidade do alimento (VAN SOEST, 1994).

Independentemente do tempo, os machos inteiros recebendo a dieta NDT:PB 668:81 apresentaram maior pH (7,19), enquanto os que receberam a dieta NDT:PB 781:95 apresentaram valores semelhantes às outras duas dietas. Na dieta NDT:PB 781:95 não houve diferença entre os tempos, já nas outras duas dietas o tempo zero mostrou maior valor de pH (Figura 1). As fêmeas alimentadas com a dieta NDT:PB 668:81 e 524:75 apresentaram valores semelhantes no tempo zero e as três dietas mostraram valores semelhantes nos tempos três e seis. Menor valor de pH foi observado para fêmeas alimentadas com a dieta NDT:PB 781:95 no tempo zero (6,85) (Figura 1).

O pH do rúmen pode varia, dependendo do tipo de dieta oferecida, de 8,0 a 5,0 (KOZLOSKI, 2011). É importante ressaltar que não foi observado valores de pH que pudessem ocasionar distúrbios metabólicos, mesmo na dieta com maior proporção de concentrado, indicando que o teor de FDN da dieta juntamente com o bicarbonato estimularam o sistema tamponante do rúmen.

No tempo zero e três foi observado o maior (7,15) e o menor valor (6,93), respectivamente. Já para o N-NH₃ não houve diferença entre os tempos ($P>0,05$), tendo valor médio de 14,21 mg 100 mL⁻¹ (Figura 1). Apesar do N-NH₃ não ter apresentado nenhuma diferença entre as dietas e nem entre os tempos (Figura 1), é importante destacar que os valores encontrados foram superiores ou semelhantes ao valor de 10 mg 100 ml⁻¹ recomendado por Sampaio et al. (2010), indicando que houve adequado crescimento da microbiota ruminal.

Figura 1 - pH e concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas



Fonte: Dados da pesquisa.

A mudança de pH ruminal é dependente da combinação de vários fatores como o tipo de substrato, concentração de cátions e de carboidratos solúveis. O menor pH três horas após a alimentação pode estar relacionado ao aumento na produção de ácidos graxos voláteis provenientes da fermentação ruminal dos carboidratos das dietas (VAN SOEST, 1994).

Os ovinos machos inteiros apresentaram maiores valores de nitrogênio ingerido (NI), fecal (NF) e retido (NR) do que as fêmeas. Maiores valores de NI e NR foram observados para animais alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 (Tabela 5).

O maior CPB de machos inteiros levou ao maior nitrogênio ingerido e retido. Além do mais, machos apresentam maiores exigências de proteína, demandando maior consumo para que suas exigências sejam atendidas (NRC, 2007). Ao avaliar ovinos deslançados de diferentes classes sexuais, Pereira et al. (2018) também encontraram diferença de NI entre machos inteiros e fêmeas, com valores de 18,00 g dia⁻¹ e 16,00 g dia⁻¹, respectivamente. Valores

superiores ao encontrado no presente estudo, provavelmente, devido ao maior teor de PB da dieta utilizada no trabalho citado.

Tabela 5- Balanço de compostos nitrogenados em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	524:75	668:81	781:95		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
NI (g dia ⁻¹)	7,46A	6,17B	6,58b	5,86b	8,00a	0,78	0,0043	0,0016	0,7375
NF (g dia ⁻¹)	2,12A	1,78B	1,82	1,98	2,04	0,28	0,021	0,338	0,54
NU (g dia ⁻¹)	0,81	0,82	0,46	0,72	0,82	0,37	0,1265	0,2194	0,8109
NEX (g dia ⁻¹)	2,93	2,43	2,28	2,88	2,86	0,59	0,0876	0,132	0,9282
NR (g dia ⁻¹)	4,53A	3,83B	4,31b	3,10c	5,14a	0,52	0,0155	<0,0001	0,2506
NF/NI	29,8	29,23	29,16b	34,00a	25,48b	2,77	0,7033	0,0007	0,358
NR/NI	0,60	0,62	0,65a	0,54b	0,65a	0,05	0,4322	0,005	0,1775
NU/NI	9,95	8,36	5,66	11,74	10,07	4,05	0,4289	0,0588	0,3313
NEX/NI	39,76	37,83	34,82b	46,00a	35,55b	4,92	0,4322	0,005	0,1775

M: macho inteiro; F: fêmea; NI: nitrogênio ingerido; NF: nitrogênio fecal; NU: nitrogênio urinário; NEX: nitrogênio excretado; NR: nitrogênio retido. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas (comparando os sexos) e minúsculas nas linhas (comparando as dietas) diferem entre si pelo teste de Tukey $P < 0,05$. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

A dieta NDT:PB 781:95 proporcionou maior NI devido ao seu maior teor de PB na composição (Tabela 2). Para Kikelomo (2014), a ingestão de nitrogênio está diretamente relacionada com a quantidade de nitrogênio da dieta e maiores valores de NR estão associados à melhora na eficiência de uso do nitrogênio. O NR apresentou valores positivos para os sexos e para todas as dietas, demonstrando que o teor de nitrogênio atendeu as demandas de proteína pelos animais, conseqüentemente, houve maior eficiência de uso do nitrogênio (PEREIRA et al., 2016a).

Pereira et al. (2018) relataram maiores perdas de nitrogênio via fezes (33,33%) em relação ao nitrogênio ingerido para machos inteiros do que o encontrado no presente estudo. Isso se deve à maior quantidade de PB do trabalho citado (169,00 g kg MS⁻¹) em relação ao presente trabalho (Tabela 2).

As relações NF/NI e NEX/NI demonstraram maiores valores para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 668:81, enquanto os ovinos alimentados com as outras dietas apresentaram valores semelhantes. A menor relação NR/NI foi observada para ovinos submetidos a dieta NDT:PB 668:81 (Tabela 5).

Os maiores valores para as relações NF/NI e NEX/NI para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 668:81 devem-se à menor ingestão de nitrogênio, já que as dietas não influenciaram o NF e nem o NEX. A menor relação encontrada para NR/NI para ovinos submetidos à dieta NDT:PB 668:81 pode ser justificada pelo menor NI (5,86 g dia⁻¹) e NR (3,10 g dia⁻¹) observado para esses animais.

A relação NR/NI pode ser utilizada para avaliar a qualidade da proteína dietética, uma vez que expressa a porcentagem de utilização do nitrogênio pelo animal. De acordo com Cannas et al. (2004), menor relação de NR/NI pode ser indicativo da melhor eficiência de uso da amônia pela microbiota ruminal, já que menores quantidade de amônia está relacionada a uma redução na demanda proteica do animal.

A síntese de proteína e nitrogênio microbiano, a proteína degradável no rúmen e a não degradável no rúmen não foram influenciadas ($P>0,05$) pelo sexo, dieta e nem pela interação entre sexo e dieta. O sexo influenciou ($P<0,05$) apenas o consumo de proteína metabolizável (ConPM) (Tabela 6). O maior ConPM foi observado para os machos inteiros quando comparado com as fêmeas.

A maior ingestão e retenção de nitrogênio favoreceu o maior ConPM por machos inteiros, pois a maior retenção de nitrogênio junto com a maximização da sincronização entre a proteína e os carboidratos da dieta oferecida podem ter melhorado a eficiência e de uso da proteína microbiana.

Tabela 6- Nitrogênio e proteína microbiana, proteína degradável e não degradável no rúmen e consumo de proteína metabolizável em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	524:75	668:81	781:95		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
Nmic (g dia ⁻¹)	1,09	1,11	0,87	1,09	1,37	0,46	0,9107	0,1767	0,0966
PBmic (g dia ⁻¹)	6,84	6,99	5,41	6,79	8,56	2,89	0,9107	0,1767	0,0966
Nmic (g/kg de NDT)	3,02	3,69	3,07	3,63	3,36	1,68	0,3942	0,8226	0,2470
PBmic (g/kg de NDT)	18,87	23,05	19,20	22,67	21,01	10,52	0,3942	0,8226	0,2470
PDR (g/kg de MS)	7,69	7,53	5,95	7,46	9,42	3,18	0,9107	0,1767	0,0966
PNDR (g/kg de MS)	38,52	31,28	32,55	30,94	41,21	8,91	0,0950	0,1394	0,9926
ConPM (g/kg de MS)	37,3A	29,68B	29,45	32,03	39,06	6,04	0,0302	0,0541	0,5727

M: macho inteiro; F: fêmea; Nmic: nitrogênio microbiano; PBmic: proteína bruta microbiana; PDR: proteína degradável no rúmen; PNDR: proteína não degradável no rúmen; ConPM: consumo de proteína metabolizável. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas (comparando os sexos) diferem entre si pelo teste de Tukey $P<0,05$. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

Diante dos resultados é possível inferir que as dietas formuladas proporcionaram quantidades adequadas de energia fermentável e proteína degradada, pois a síntese de nitrogênio e proteína microbiana não sofreu influência das dietas (Tabela 6), indicando que não houve limitação no crescimento microbiano.

Maiores valores de proteínas totais (PT) e colesterol (COL) foram observados para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 668:81, enquanto animais alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 apresentaram valores semelhantes às outras duas dietas (Tabela 7).

A partir da mensuração dos teores de proteínas totais (PT) é possível analisar o *status* nutricional com relação à proteína, uma vez que menores concentrações de PT no sangue são indícios de deficiência de proteína (GRESSLER et al., 2015). De acordo com o NRC (2007), o conhecimento das PT possibilita informações sobre as condições de síntese de proteínas, já que está diretamente relacionada com as condições nutricionais dos animais. Para González e Silva (2006) o valores normais de PT para ovinos varia de 6,0 a 7,9 mg 100ml⁻¹. No presente estudo, todas as dietas apresentaram valores dentro da faixa considerada ideal para ovinos.

Tabela 7 - Metabólitos sanguíneos em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Variável	Sexo		Dieta			EPM ¹	P-valor		
	M	F	524:75	668:81	781:95		Sexo (S)	Dieta (D)	S*D ²
PT(g dL ⁻¹)	7,13	6,90	6,24b	7,49a	7,32ab	0,800	0,5521	0,029	0,5602
GLI(mg dL ⁻¹)	67,44	67,18	64,43b	63,73b	73,78a	6,49	0,9334	0,0485	0,387
TRI(mg dL ⁻¹)	21,8	23,34	15,95	26,13	25,63	13,99	0,8302	0,387	0,7491
COL(mg dL ⁻¹)	82,36	84,04	67,37b	97,07a	85,15ab	17,680	0,8397	0,0306	0,7641
UREIA(mg dL ⁻¹)	23,36	27,24	23,62	23,96	28,32	9,910	0,4112	0,6607	0,6741
CREAT(mg dL ⁻¹)	1,00	1,04	0,91	1,01	1,14	0,190	0,5779	0,1208	0,4882
BIL(mg dL ⁻¹)	0,54	0,39	0,28	0,47	0,64	0,390	0,4044	0,2992	0,3495

M: macho inteiro; F: fêmea; PT: proteínas totais; GLI: glicose; TRI: triglicerídeos; COL: colesterol; CREAT: creatinina; BIL: bilirrubina. Médias seguidas de letras diferentes maiúsculas nas linhas (comparando os sexos) e minúsculas nas linhas (comparando linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey P<0,05. ¹Erro padrão da média; ²Efeito da interação dos sexos com as dietas.

A maior presença de COL no sangue dos animais que receberam a dieta NDT:PB 668:81 deve-se à maior mobilização desse metabólito pelos animais para que sua demanda energética seja atendida. A maior concentração de COL no sangue é devido ao aumento na demanda necessária para a digestão, absorção e transporte de ácidos graxos de cadeia longa

(ELLIOT et al., 1993). Os valores para COL encontrados no presente estudo estão acima da faixa considerada ideal para ovinos (52,0 a 76,0 mg 100ml⁻¹), de acordo com González e Silva (2006).

Observou-se maior valor de glicose (GLI) para ovinos submetidos à dieta NDT:PB 781:95, enquanto que os animais alimentados com as outras duas dietas apresentaram valores semelhantes (Tabela 7). O maior valor para ovinos alimentados com a dieta NDT:PB 781:95 pode está relacionado com a maior produção de propionato, já que dietas com maiores proporção de concentrado proporcionam maior produção de propionato e este eleva a produção de glicose pelo fígado (VAN SOEST, 1994).

A medida de GLI é um bom indicador da saúde e condições metabólicas, pois quando se encontra em níveis abaixo do normal é indicativo da ocorrência de hipoglicemia e quando em níveis mais elevados é indício de hiperglicemia (FILIPOVIC et al., 2011; OLORUNNISOMO, 2012). Para González e Silva (2006), os níveis considerados de GLI para ovinos situam-se na faixa de 50,0 a 80,0 ml 100ml⁻¹, logo todos os animais do presente trabalho foram capazes de teores de glicose de dentro da faixa considerada ideal.

3.4 Conclusão

A maior relação NDT:PB proporcionou melhores resultados para as variáveis estudadas. O sexo influenciou o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o nitrogênio ingerido, o nitrogênio fecal, o nitrogênio retido e o consumo de proteína metabolizável, sendo que machos inteiros apresentam maiores valores.

4 CAPÍTULO III - EFICIÊNCIA ALIMENTAR E CURVA DE CRESCIMENTO DE OVINOS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA SUBMETIDOS A DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS

4.1 Introdução

Com o aumento na demanda por proteína de origem animal, o mercado de carne ovina vem sofrendo grandes mudanças, mostrando-se um mercado bastante promissor para comercialização (GERON et al., 2012). Os produtores estão na busca de obter animais com maior taxa de crescimento e um rápido acabamento, com intuito de reduzir os custos de produção. Além do mais, os sistemas produtivos estão sempre procurando atender a demanda de proteína animal exigida pelo mercado consumidor (PAZ et al., 2018).

No Brasil, um dos sistemas de requisitos nutricionais mais adotados para formulação de dietas para pequenos ruminantes é o *National Research Council* (NRC, 2007). Entretanto, os dados utilizados por esse sistema são oriundos de animais lanados de regiões temperadas, o que pode ocasionar uma superestimação das exigências de animais de clima tropical (PEREIRA et al., 2014; REGADA FILHO et al., 2013). Logo, são necessários mais estudos para identificar melhores ajustes dos nutrientes que são fornecidos a esses animais para evitar o desperdício de alimentos e aumentos dos custos com alimentação, sem reduzir o desempenho animal.

Nos sistemas de criação de animais em confinamento, é cada vez mais comum adotar dietas com alta proporção de concentrado na busca de obter maior ganho de peso, eficiência alimentar e menor tempo de terminação. No entanto, essa prática pode levar ao aumento nos custos com a alimentação, diminuindo a rentabilidade da atividade (MARCONDES et al., 2011). Visando a redução nos custos de produção, é de grande importância que se conheça a eficiência dos animais na transformação dos nutrientes em produto. A eficiência alimentar representa a relação existente entre o ganho de peso e a quantidade de alimento ingerido (PAULA et al., 2012).

Dessa forma, o estudo da curva de crescimento possibilita reunir os parâmetros de modelos não lineares, medir a resposta e as interações de tratamentos ao longo do tempo e identificar animais mais pesados em uma população mais jovem. O sexo pode influenciar os parâmetros da curva, já que os machos apresentam maior ganho de peso do nascimento ao desmame quando comprado com as fêmeas (CARRIJO et al., 1999; CRISPIM et al., 2015). Para Malhado et al. (2008), essa curva pode ser adotada para descrever o crescimento animal,

contribuindo para a criação de um programa alimentar adequado e para a determinação da idade ótima de abate, informação que ainda é escassa para animais da raça Somalis Brasileira.

Dentre as raças tropicais produtoras de carne a Somalis Brasileira merece destaque devido à sua boa adaptabilidade ao clima quente e seco encontrado na região semiárida. Entretanto, são poucas as informações a respeito dessa raça em condições de confinamento e alimentado com diferentes planos nutricionais, onde a maior parte dos estudos é baseada em cruzamentos com o objetivo de produzir animais produtores de carne (MCMANUS et al., 2010).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a eficiência alimentar e a curva de crescimento de machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira submetidos a dietas com 0 e 15% de redução para proteína bruta e nutrientes digestíveis totais.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Caprinos e Ovinos, localizada na cidade de Sobral, Ceará, Brasil. Todos os procedimentos e protocolos experimentais foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa - Caprinos e Ovinos sob o protocolo de número 001/2017.

Foram utilizados oito machos inteiros e oito fêmeas da raça Somalis Brasileira oriundos da mesma estação de parição, que ocorreu no mês de agosto de 2017, com peso ao nascimento de $2,42 \pm 0,57$ e $2,18 \pm 0,73$ kg para machos e fêmeas, respectivamente. Após o nascimento, os animais foram pesados semanalmente até os 289 dias de idade, antes do fornecimento da alimentação. Durante o período de aleitamento os mesmos foram alocados em baias individuais de confinamento, onde receberam *creep feeding*, composto por feno de capim tifton 85 à vontade e 120 g dia⁻¹ por animal de ração concentrada comercial (MS=93,64%; MM=2,22%; EE=3,62%; PB=14,93%; FDN=16,48%; NDT=84,62%), até o desmame aos 60 dias de idade.

Após o desmame os cordeiros e cordeiras, com peso médio de $11,42 \pm 2,61$ e $10,17 \pm 1,53$ kg, respectivamente, foram alocados em baias individuais, sendo distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2. Os tratamentos foram constituídos por duas dietas (com 0 e 15% de redução nos níveis de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta) e duas classes sexuais (8 machos inteiros e 8 fêmeas), com quatro repetições.

A dieta foi ajustada conforme a idade dos animais, sendo que para animais com quatro e oito meses de idade foram adotadas as indicações do NRC (2007) para cordeiros com 20 e 30 kg de peso corporal, respectivamente, ambas prevendo maturidade precoce e considerando um ganho de peso diário de 200 g dia⁻¹.

A primeira dieta foi utilizada do desmame até imediatamente antes dos oito meses de idade e a segunda dieta foi utilizado dos oito meses de idade até o final do experimento. A adaptação às baias e as dietas foi de 14 dias. O fornecimento da ração foi realizado duas vezes ao dia (8 e 16 horas). As sobras foram controladas diariamente, permitindo-se 5% de sobras do alimento fornecido. Água e sal mineral foram disponibilizados à vontade.

O ganho de peso médio diário (g dia⁻¹) para os dois períodos avaliados foi obtido a partir das pesagens semanais, onde foram registrados o peso corporal inicial (kg) e o peso corporal final (kg). A partir da subtração da quantidade de alimento fornecido pela quantidade

de sobras diárias foi calculado o consumo de matéria seca (CMS) observado (g dia^{-1}), para cada um dos dois períodos. A eficiência alimentar foi calculada como ganho de peso médio diário em função do consumo de matéria seca.

Amostras dos alimentos foram recolhidas semanalmente, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos e levadas a um “freezer” com temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, para posterior análise. No final do experimento, as amostras foram descongeladas e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar, a $55\text{ }^{\circ}\text{C}$, até peso constante. Em seguida as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey utilizando-se peneira de 1 mm. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará.

Para determinar a composição química, usou-se o método descrito no *Analytical Methods Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005) para matéria seca (MS; método número 930.15), matéria mineral (MM; método número 942.05), nitrogênio total (método número 984.13), extrato etéreo (EE; método número 920.39), o teor de proteína bruta foi obtida por multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25. A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) foi de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

A determinação da proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN: método INCT-CA N-004/1) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA: método INCT-CA N-005/1) e as correções da FDN para cinzas e proteína (FDNcp) foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

Para estimativa de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas, foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992). Para o cálculo da porcentagem dos carboidratos totais (CT) utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992) e para o cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF) utilizou-se a equação recomendada por Weiss (1993). A composição química dos ingredientes encontra-se na tabela 1. Os dados de composições centesimal e química das dietas experimentais estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química (g kg⁻¹ MS) dos ingredientes

	Composição química				
	Feno de Tifton 85 ¹	Feno de Tifton 85 ²	Milho	Farelo de Soja	Óleo
Matéria Seca	924,70	936,80	938,60	942,20	1000,00
Matéria mineral	59,80	40,00	13,30	62,70	-
Matéria orgânica	940,20	960,00	986,70	937,30	-
Extrato etéreo	17,20	20,20	31,80	14,00	996,00
Proteína bruta	109,30	75,50	90,80	476,50	-
FDN ³	792,00	780,00	169,80	145,10	-
FDNcp ⁴	684,40	727,40	166,40	138,10	-
FDA ⁵	387,90	377,40	36,40	73,70	-
PIDN ⁶	99,00	81,20	12,20	25,30	-
PIDA ⁷	51,60	38,90	31,10	75,60	-
Carboidratos totais	813,70	864,30	864,10	446,80	-
CNF ⁸	120,70	165,50	706,50	327,00	-
NDT ⁹	433,92	427,15	836,71	774,04	1840,00

¹Feno com 10,93% de PB na MS; ²Feno com 7,55% de PB na MS; ³Fibra em detergente neutro; ⁴Fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína bruta; ⁵Fibra em detergente ácido; ⁶Proteína insolúvel em detergente neutro; ⁷Proteína insolúvel em detergente ácido; ⁸Carboidratos não fibrosos; ⁹Nutrientes digestíveis totais.

Tabela 2 - Composição centesimal (%) e química (g kg⁻¹ MS) das dietas experimentais

Ingredientes	Dieta para cordeiros ≤ 219 dias de idade		Dieta para cordeiros ≥ 220 dias de idade	
	0	15	0	15
Feno de Tifton 85 (10,93% de PB na MS)	28,08	60,09	18,95	14,60
Feno de Tifton 85 (7,55% de PB na MS)	-	-	-	32,53
Milho	56,31	27,73	74,76	47,62
Farelo de Soja	10,05	6,55	1,33	-
Óleo de soja	5,11	5,63	3,42	4,69
Calcário	0,26	-	0,59	0,56
Bicarbonato	-	-	1	-
Nutrientes	Dieta para cordeiros ≤ 219 dias de idade		Dieta para cordeiros ≥ 220 dias de idade	
	0	15	0	15
Matéria Seca	941,87	941,21	939,60	937,78
Matéria Orgânica	974,98	968,17	977,89	968,57
Matéria Mineral	25,02	31,83	22,11	31,43
Proteína Bruta	120,22	101,76	94,93	81,02
Extrato Etéreo	75,88	77,95	61,28	71,30
Fibra em detergente neutro	329,22	525,29		
Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína	311,83	492,28	255,93	406,94
Fibra em Detergente Ácido	133,88	241,70	101,70	215,44
Proteína Insolúvel em Detergente Neutro	32,21	53,83	28,22	48,27
Proteína Insolúvel em Detergente Ácido	36,03	36,95	34,03	33,53
Carboidratos Totais	774,17	788,24	806,14	810,47
Carboidratos Não Fibrosos	447,17	316,78	555,40	381,55
Nutrientes Digestíveis Totais	762,91	642,98	780,97	667,80

Os dados referentes ao peso corporal inicial e final (kg), ganho de peso médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS; g dia⁻¹ e porcentagem de peso corporal (%PC)), eficiência alimentar e as relações de GMD/CMS (%PC), foram submetidos à análise de variância e por meio do teste de Tukey, com 5% de probabilidade. As médias foram comparadas pelo procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS® (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), usando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + R_j + (D \times R)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

Onde Y_{ijk} é a variável dependente do experimento medida no animal ou na unidade experimental “k” da classe sexual “i” e redução dietética “j”; μ é a constante geral; D_i é o efeito das classes sexuais “i”; R_j é o efeito da redução dietética “j”; $D \times R_{ij}$ é o efeito da interação entre classes sexuais “i” e efeito da redução dietética “j”; e ε_{ijk} é o efeito do erro aleatório.

Para a curva de crescimento, foram ajustados três modelos não lineares para verificar qual descreve melhor a curva de crescimento do rebanho: Logístico, $Y = A(1 + Be^{-Kt})^{-1} + \varepsilon$; Gompertz, $Y = Ae^{-Be^{-Kt}} + \varepsilon$; Von Bertalanffy, $Y = A(1 - Be^{-Kt})^3 + \varepsilon$. Em que, Y é o peso corporal na idade t ; A é o peso assintótico; B , uma constante de integração relacionada aos pesos iniciais do animal; K , taxa de maturação, entendida como a mudança de peso em relação ao peso à maturidade, sendo um indicador da velocidade com que o animal chega ao peso adulto (SOUZA et al, 2011).

Os critérios utilizados para definir a qualidade de ajuste do modelo foram: Quadrado médio do Resíduo (QMR), obtido a partir da divisão da soma de quadrados do resíduo do modelo pelo número de observações, quanto menor melhor o ajuste do modelo; coeficiente de determinação (R^2), calculado como o quadrado da correlação entre os pesos observados e os estimado; percentual de convergência (%C), considerando o ajuste ou não de modelo individualmente para cada animal e o desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) para avaliar a qualidade do ajuste, calculado, conforme Sarmiento et al. (2006), como:

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

Em que, Y_i é o valor observado, \hat{Y}_i é o valor estimado e n o total de observações, quanto menor o valor do DMA melhor o ajuste do modelo.

Após escolhido o modelo que apresentou melhor ajuste, aplicou-se o teste de verossimilhança para comparar o modelo completo (Ω), em que é necessária uma curva individual para cada grupo (classes sexuais), com o modelo reduzido (ω), no qual é possível estimar apenas uma curva de crescimento para explicar o crescimento dos dois grupos. Para avaliar a igualdade de qualquer parâmetro, foi aplicada a metodologia de Regazzi (2003) para identidade de modelos não lineares, onde as hipóteses de nulidade (H_0) foram testadas contra a hipótese verdadeira (H_a).

$H_0^1=A_1=A_2=A$ vs H_a^1 : Nem todos os valores de peso assintóticos (A) são iguais entre as duas reduções do valor de NDT e PB.

$H_0^2=B_1=B_2=B$ vs H_a^2 : Nem todos os valores da constante de integração (B) são iguais entre as duas reduções do valor de NDT e PB.

$H_0^3=k_1=k_2=k$ vs H_a^3 : Nem todos os valores da taxa de maturidade (k) são iguais entre as duas reduções do valor de NDT e PB.

$H_0^4=A_1=A_2=A, B_1=B_2=B, k_1=k_2=k$ vs H_a^4 : Pelo menos uma das igualdades é desigualdade.

Os parâmetros A1, B1, k1 e A2, B2, k2 referem-se aos parâmetros das curvas de crescimento dos animais alimentados com dietas com 0 e 15 % de redução para PB e NDT, respectivamente, para as classes sexuais machos inteiros e fêmeas.

Para executar o teste foram criados variáveis *Dummy* para representar os modelos, sendo composta por números binários 1 e 0, onde D1 = 1, quando animal pertence ao grupo e D1 = 0, quando o animal não pertencer ao grupo. Ajustado os modelos, foi realizada a estatística de Qui-quadrado (χ^2). Sendo computado o valor da soma de quadrado do resíduo do modelo reduzido (ω) e do completo (Ω):

$$\chi^2_{\text{Calculado}} = -n \cdot \ln\left(\frac{SQR_{\omega}}{SQR_{\Omega}}\right)$$

Onde, n é o número de observações, SQR_{ω} é a soma de quadrado do resíduo do modelo reduzido para a hipótese testada e SQR_{Ω} é a soma de quadrado do resíduo do modelo completo.

As hipóteses foram testadas comparando os valores do χ^2 calculado com o valor do χ^2 tabelado, considerando que: χ^2 calculado > χ^2 tabelado, rejeita-se H_0 ; χ^2 calculado < χ^2 tabelado, aceita-se H_0 , ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Após escolhido o modelo mais ajustado, calculou-se a taxa de crescimento absoluto (TCA), obtida a partir da primeira derivada do modelo, em relação ao tempo ($\partial Y/\partial t$). A TCA é o ganho de peso obtido em função do tempo, como no presente estudo o tempo está mensurado em dias, a TCA representa o ganho médio diário em função da curva de crescimento do animal ao longo do crescimento (SOUZA et al., 2011).

4.3 Resultados e Discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) entre classes sexuais e dietas em nenhuma das fases avaliadas. Na primeira fase (cordeiros ≤ 219 dias de idade), houve efeito ($P < 0,05$) apenas para os níveis de redução nos parâmetros eficiência alimentar (EA) e para consumo de matéria seca (CMS) em porcentagem de peso corporal (%PC) (Tabela 3). Na segunda fase (cordeiros ≥ 220 dias de idade), houve efeito ($P < 0,05$) apenas para as classes sexuais nos parâmetros peso corporal final (PCF), CMS (g dia^{-1}) e EA (Tabela 3).

Tabela 3 - Desempenho e eficiência alimentar de machos inteiros e fêmeas Somalis Brasileira submetidos a dietas com ou sem redução de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta

Variável	Sexo (S)		Redução (R)		EPM	P-valor		
	M	F	0%	15%		S	R	S*R
Cordeiros com ≤ 219 dias de idade								
PCI (kg)	12,20	10,22	11,23	11,20	2,750	0,1769	0,9858	0,8729
PCF (kg)	24,95	23,13	23,75	24,33	5,400	0,5116	0,8348	0,6071
GMD (g dia^{-1})	64,46	60,12	63,58	61,00	0,010	0,4360	0,6393	0,9758
CMS (g dia^{-1})	394,50	405,38	438,13	361,75	0,070	0,7657	0,0565	0,6302
EA	0,15	0,15	0,13b	0,17a	0,040	0,9050	0,0431	0,2776
CMS (%PC) ^a	1,51	1,76	1,76a	1,51b	0,210	0,4760	0,0367	0,5338
GMD/ CMS (%PC) ^b	0,044	0,035	0,04	0,04	0,010	0,1239	0,2821	0,6344
Cordeiros com ≥ 220 dias de idade								
PCI (kg)	26,83	23,13	25,60	24,35	4,286	0,1402	0,5986	0,8635
PCF (kg)	29,50A	25,44B	28,60	26,31	3,007	0,0314	0,1836	0,5310
GMD (g dia^{-1})	15,67	16,12	16,17	15,63	0,002	0,6616	0,6057	0,262
CMS (g dia^{-1})	539,33A	415,50B	472,00	482,83	0,068	0,0069	0,7729	0,404
EA	0,029B	0,038A	0,034	0,034	0,006	0,0162	0,6806	0,7596
CMS (%PC) ^a	1,83	1,64	1,65	1,82	0,179	0,0759	0,0982	0,6527
GMD/ CMS (%PC) ^b	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,0627	0,0627	0,3700

PCI: Peso corporal inicial; PCF: Peso corporal final; GMD: Ganho de peso médio diário; CMS: Consumo de matéria seca; EA: Eficiência alimentar;. ^aConsumo de matéria seca com base na porcentagem do peso vivo; ^bRelação do ganho médio diário com o consumo de matéria seca com base na porcentagem do peso vivo. Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas (comparando classes sexuais) e minúsculas (comparando níveis de redução) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). EPM: Erro padrão da média; S*R: Efeito da interação entre classes sexuais e níveis de redução;

Na primeira fase, ovinos alimentados sem redução mostraram maior CMS (%PC). Na segunda fase, os machos inteiros apresentaram maior CMS (g dia^{-1}) (Tabela 3). O maior CMS

(%PC) para os ovinos que receberam a dieta sem redução NDT e PB deve-se ao menor teor de fibra em detergente neutro (FDN), tendo em vista que quanto maior o teor de FDN menor é a ingestão de alimento (VAN SOEST, 1994). Na segunda fase, os machos inteiros apresentaram maior CMS (g dia^{-1}) devido essa classe sexual apresentar uma demanda nutricional 15% maior do que as fêmeas, o que contribuiu para o aumento na ingestão de matéria seca para que a demanda seja suprida (NRC, 2007).

O consumo de matéria seca (CMS; g dia^{-1}) também foi abaixo do previsto pelo NRC (2007), que é de 830 e 1190 g dia^{-1} para animais de quatro a oito meses e a partir de oito meses de idade, respectivamente. A previsão do CMS é altamente dependente do conhecimento do valor nutricional do alimento oferecido, definindo a quantidade de nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, determinando a resposta animal (PEREIRA et al., 2014; PEREIRA et al., 2016b). Além do mais, os ovinos que recebem dietas com baixo teor de fibras tem seu consumo controlado pela demanda energética, levando ao animal parar de consumir mesmo que o rúmen ainda não esteja cheio (MERTENS, 1994).

Esse resultado demonstra que apesar do NRC (2007) ser um dos sistemas de requisitos nutricionais mais adotados no Brasil, quando se utiliza esse sistema o ganho de peso diário de animais é superestimado. Isso é devido à diferença existente entre os alimentos utilizados nos sistemas de criação de países de clima temperado e dos padrões genéticos dos animais adotados pelo NRC para montar o banco de dados quando comparado com os alimentos e os padrões genéticos dos animais utilizados no presente estudo.

A eficiência alimentar (EA) na primeira fase foi maior para animais alimentados com a dieta de 15% de redução. Já na segunda fase, as fêmeas apresentaram maior EA. Ovinos alimentados com a dieta sem redução apresentaram consumo de 39 gramas e os machos inteiros um consumo de 30 gramas superior ao predito (Tabela 3).

Na primeira fase, o fato da dieta sem redução ter proporcionado maior CMS (%PC) pode ter levado os animais alimentados com essa dieta a apresentar pior EA. A pior EA observada para machos inteiros, na segunda fase é devido ao fato de que esses animais apresentaram maior CMS (g dia^{-1}), levando esses animais a apresentar maior demanda nutricional para manutenção e maior deposição de gordura para cada quilo de peso vivo ganhado (CABRAL et al., 2008).

Como foi adotado período fixo na primeira fase, que durou 219 dias, o peso corporal final (PCF) foi equivalente com valor médio de 24,04 kg. Já na segunda fase, os machos apresentaram maior PCF em decorrência de seu maior porte e, provavelmente, maior deposição de gordura cavitária (OLIVEIRA, 2017).

Na segunda fase, que durou 70 dias, os machos inteiros ganharam apenas 3 kg e as fêmeas 1,96kg, o que pode ser explicado pelo fato desses animais já terem iniciado a fase de deposição de gordura e, portanto, estavam entrando na fase assintótica da curva de crescimento (OWENS et al., 1993). Outro fator importante que contribuiu para esse resultado, é que machos apresentam maior quantidade de fibra muscular do que fêmeas, justificando o maior desenvolvimento corporal (GARDNER et al., 2007; NRC, 2007).

Ao estudar curvas de crescimento, além de estudar aspectos estatísticos na identificação do melhor ajuste é necessário também levar em consideração aspectos biológicos (MENDES et al., 2008). Os modelos não lineares são ferramentas importantes que podem ser adotadas pelos produtores, desde que determinem qual modelo melhor representa o crescimento e desenvolvimento do rebanho, permitindo que possa antecipar ou até mesmo prever qual o manejo mais adequado para ser aplicado no sistema de criação (FALCÃO et al., 2015).

Dentre os modelos comparados, observa-se que maior e menor valor para o parâmetro A foi encontrado para o modelo Von Bertalanffy e Logístico, respectivamente (Tabela 4). O valor de peso adulto estimado pelo modelo de Gompertz foi o que mais se aproximou do peso médio dos animais aos 289 dias (26,83 kg). Para o parâmetro K foi encontrado maior valor no modelo Logístico e menor no modelo de Von Bertalanffy (Tabela 4).

O parâmetro A representa o peso assintótico, podendo ser interpretado como o peso à maturidade. Entretanto, esse peso à maturidade depende da espécie, raça, seleção aplicada sobre o rebanho bem como do sistema de manejo adotado e das condições climáticas (MALHADO et al., 2008).

De acordo com Sousa et al. (2015), o peso adulto para machos e fêmeas da raça Somalis Brasileira pode variar de 40 a 60 kg e 30 a 50 kg, respectivamente. No entanto, o peso médio dos animais aos 289 dias para machos (28,5 kg) e fêmeas (25,2 kg) está abaixo desses valores. Provavelmente, isso se deve ao fato de que os animais utilizados nesse estudo são oriundos do rebanho de conservação da raça, onde a seleção dos animais é feito com base nas características fenotípicas e não pelas características produtivas (MAGALHÃES et al., 2013).

Tabela 4 - Estimativa e intervalo de confiança dos parâmetros da curva de crescimento de ovinos Somalis Brasileira em função dos modelos ajustados

Modelo	Parâmetros			R ²	QMR	C%	DMA	Intervalo de confiança 95%		
	A	B	K					A	B	K
Logístico	25,67	4,97	0,02	0,95	16,49	94,0	3,34	24,53-26,80	4,16-5,79	0,0151-0,019
Gompertz	27,19	2,12	0,01	0,95	16,09	100,0	4,09	25,56-28,82	1,91-2,32	0,0097-0,013
Von Bertalanffy	28,15	0,54	0,01	0,95	15,97	82,0	8,03	26,18-30,13	0,49-0,58	0,007-0,012

A: Valor interpretado como peso médio na maturidade; B: Constante de integração; K: Valor que expressa a taxa de maturidade; R²: Coeficiente de determinação; QMR: Quadrado médio do resíduo; %C: Porcentagem de convergência; DMA: Desvio médio absoluto.

Conforme Malhado et al. (2009), o parâmetro B representa a constante de integração e não possui valor biológico, sendo utilizado apenas para adequar o valor inicial do peso vivo (GUEDES et al., 2004).

Um importante parâmetro nos estudos de curva de crescimento é o K, que representa a velocidade com que o animal atinge o peso assintótico, ou seja, a taxa de maturidade. Animais que apresentam maiores valores de K são considerados animais mais precoces quando comparado com animais que apresentam menores valores de K (MALHADO et al., 2009).

Malhado et al. (2008), trabalhando com mestiços Santa Inês e Texel, observaram valores semelhantes para esse parâmetro nos mesmos modelos estudados no presente estudo, entretanto encontraram peso assintótico maior, indicando que apesar de possuírem taxas de maturidades semelhantes aos animais do presente estudo, os animais Somalis Brasileira atingem peso à maturidade mais rápido devido, provavelmente, à maior taxa de deposição de gordura. Para Souza et al. (2011), as variações nos valores da taxa de maturidade demonstra as variações na velocidade de crescimento dos animais.

O maior aporte energético para os animais que receberam a dieta sem restrição pode ter provocado o aumento na taxa de maturidade, já que é característica da raça a deposição de gordura de forma precoce, tendo em vista que as dietas com 0 e 15% de redução apresentavam 76,29 e 64,30% de NDT na primeira fase e 78,10 e 66,78% de NDT na segunda fase, respectivamente.

Ao avaliar machos e fêmeas da raça Santa Inês, Sarmiento et al. (2006) observaram resultados inversos ao verificado no presente estudo. Esses autores relataram que a hipótese do peso assintótico foi rejeitada e a taxa de maturidade foi aceita. Os autores deduziram que apesar de machos e fêmeas da raça Santa Inês apresentarem diferentes pesos à maturidade, os mesmos possuem a mesma taxa de maturidade e de crescimento. No presente estudo, os

machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira apresentaram peso à maturidade semelhante, mas com diferentes taxas de maturidade.

É importante salientar que dietas muito energéticas utilizadas para alimentação de fêmeas voltadas para reprodução podem ocasionar problemas reprodutivos, pois altas ingestões de energia podem estar relacionadas com a diminuição na qualidade embrionária e na fertilidade de fêmeas ruminantes (SANTOS et al., 2008). Sartori e Guardieiro (2010) relataram que mudanças na ingestão de energia podem influenciar a reprodução de fêmeas por alterar a duração e a intensidade do estro nesses animais.

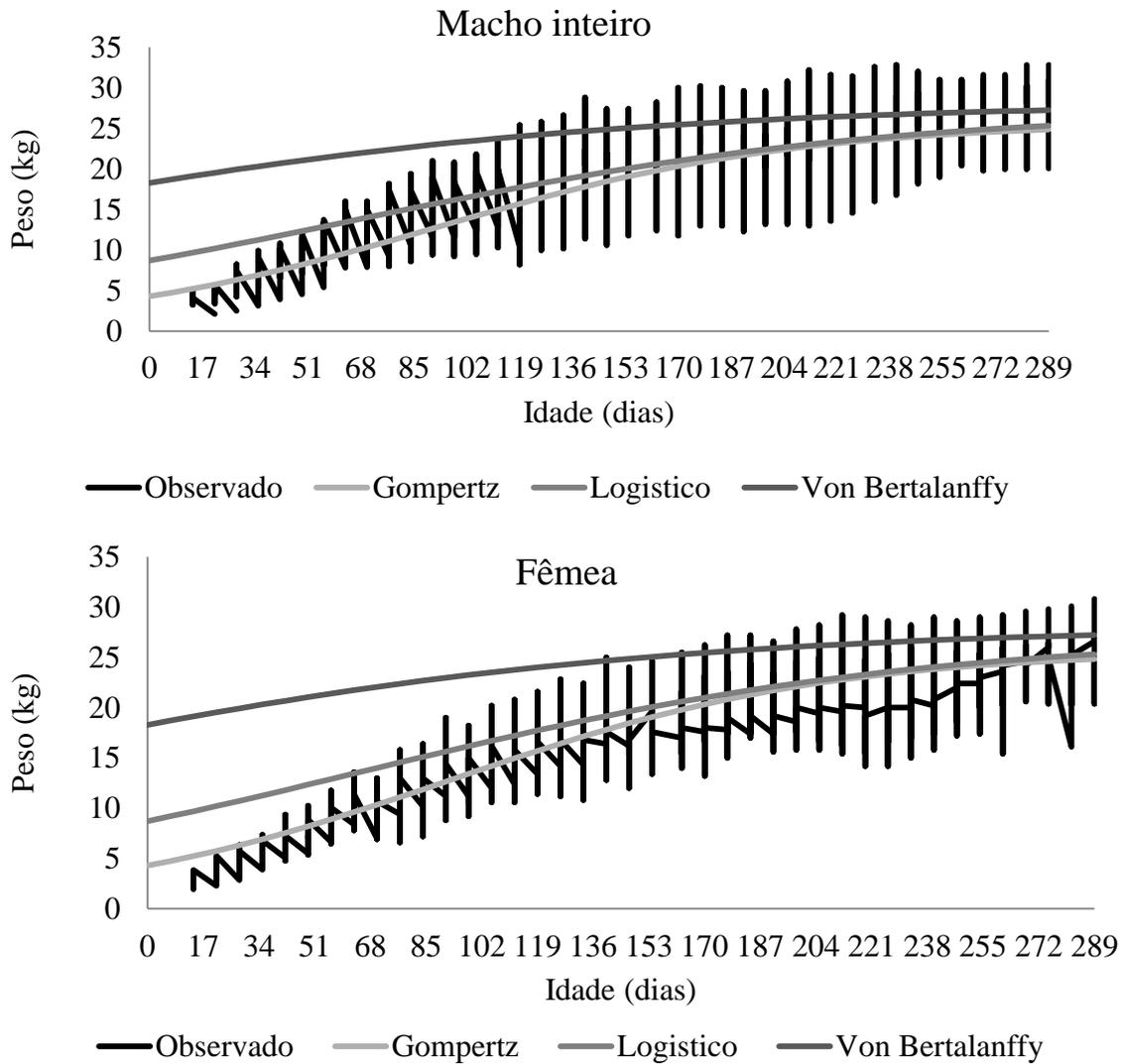
Outro fator a se considerar é o fornecimento de dietas com alto teor de concentrado. A dieta sem redução de NDT e PB, por exemplo, pode favorecer o aparecimento de doenças metabólicas devido ao baixo teor de fibra dietética (ROGÉRIO et al., 2018). Este fato foi observado no presente estudo, onde cerca de 25% dos ovinos que receberam a referida dieta apresentaram sinais subclínicos de acidose ruminal.

A maturidade foi alcançada mais rapidamente para animais alimentados com dietas sem redução devido à alta densidade energética dessa dieta, o que pode ter favorecido a rápida deposição de gordura pelos animais. Tendo em vista que a maturidade acontece quando se tem início a deposição de gordura na carcaça, levando a uma rápida diminuição na taxa de crescimento do animal, como pode ser observados na figura 3 para os animais que receberam a dieta sem redução.

Com base no coeficiente de determinação (R^2), constatou-se que ambos os modelos mostraram bom ajuste, com valores próximos de 95% (Tabela 4). Ao analisar o quadrado médio do resíduo (QMR), é possível observar que o modelo Von Bertalanffy apresentou menor valor (Tabela 4). Apesar de o modelo Logístico ter apresentado R^2 semelhante aos outros modelos, o mesmo apresentou a pior estimativa de QMR. Foi observado maior percentual de convergência (%C) para o modelo Gompertz (Tabela 4). Com relação ao desvio médio absoluto (DMA), pode-se observar que o modelo Von Bertalanffy apresentou maior desvio.

As curvas de crescimento ajustada para cada modelo para ovinos machos inteiros e fêmeas Somalis Brasileira podem ser observadas na figura 1. É possível notar que ambos os sexos os modelos Logísticos e Gompertz foram os que mais se ajustaram. No entanto, tendo em vista os valores de QMR e %C, o modelo Gompertz foi escolhido para ajustar as curvas de crescimento para ambos os sexos da raça Somalis Brasileira.

Figura 1 - Curvas de crescimento de machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira ajustada para cada modelo não linear



Fonte: Dados da pesquisa.

Vale ressaltar que a literatura é incipiente com relação a trabalhos de curvas de crescimento para a raça Somalis Brasileira, principalmente com o foco de descrever os padrões de crescimentos desses animais submetidos a diferentes planos nutricionais.

Os valores dos parâmetros ajustados para o modelo completo (Ω) e para o modelo reduzido (ω) para machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com 0 e 15% da redução para PB e NDT podem ser observados nas tabelas 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5 - Teste de verossimilhança de modelos para machos inteiros Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas nutricionais

Dietas	Parâmetros	Hipóteses				
		Ω	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4
M0 ^a	A1	28,62	-	28,87	30,47	-
	B1	7,92	7,736	-	5,47	-
	K1	0,024	0,023	0,021	-	-
M15 ^b	A2	31,94	-	55,88	25,48	-
	B2	4,27	4,178	-	5,15	-
	K2	0,019	0,013	0,006	-	-
COMUM	A	-	28,89	-	-	27,903
	B	-	-	6,744	-	5,05
	k	-	-	-	0,017	0,0172
χ^2 Calculado			1,1103	6,4809	17,1136	62,3663
Graus de Liberdade			1	1	1	3
P<0,05			0,1334	0,0001	<0,0001	<0,0001

Ω :Modelo completo; $\omega_{(1,2, 3 \text{ e } 4)}$:Modelo com restrição paramétrica; A:Valor interpretado como peso adulto; B:Constante de integração sem explicação biológica; K: Valor que expressa a taxa de maturidade: ^aMachos inteiros recebendo a dieta com 0% de redução para NDT e PB; ^bMachos inteiros recebendo a dieta com 15% da redução para NDT e PB.

Pode-se notar que para ambas as classes sexuais as hipóteses para os modelos ω_2 , ω_3 e ω_4 foram rejeitadas ($p<0,05$). Logo, os parâmetros B e K da equação comum não podem ser usados para as duas dietas. Assim, para as duas classes sexuais a redução de NDT e PB na dieta afetou a taxa de maturidade dos animais.

A partir da rejeição dos modelos restritos, pode-se afirmar que serão necessárias duas curvas de crescimento para machos inteiros e fêmeas: uma para a dieta sem redução e outra para a redução de 15%. Para machos inteiros, maior valor do parâmetro A foi encontrado para a dieta com 15% de redução e maior taxa de maturidade na dieta para a dieta sem redução para NDT e PB (Tabela 5). Para fêmeas os maiores valores para o parâmetro A e taxa de maturidade foram encontrados em animais alimentados com a dieta sem redução (Tabela 6).

Tabela 6 - Teste de verossimilhança de modelos para fêmeas Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas nutricionais

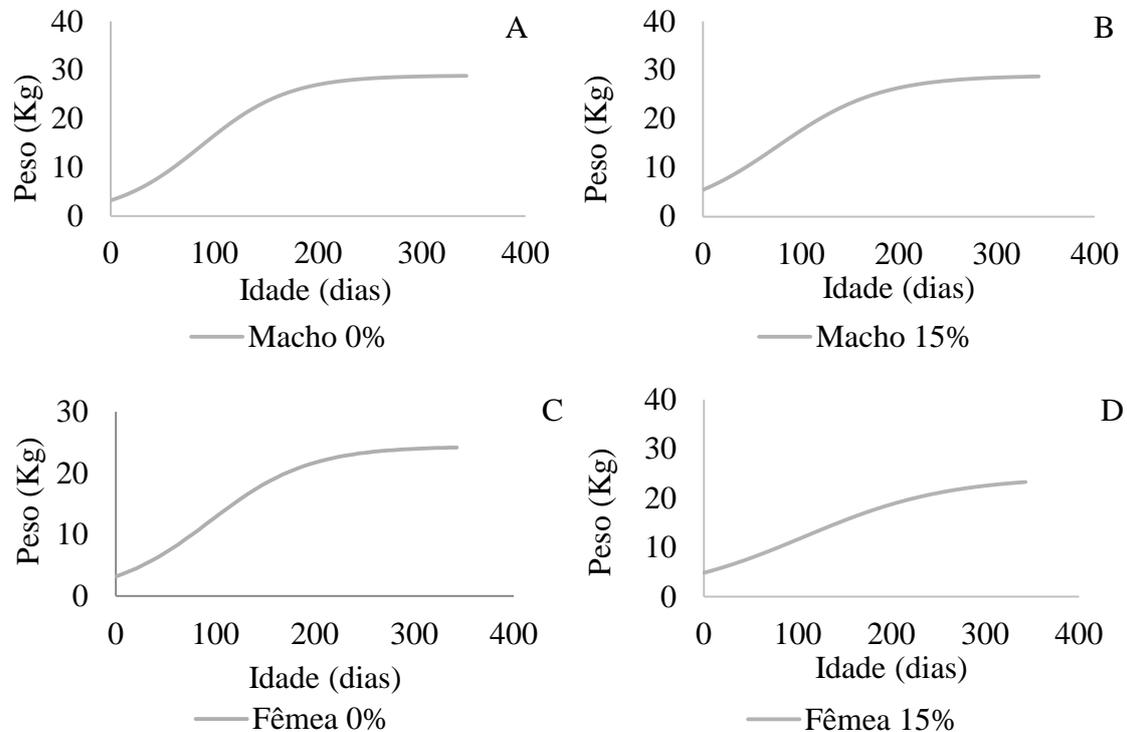
Dietas	Parâmetros	Hipóteses				
		Ω	ω_1	ω_2	ω_3	ω_4
F0 ^a	A1	24,43	-	24,98	25,55	-
	B1	6,65	6,69	-	5,31	-
	K1	0,02	0,021	0,018	-	-
F15 ^b	A2	24,00	-	23,00	21,59	-
	B2	4,02	4,01	-	4,83	-
	K2	0,013	0,012	0,015	-	-
COMUM	A	-	24,37	-	-	23,54
	B	-	-	4,98	-	5,02
	k	-	-	-	0,018	0,017
$\chi^2_{\text{Calculado}}$			0,0525	6,8976	7,9235	57,9652
Graus de Liberdade			1	1	1	3
P<0,05			0,479	0,0001	<0,0001	<0,0001

Ω :Modelo completo; $\omega_{(1,2, 3 \text{ e } 4)}$:Modelo com restrição paramétrica; A:Valor interpretado como peso adulto; B:Constante de integração sem explicação biológica; K: Valor que expressa a taxa de maturidade: ^aFêmeas recebendo a dieta com 0% de redução para NDT e PB; ^bFêmeas recebendo a dieta com 15% da redução para NDT e PB.

Os machos inteiros e as fêmeas apresentaram o peso a maturidade semelhantes e taxas de maturidade diferentes quando comparado às duas dietas oferecidas. Assim, é possível inferir que apesar de machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira atingir um mesmo peso na maturidade quando oferecidas as dietas com 0 e 15% de redução, a taxa com que esse peso é alcançado é maior para ovinos que receberam a dieta sem redução de PB e NDT, pois os ovinos alimentados com a dieta mais energética apresentaram maior taxa de maturidade.

O ajuste da curva de crescimento para o modelo de Gompertz para machos inteiros que receberam a dieta com 0 e 15% de redução encontra-se na figura 2A e 2B, respectivamente. O ajuste para curva de crescimento para fêmeas submetidas a dietas com 0 e 15% de redução para PB e NDT pode ser observado nas figuras 2C e 2D, respectivamente.

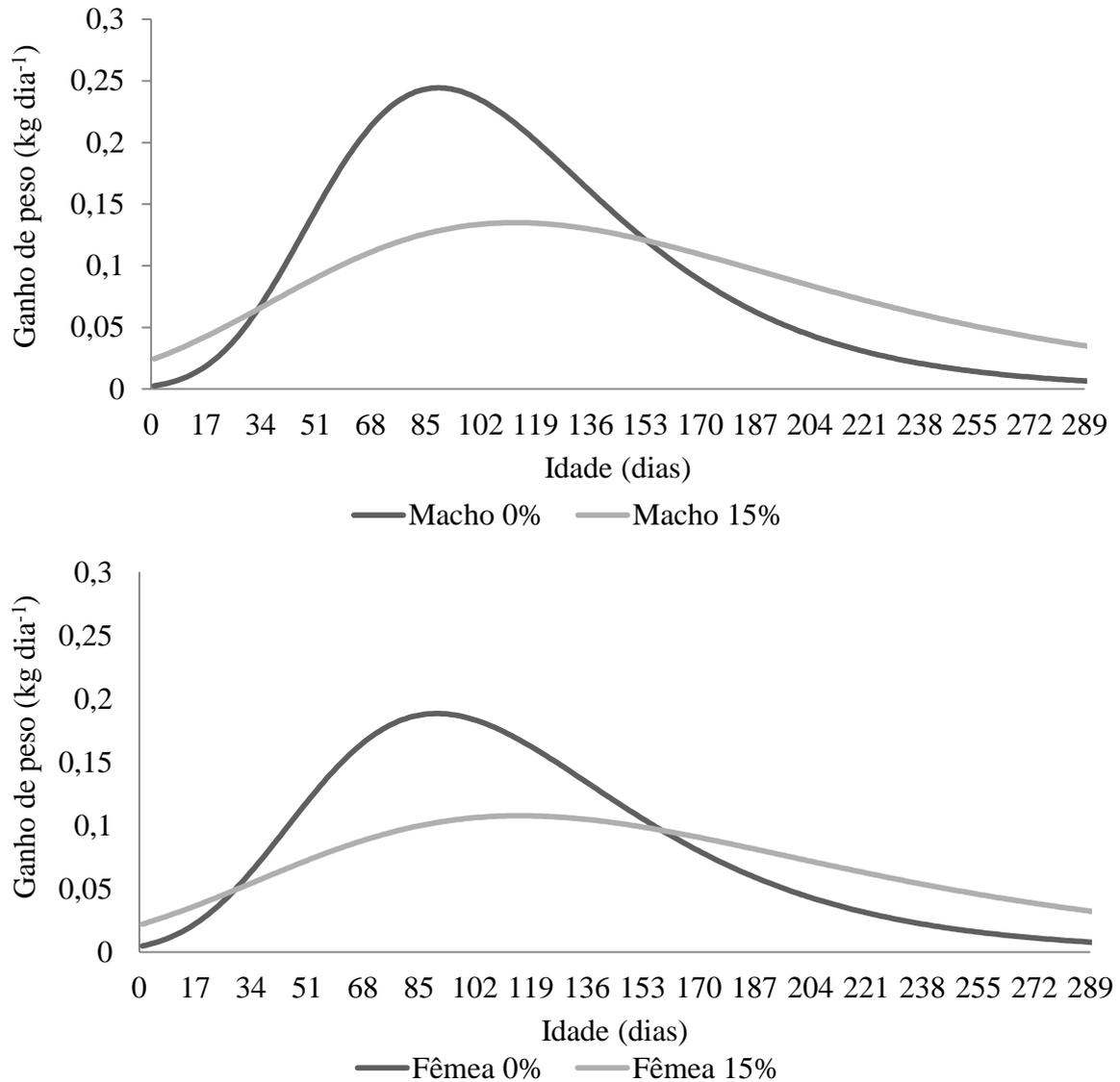
Figura 2 - Curvas de crescimento ajustadas com o modelo de Gompertz para machos inteiros Somalis Brasileira recebendo dietas com redução de 0% (2A) e 15% (2B) para PB e NDT e fêmeas Somalis Brasileira alimentadas com dietas com redução de 0% (2C) e 15% (2D) para PB e NDT



Fonte: Dados da pesquisa.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) estimada pelo modelo de Gompertz para machos inteiros e fêmeas é apresentada na figura 3. Para ambas as classes sexuais, os ovinos que receberam a dieta sem redução apresentaram TCA próximo dos 90 dias, com valores de 0,244 e 0,188 kg dia⁻¹ para machos inteiros e fêmeas, respectivamente. Os ovinos alimentados com a dieta de 15% de redução apresentaram o ponto de inflexão para os machos inteiros aos 113 dias (0,135 kg dia⁻¹) e para as fêmeas aos 116 dias (0,107 kg dia⁻¹).

Figura 3 - Taxa de crescimento absoluto estimado pelo modelo Gompertz para machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com 0 e 15% de redução para PB e NDT



Fonte: Dados da pesquisa.

O fato dos animais alimentados com a dieta sem redução ter apresentado ponto máximo de crescimento próximo aos 90 dias pode ser justificado pela maior densidade energética da dieta devido ao maior valor de NDT (Tabela 2), levando o animal a apresentar um *pool* no crescimento.

O conhecimento do ponto de inflexão da TCA pode permitir aos produtores estabelecer um sistema alimentar específico e mais eficiente, permitindo que sejam otimizadas as tomadas de decisões no sistema de produção de carne (FIGUEIREDO FILHO et al., 2012). Assim é

possível adotar a dieta sem redução de nutrientes quando as condições forem favoráveis para a venda de carne ovina, pois há um maior ganho de peso dos animais e, conseqüentemente, mais rápido esses animais chegam à idade ao abate. Caso as condições não sejam favoráveis, é possível adotar a dieta com 15% de redução, o que permite adiar a venda da carne ovina já que os animais irão demorar mais a chegar à idade ao abate em decorrência do menor ganho de peso.

Sarmento et al. (2006) e Figueiredo Filho et al.(2012) relataram que fatores como manejo alimentar inadequado e o aumento no requerimento por nutrientes à medida que o animal cresce são os principais fatores que levam ao decréscimo da curva da TCA.

Vale ressaltar que a dieta sem restrição apresentou um menor teor de FDN do que a dieta com 15% de redução. Esse maior teor de FDN pode ter prejudicado o crescimento dos animais, pois dietas com altos teores desse nutriente tendem a reduzir o consumo de matéria seca, afetando o desempenho animal (ARRIGONI et al., 2013).

4.4 Conclusão

A eficiência alimentar não é afetada pela classe sexual para ovinos da raça Somalis com até oito meses de idade e nem pela dieta oferecida para ovinos com mais de oito meses de idade. O modelo que mais se ajustou para a curva de crescimento de ovinos da raça Somalis Brasileira foi o de Gompertz. A redução de 15% para NDT e PB afeta a taxa de maturidade em machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira. Os machos inteiros apresentaram maior TCA do que as fêmeas.

5 CAPÍTULO IV - VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA PRODUÇÃO DE OVINOS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA

5.1 Introdução

Em regiões semiáridas, a escassez de forragem em determinados meses do ano pode comprometer o desempenho animal, sendo necessária a utilização de tecnologias para intensificar a produção, dentre a qual se destaca o confinamento animal (VIEIRA et al., 2012). Em sistemas de confinamento é comum adotar dietas de alto concentrado para garantir um rápido desempenho animal, no entanto, há um aumento nos custos com alimentação devido ao preço dos insumos (CIRNE et al., 2013) e à maior probabilidade de ocorrência de doenças metabólicas devido ao menor teor de fibra na dieta (ROGÉRIO et al., 2018). Apesar de o confinamento apresentar maior custo de produção quando comparado à terminação a pasto, há um maior desempenho dos animais, maior eficiência alimentar e menor tempo para os animais atingirem o peso ao abate (SOUZA et al., 2014).

Vale ressaltar que estudos de viabilidade econômica para sistemas de criação com animais da raça Somalis Brasileira ainda são escassos na literatura. Entretanto, essa raça se destaca devido à ótima adaptação às condições semiáridas e ao bom desempenho, sendo uma boa opção para sistemas localizados nessas regiões.

Portanto, é necessário gerar informações que possam auxiliar os produtores na tomada de decisões em um sistema produtivo no intuito de aumentar a produção de carne com economicidade e, assim, atender a crescente demanda do mercado por carne ovina (BARROS et al., 2009). De acordo com Oliveira (2017) e Santos (2018) a utilização de dieta com 15% de redução nos teores de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta pode ser adotada em sistemas produtivos de ovinos deslanados em sistema de confinamento em regiões semiárida.

Diante disso, objetivou-se avaliar a viabilidade econômico-financeira de duas classes sexuais de ovinos da raça Somalis Brasileira em confinamento recebendo dietas com 0 e 15% de redução nos teores de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta.

5.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Respirometria do Semiárido (LARESA) da Embrapa Caprinos e Ovinos, localizado em Sobral-CE, a 3° 41”S e 40° 20”W. O clima da região é do tipo BSh”, segundo a classificação de Köppen.

Os animais utilizados pertenciam ao rebanho de conservação da raça Somalis Brasileira da Embrapa Caprinos e Ovinos. Foram utilizados 16 animais, sendo 8 machos inteiros (15,75±2,25 kg) e 8 fêmeas (14,91±2,12 kg), com quatro meses de idade. Os animais foram identificados e alojados em gaiola metabólica individual. Água e sal mineral foram disponibilizados à vontade.

Adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 2x2, onde os tratamentos foram constituídos por duas dietas formuladas de acordo com o NRC (2007), com base em dois níveis de redução (0 e 15%) de nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) e duas classes sexuais (machos inteiros e fêmeas), com quatro repetições. As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2007), prevendo maturidade precoce para animais com 20 kg de peso corporal e ganho médio diário de 200 g dia⁻¹. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia: às 8h00min e às 16h00min, permitindo-se até 5% de sobras. O período de adaptação foi de 14 dias.

A partir da pesagem realizada semanalmente, foram registrados o peso vivo inicial (kg) e o peso vivo final (kg), usado para calcular o ganho de peso médio diário (g dia⁻¹). O consumo de matéria seca (g dia⁻¹) foi obtido pela subtração da quantidade de alimento fornecido pela quantidade de sobras diárias. A eficiência alimentar foi calculada como ganho de peso médio diário em função do consumo de matéria seca (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros produtivos de ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com e sem restrição de NDT e PB

Parâmetros	Macho inteiro		Fêmea	
	Dieta		Dieta	
	0%	15%	0%	15%
PCI (kg)	15,47	13,00	11,25	12,15
PCF (kg)	27,67	25,95	23,55	22,7
GPT (kg)	12,20	12,95	12,30	10,55
GPMD (kg dia ⁻¹)	0,068	0,072	0,068	0,059
CMS (g dia ⁻¹)	460,35	369,31	469,03	401,12
CA	6,79	5,13	6,86	6,84
EA	0,15	0,19	0,15	0,15

PCI: Peso corporal inicial; PCF: Peso corporal final; GPT: Ganho de peso total; GPMD: Ganho de peso médio diário; CMS: Consumo de matéria seca; CA: Conversão alimentar EA: Eficiência alimentar.

O período considerado para a análise econômica foi de 180 dias. Foram simulados quatro cenários produtivos, levando em consideração as duas dietas e duas classes sexuais. As extrapolações levaram em consideração a terminação de 400 borregos por ano.

Cenário 1: Machos inteiros recebendo a dieta com 0% de redução para nutrientes digestíveis totais e proteína bruta.

Cenário 2: Machos inteiros recebendo a dieta com 15% de redução para nutrientes digestíveis totais e proteína bruta.

Cenário 3: Fêmeas recebendo a dieta com 0% de redução para nutrientes digestíveis totais e proteína bruta.

Cenário 4: Fêmeas recebendo a dieta com 15% de redução para nutrientes digestíveis totais e proteína bruta.

A avaliação econômica foi realizada a partir de uma análise descritiva dos dados por meio do *software* Avaliação Econômica de Tecnologia em Sistemas de Produção Agropecuária (AVETEC) desenvolvido pela Embrapa, possibilitando a análise do custo de produção e dos indicadores de viabilidade econômica.

Para obtenção dos custos, foram considerados os valores dos produtos no comércio do município de Sobral - CE no ano de 2018 (Tabela 2). Os custos totais foram compostos por custos variáveis, que compreende gastos com insumos relacionados à sanidade, alimentação, mão de obra, entre outros e por custos fixos como manutenção de equipamentos, custos com depreciação e custo de oportunidade (custo de oportunidade de custeio e do capital investido) (GUIDUCCI et al., 2012).

Tabela 2 - Custos dos ingredientes e das dietas e a quantidade de cada ingrediente utilizado no período experimental

Alimento	Dieta					
	0%*	Valor ^a	Valor ^b	15%*	Valor ^a	Valor ^b
Feno de tifton	28,08	1,55	0,44	60,09	1,55	0,93
Milho	56,31	0,82	0,46	27,73	0,82	0,23
Farelo de soja	10,05	1,64	0,16	6,55	1,64	0,11
Óleo de soja	5,11	3,5	0,18	5,63	3,5	0,2
Calcário	0,45	0,5	0,002	-	-	-
Total	100	-	1,242	100	-	1,46

Ingrediente	Macho 0%	Macho 15%	Fêmea 0%	Fêmea 15%
	Quantidade (kg)			
Feno deTifton	24,404	37,544	21,969	34,712
Milho	48,598	17,288	43,093	14,788
Farelo de soja	8,62	4,026	7,596	3,503
Óleo de soja	4,168	3,153	3,911	2,796
Calcário	0,178	-	0,201	-

*Proporção dos alimentos nas dietas; ^aValor do produto por quilo (R\$/kg); ^bValor da dieta total baseado na proporção do alimento (R\$).

O custo com mão de obra foi baseado em um funcionário recebendo o valor de um salário mínimo de R\$ 954,00, valor referente ao mês de janeiro de 2018. O preço da compra dos cordeiros foi de R\$ 5,50 e para o preço de venda foi realizado uma pré-análise para determinar o melhor preço. A receita total foi obtida pela multiplicação do peso vivo final pelo valor de venda em cada sistema de produção.

Os indicadores econômicos analisados foram: receita total (RT), custo total (CT), renda líquida (RL), renda da família (RF), ponto de nivelamento (PN), taxa de retorno (TRe) e produtividade total, calculados conforme Guiducci et al. (2012).

Os indicadores financeiros considerados foram: valor presente líquido (VPL), valor presente líquido anualizado (VPA), *pay back*, taxa interna de retorno (TIR), taxa interna de retorno modificada (TIRM), índice de lucratividade (IL) e taxa de rentabilidade (TR), calculados conforme Guiducci et al. (2012). Também foram realizados testes de sensibilidade referente à simulação de 10, 20 e 30% de aumento e de redução no valor da venda do produto.

5.3 Resultados e Discussão

Para ambos os sexos, os maiores custos foram para as dietas com 0% de redução. Independentemente do cenário, o fator que mais contribuiu para o aumento nos custos foi a alimentação, representando 48,68; 44,70; 46,36 e 42,59% dos custos totais para machos inteiros e fêmeas alimentados com as dietas 0 e 15% de redução, respectivamente (Tabela 3).

Os maiores custos observados para ovinos alimentados com a dieta com 0% de redução se deve ao fato de que essa dieta apresentava alta proporção de concentrado. De acordo com Silva et al. (2016), dietas que apresentam maior relação concentrado: volumoso tendem a ter um maior custo devido à maior utilização de grãos na dieta. Além do mais, a soma do preço por quilo desses ingredientes é mais caro do que o preço do quilo do feno, como pode ser observado na tabela 4. Ademais, quando esses ingredientes não são produzidos ou produzidos em quantidades insuficientes para atender a demanda da região, há necessidade de comprar de outras regiões, o que pode encarecer ainda mais o produto.

Assim, o fato dos custos totais e custos com a alimentação ter sido menores para ovinos alimentados com a dieta com 15% de redução do que para ovinos que receberam a dieta com 0% de redução é um fator importante e que deve ser levado em consideração pelo produtor, pois com a redução dos nutrientes há uma menor proporção de concentrado na dieta, o que leva ao menor custo. Mas é importante que a nova dieta atenda as exigências dos animais (STIVARI et al., 2014).

Tabela 3 - Custos de produção anual (R\$) para terminação de 400 ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com diferentes reduções de NDT e PB

Custos (R\$)	Macho inteiro		Fêmea	
	Dieta		Dieta	
	0%	15%	0%	15%
Alimentação	48.030,18	40.575,34	43.531,20	37.084,06
Sanidade	1.210,00	1.210,00	1.210,00	1.210,00
Mão de obra	11.976,00	11.976,00	11.976,00	11.976,00
Outros custos ¹	27.596,80	27.596,80	27.596,80	27.596,80
Manutenção	353,50	353,50	353,50	353,50
Depreciação	2.150,00	2.150,00	2.150,00	2.150,00
Custos de oportunidade	7.358,19	6.910,90	7.088,25	6.701,42
Custo total	98.674,66	90.772,53	93.905,75	87.071,78

¹Energia elétrica, caderno zootécnico, Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural e aquisição de animais.

Na tentativa de baratear os custos com a alimentação, o produtor pode buscar alternativas alimentares, como a adoção de alimentos alternativos, levando em consideração a disponibilidade do mesmo na região (ROGÉRIO et al., 2013). Oliveira (2017) e Santos (2018), ambos trabalhando com ovinos deslanados na região semiárida relataram que a redução de nutrientes na alimentação desses animais é uma alternativa viável para o sistema de produção.

O segundo fator que mais aumentou as despesas foi a variável outros custos, que inclui os custos com energia elétrica, caderno zootécnico, Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural e a aquisição de animais, onde esse último fator foi o que mais contribuiu para os maiores valores dessa variável.

A aquisição dos animais é uma das principais fontes de custos do sistema produtivo. Batista et al. (2018), trabalhando com cordeiros do grupamento genético Pantaneiro relataram que em sistema de confinamento os itens de maior custo são a alimentação e a compra de animais.

A maior receita total foi encontrada para machos inteiros (R\$ 105.146,00) alimentados com a dieta com 0% de redução, já fêmeas alimentadas com a dieta com 15% de redução apresentaram a menor receita total (R\$92.162,00) (Tabela 4). Entretanto, independentemente da dieta, os machos inteiros apresentaram maiores valores de receita total do que as fêmeas.

Tabela 4 - Indicadores econômicos para terminação de 400 ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com diferentes reduções de NDT e PB

Indicador econômico	Macho inteiro		Fêmea	
	Dieta		Dieta	
	0%	15%	0%	15%
Receita Total (R\$)	105.146,00	98.610,00	95.613,00	92.162,00
Custo total (R\$)	98.674,66	90.772,53	93.905,75	87.071,78
Renda líquida (R\$)	6.471,34	7.837,47	1.707,25	5.090,22
Renda da família (R\$)	6.471,34	7.837,47	1.707,25	5.090,22
Ponto de nivelamento (kg)	10.386,81	9.555,00	9.251,80	8.578,50
Taxa de retorno (%)	6,56	8,63	1,82	5,85
Produtividade total	1,07	1,09	1,02	1,06

A maior receita total para os machos inteiros pode estar relacionada ao maior peso vivo final (Tabela 1), que foi considerado como o peso para venda. Já a menor receita observada para as fêmeas pode estar relacionada ao menor peso corporal final desses animais quando comparado ao peso final dos machos inteiros (Tabela 1). Para Paim et al. (2011), quando o

pagamento é feito com base no peso vivo animal, os animais com maior peso representaram a maior receita total. Assim, o preço de venda adotado de R\$ 9,50 e R\$ 10,15 por quilo para machos inteiros e fêmeas, respectivamente, garantiu maior receita e melhores índices econômicos dos sistemas.

A maior renda líquida foi observada para machos inteiros (R\$ 7.837,47) que receberam a dieta com 15% de redução, enquanto a menor renda líquida foi encontrada para fêmeas (R\$1.707,25) alimentadas com a dieta com 0% de redução (Tabela 4). A renda líquida de machos inteiros alimentados com a dieta com 0% de redução foi R\$ 1.366,13 menor que os machos alimentados com a dieta com 15% de redução. Já para as fêmeas a diferença entre as duas dietas foi de R\$ 3.382,97.

Conforme Guiducci et al. (2012), para que a atividade seja rentável e para que haja a possibilidade de expansão da atividade, é necessário que a renda líquida seja igual ou maior do que zero, o que foi encontrado neste estudo.

O maior custo total para machos inteiros e fêmeas alimentados com a dieta sem redução contribuiu para a menor renda líquida para esse cenário, quando comparado aos cenários com dieta de 15% de redução.

É possível observar que nenhum dos cenários apresentou renda líquida negativa, ou seja, a redução de NDT e PB não afetou o atendimento às demandas nutricionais dos ovinos, já que nível de produção não tornou a renda líquida negativa. Para Barros et al. (2015), quando a atividade demonstra renda líquida positiva e os custos são cobertos pela receita, o sistema produtivo passa a apresentar uma capitalização positiva e torna-se uma atividade economicamente viável.

Nota-se que o menor ponto de nivelamento foi observado para fêmeas alimentadas com a dieta com 15% de redução, coincidindo com o menor custo total (Tabela 4). Para machos inteiros e fêmeas, a maior taxa de retorno foi encontrada para ovinos alimentados com a dieta com 15% de redução (Tabela 4). No entanto, todos os cenários apresentaram valores positivo para a taxa de retorno. Para ovinos alimentados com a dieta com 15% de redução, foi possível recuperar, para cada R\$ 1,00 gasto, a quantia de R\$ 8,63 e R\$ 5,85 para machos inteiros e fêmeas, respectivamente.

A maior produtividade total foi encontrada para o cenário em que machos inteiros foram alimentados com a dieta com 15% de redução (1,09) e menor para fêmeas alimentadas com a dieta com 0% de redução (1,02) (Tabela 4).

O ponto de nivelamento representa a quantidade de quilos de carne vendida para que os custos totais sejam recuperados (GUIDUCCI et al., 2012). De acordo com Santos (2018), o

valor do ponto de nivelamento diz respeito ao nível de produção em que a renda líquida seja igual a zero. Entretanto, à medida que esse ponto reduz, a atividade pode tornar-se não rentável, gerando uma renda líquida negativa. Sendo assim, nível de produção abaixo do encontrado geraria uma renda líquida negativa, tornando a atividade inviável.

A taxa de retorno consiste na relação entre a renda líquida e o custo total, representando a proporção de cada unidade monetária gasta na atividade e que resulta em renda líquida (GUIDUCCI et al., 2012).

A menor produtividade total observado para as fêmeas alimentadas com a dieta sem redução de NDT e PB é em decorrência da menor renda líquida, pois à medida que a renda líquida diminui há redução na produtividade total. De acordo com Guiducci et al. (2012), para que a atividade seja viável é necessário que a produtividade total seja no mínimo 1,00 e quanto maior for o valor, melhor será a rentabilidade e mais eficiente será a atividade.

Ao comparar as dietas dentro da classe sexual, é possível notar que a dieta com 15% de redução apresentou valores mais favoráveis para renda líquida, ponto de nivelamento, taxa de retorno e produtividade total. Inferindo que, para regiões semiáridas, a redução de 15% nos teores de NDT e PB permite a obtenção de lucros, tornando o sistema produtivo.

Ao considerar um período de 10 anos e um preço de venda de R\$ 9,50 e R\$ 10,15 para machos inteiros e fêmeas, respectivamente, foi encontrado um valor presente líquido (VPL) e valor presente líquido anualizado (VPLA) positivo para todos os cenários (Tabela 5).

Os maiores valores do VPL para machos inteiros e para fêmeas foram observados para os ovinos que receberam a dieta com 15% de redução, com valor de R\$ 47.180,69 e R\$ 25.418,98, respectivamente. O VPLA seguiu o mesmo comportamento, com valores de R\$ 6.410,34 e R\$ 3.453,62 para machos inteiros e fêmeas, respectivamente, alimentados com a dieta com 15% de redução (Tabela 5).

Conforme Guiducci et al. (2012), o VPL é um indicador financeiro que deve ser levado em consideração, sendo que a atividade só é viável quando a receita é maior que o investimento gerado, ou seja, o VPL tem que ser maior que zero. Assim, é possível afirmar que a redução de 15% nos teores de NDT e PB da dieta não prejudicou a viabilidade econômica. Apesar do cenário com fêmeas alimentadas com a dieta sem redução ter apresentado menor VPL, entretanto esse foi superior a zero. Assim, é possível afirmar, a partir dos valores de VPL e VPLA, que os cenários são viáveis.

Tabela 5 - Indicadores financeiros para terminação de 400 ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com diferentes reduções de NDT e PB

Indicador financeiro	Macho inteiro		Fêmea	
	Dieta		Dieta	
	0%	15%	0%	15%
Valor presente líquido (R\$)	40417,95	47180,69	3367,13	25418,98
Valor presente líquido anualizado (R\$)	5491,50	6410,34	457,48	3453,62
<i>Pay back</i> (anos)	6,14	5,50	10,00	8,29
Taxa interna de retorno (% a.a.)	18,66	20,72	7,08	14,04
Taxa interna de retorno modificada (% a.a.)	12,73	13,57	6,73	10,64
Índice de lucratividade	1,85	1,99	1,07	1,54
Taxa de rentabilidade (%)	85,09	99,33	7,09	53,51

O menor tempo de recuperação do capital investido para machos inteiros e fêmeas foi observado em ovinos alimentados com a dieta com 15% de redução, com tempo de 5,5 e 8,29 anos, respectivamente (Tabela 5). Independentemente da dieta oferecida, os cenários com machos inteiros apresentaram menor tempo de recuperação quando comparado com as fêmeas.

O *pay back* refere-se ao tempo necessário para que o valor investido na atividade seja recuperado (GUIDUCCI et al., 2012). O menor tempo de recuperação do capital investido para os cenários com machos inteiros quando comparado com o cenário das fêmeas, independente da dieta ofertada, é devido a maior renda líquida, VPL e VPLA. O tempo de *pay back* é um fator importante e que deve ser avaliado com cuidado, assim as condições mais favoráveis tendem a diminuir o tempo de retorno do investimento (ROGÉRIO et al., 2019).

Com relação à taxa interna de retorno (TIR), observaram-se maiores valores para machos inteiros alimentados com as dietas 0 e 15% de redução, sendo que os ovinos alimentados com a dieta com 15% de redução apresentaram uma taxa de retorno 2,06% maior que os animais submetidos à dieta com 0% de redução (Tabela 5).

A menor TIR foi observada para fêmeas alimentadas com dieta com 0% de redução, apresentando uma taxa de retorno de 6,96% menor que as fêmeas que receberam a dieta com 15% de redução. A taxa interna de retorno modificada, o índice de lucratividade e a taxa de rentabilidade seguiram o mesmo comportamento da TIR (Tabela 5).

Em todos os cenários, a TIR ficou acima da taxa mínima de atratividade (6% a.a.), assim é possível afirmar que a redução de 15% na concentração de NDT e PB é economicamente viável. O fato da dieta com 15% de redução ter proporcionado a maior TIR

pode está relacionado ao menor tempo de recuperação do capital investido bem como ao maior índice de lucratividade e taxa de rentabilidade para animais alimentados com essa dieta.

É possível notar que para os três níveis de menor favorabilidade, machos inteiros e fêmeas, independentemente da dieta oferecida, apresentaram os indicadores financeiros negativos (Tabelas 6 e 7). Em nenhum momento, ao longo do horizonte dos 10 anos, o valor seria recuperado, como pode ser observado pelos valores zerados no *pay back* (Tabelas 6 e 7).

Por meio da análise de sensibilidade é possível identificar os limites que os preços podem variar sem prejudicar a viabilidade econômica da produção (GUIDUCCI et al., 2012). Quando há variação negativa no preço de venda dos animais, o produto tende a ser desvalorizado para todos os cenários estudados, tornando a atividade inviável.

A análise de sensibilidade demonstrou que a atividade passa a ser viável à medida que aumenta 10, 20, ou 30% sobre o preço de venda do cordeiro (Tabelas 6 e 7). Para a condição de maior favorabilidade, os machos inteiros e as fêmeas que foram alimentados com a dieta que possuía 0% de redução apresentaram o tempo de retorno do investimento, TIR, índice de lucratividade e a taxa de rentabilidade semelhante aos machos inteiros que receberam a dieta com 15% de redução para os mesmos níveis de favorabilidade (Tabelas 6 e 7).

O aumento nos níveis de favorabilidade ocasiona uma redução no tempo de retorno do investimento e aumento na TIR, índice de lucratividade e taxa de rentabilidade, o que favorece a rentabilidade da atividade. Os níveis positivos de favorabilidade permitiram que os indicadores financeiros para machos inteiros e fêmeas ficassem acima dos valores mínimos indicados por Guiducci et al. (2012).

Tabela 6 - Análise de sensibilidade do sistema financeiro para terminação de 400 machos inteiros da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Indicador financeiro	Menor favorabilidade (%)			Maior favorabilidade (%)		
	-10	-20	-30	10	20	30
	Macho inteiro 0%					
Valor presente líquido (R\$)	-36970,42	-114358,79	-191747,16	117806,32	195194,69	272583,07
VPLA (R\$) ¹	-5023,10	-15537,70	-26052,30	16006,10	26520,70	37035,30
<i>Pay back</i> (anos)	0,00	0,00	0,00	2,65	1,69	1,24
Taxa interna de retorno (% a.a.)	0,00	0,00	0,00	41,68	64,08	86,31
TIRM (% a.a.) ²	-5,35	-16,43	-25,48	20,08	24,78	28,28
Índice de lucratividade	0,22	-1,41	-3,04	3,48	5,11	6,74
Taxa de rentabilidade (%)	-77,83	-240,76	-403,68	248,01	410,94	573,86
	Macho inteiro 15%					
Valor presente líquido (R\$)	-25397,12	-97974,94	-170552,76	119758,51	192336,33	264914,15
VPLA (R\$)	-3450,66	-13311,66	-23172,66	16271,34	26132,34	35993,34
<i>Pay back</i> (anos)	0,00	0,00	0,00	2,61	1,71	1,27
Taxa interna de retorno (% a.a.)	0,00	0,00	0,00	42,25	63,26	84,11
TIRM (% a.a.)	-1,81	-14,49	-22,84	20,22	24,63	27,97
Índice de lucratividade	0,47	-1,06	-2,59	3,52	5,05	6,58
Taxa de rentabilidade (%)	-53,47	-206,26	-359,06	252,12	404,92	557,71

VPLA: valor presente líquido anualizado; TIRM: taxa interna de retorno modificada.

Tabela 7 - Análise de sensibilidade do sistema financeiro para terminação de 400 fêmeas da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas

Indicador financeiro	Menor favorabilidade (%)			Maior favorabilidade (%)		
	-10	-20	-30	10	20	30
	Fêmea 0%					
Valor presente líquido (R\$)	-67004,87	-137376,87	-207748,87	73739,13	144111,13	214483,13
VPLA (R\$)	-9103,82	-18665,12	-28226,42	10018,78	19580,08	29141,38
<i>Pay back</i> (anos)	0,00	0,00	0,00	3,91	2,22	1,55
Taxa interna de retorno (% a.a.)	0,00	0,00	0,00	28,70	49,33	69,63
TIRM (% a.a.)	-10,42	-19,04	-27,72	16,41	21,86	25,74
Índice de lucratividade	-0,41	-1,89	-3,37	2,55	4,03	5,52
Taxa de rentabilidade (%)	-141,06	-289,21	-437,37	155,24	303,39	451,54
	Fêmea 15%					
Valor presente líquido (R\$)	-42413,06	-110245,09	-178077,12	93251,01	161083,05	228915,08
VPLA (R\$)	-5762,58	-14978,78	-24194,98	12669,82	21886,02	31102,22
<i>Pay back</i> (anos)	0,00	0,00	0,00	3,23	2,00	1,46
Taxa interna de retorno (% a.a.)	0,00	0,00	0,00	34,48	54,24	73,78
TIRM (% a.a.)	-6,41	-15,95	-23,75	18,16	22,90	26,41
Índice de lucratividade	0,11	-1,32	-2,75	2,96	4,39	5,82
Taxa de rentabilidade (%)	-89,29	-232,09	-374,90	196,32	339,12	481,93

VPLA: valor presente líquido anualizado; TIRM: taxa interna de retorno modificada.

No nível 30% da maior favorabilidade, as fêmeas alimentadas com a dieta com 15% de redução apresentaram menor tempo *pay back*, maior TIR, índice de lucratividade e taxa de rentabilidade do que as fêmeas que receberam a dieta com 0% de redução para o mesmo nível de favorabilidade (Tabela 7).

Vale ressaltar que a dieta sem redução de NDT e PB apresenta baixa relação volumoso: concentrado, o que favoreceu o aparecimento de doenças metabólicas como a acidose ruminal. De acordo com Nagaraja e Titgemeyer (2006) e Rogério et al. (2018), dietas que possuem alta proporção de concentrado favorecem o aparecimento de doenças metabólicas devido à maior produção de ácidos graxos e menor quantidade de fibra na dieta.

No presente estudo, em torno de 25% dos animais alimentados com a dieta sem redução apresentaram sinais subclínicos de acidose.

Os ovinos alimentados com essa dieta apresentaram maiores dificuldades de adaptação à dieta, onde havia dias em que os animais consumiam toda a dieta ofertada e outros dias consumiam apenas o feno, provavelmente, na busca de regular de atender a demanda mínima de fibra para um bom funcionamento do rúmen e manter o pH ruminal em níveis adequados, evitando possíveis distúrbios metabólicos (MACEDO JUNIOR et al., 2006).

5.4 Conclusão

Independentemente da classe sexual, a redução de 15% de NDT e PB não afeta os índices econômicos e financeiros, sendo recomendado a sua utilização para ovinos Somalis Brasileira na fase de crescimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os grupos genéticos deslanados presentes no Brasil, a raça Somalis Brasileira apresenta um grande potencial para exploração nos sistemas de produção da região semiárida do nordeste brasileiro, pois apresenta uma alta adaptabilidade às condições edafoclimáticas assim como também aos sistemas de produção adotados na referida região. Entretanto, ainda são poucos os dados de pesquisas com essa raça no que se refere ao desempenho dos animais submetidos a diferentes planos nutricionais, sendo, portanto, necessárias mais pesquisas com intuito de proporcionar mais resultados sobre o desempenho de ovinos da raça Somalis Brasileira quando submetidos, notadamente, a dietas com maiores proporções de concentrados.

Quando se trabalha com animais para corte, o principal objetivo é a redução da idade de abate a partir de um melhor desempenho dos cordeiros e, esse objetivo pode ser alcançado pela utilização de dietas com maior proporção de concentrado, o que pode proporcionar conseqüentemente maior disponibilidade de energia aos animais submetidos a estas dietas. Todavia, os animais ficam mais susceptíveis a problemas metabólicos, como a acidose. Logo, é necessário que a saúde e o status nutricional dos animais sejam acompanhados para evitar possíveis transtornos metabólicos.

Vale ressaltar que com o uso de dietas com alto concentrado há um aumento nos custos de produção decorrente da maior utilização de grãos na alimentação animal. Assim, é necessário buscar alternativas para reduzir esses custos e garantir um maior retorno econômico e financeiro para o produtor. Dessa forma, maior proporção de volumoso pode ser uma alternativa viável para a produção de ovinos deslanados ou semi deslanados em confinamento na região semiárida.

Por fim, esse trabalho poderá contribuir na área nutricional de ovinos criados em confinamento na região semiárida, permitindo conhecer as respostas desses animais alimentados com dietas que apresentam diferentes relações volumoso: concentrado. Além de identificar possíveis alternativas para reduzir os custos de produção.

REFERÊNCIAS

- AL-ARIF, M.; SUWANTI, L.T.; ESTOEPANGESTIE, A.S.; LAMID, M. The Nutrients Contents, Dry Matter Digestibility, Organic Matter Digestibility, Total Digestible Nutrient, and NH₃ Rumen Production of Three Kinds of Cattle Feeding Models. **The Veterinary Medicine International Conference. KnE Life Sciences**, v.17, p.338–343, 2017.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000.
- ALMEIDA, A.K. **Exigências de proteína e energia de caprinos de diferentes classes sexuais dos 30 aos 45 kg de massa corporal**. 2013. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, 2013.
- ARAÚJO, L.M.; ALVES, D.D.; PORTO, E.M.V.; SOARES, F.D.; SIMÕES, D.A.; SILVA, M.V.L.; SILVA, M.F.; DAVID, A.M.S.S. Productive performance and feed intake behavior of sheep submitted to different supplementation strategies. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v.10, n.2, p.13-146, 2012.
- ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C.L.; SARTI, L.M.N.; BARDUCCI, R.S.; FRANZÓI, M.C.S.; VIEIRA JÚNIOR, L.C.; PERDDIGÃO, A.; RIBEIRO, F.A.; FACTORI, M.A. Elevated levels of concentrate in the feed of cattle in confinement. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 18th ed. AOAC Gaithersburg, M.D, USA. 2005.
- BARROS, C.S.; MONTEIRO, A.L.G.; POLI, C.H.E.C.; DITTRICH, J.R.; CANZIANI, J.R.F.; FERNANDES, M.A.M. Economic return of sheep production on pasture and in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2270-2279, 2009.
- BARROS, M.C.C.; MARQUES, J.A.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; COSTA, L.T.; GUIMARÃES, S.; SILVA, L.L.; GUSMÃO, J.J.N. Economic viability of crude glycerin in diets for lambs finished in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.443-452, 2015.
- BATISTA, N.J.M.; PIMENTEL, P.G.; COSTA, J.A.A.; FEIJÓ, G.L.D.; MOREIRA, G.R.; ARAÚJO, R.C.P.; REIS, F.A.; RÊGO, J.P.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; MIZUBUTI, I.Y. Bioeconomic efficiency of lamb finishing production systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.3, p.1199-1210, 2018.
- BRINGEL, L.M.L.; NEIVA, J.M.N.; ARAÚJO, V.L.; BOMFIM, M.A.D.; RESTLE, J.; FERREIRA, A.C.H.; LOBO, R.N.B. Voluntary intake, apparent digestibility and nitrogen balance in sheep fed with palm kernel cake replacing elephant grass silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1975-1983, 2011.
- CABRAL, L.S.; SANTOS, J.W.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; SOUZA, A.L.; RODRIGUES, R.C. Intake and feeding efficiency in feed-lot lambs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 4, p. 703-714, 2008.

CANNAS, A.; REDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.149-169, 2004.

CARRIJO, S.M.; DUARTE, F.A.M. Description and comparison of growth parameters in Chianina and Nelore cattle breeds. **Genetics and Molecular Biology**, v.22, n. 2, p. 187–196, 1999.

CARVALHO, D.M.G.; REVERDITO, R.; CABRAL, L.S.; ABREU, J.G.; GALATI, R.L.; SPUZA, A.L.; MONTEIRO, I.J.G.; SILVA, A.R. Concentrate levels on sheep diets: intake, digestibility and ruminal parameters. **Semina: Ciência Agrárias**, v.35, n.5, p.2649-2658, 2014.

CARNEIRO, H.; LOUVANDINI, H.; PAIVA, S.R.; MACEDO, F.; MERNIES, B.; MCMANUS, C. Morphological characterization of sheep breeds in Brazil, Uruguay and Colombia. **Small Ruminant Research**, v.94, n. 1-3, p.58-65, 2010.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details.** Occasional publication. Aberdeen: UK: International Feed Resources Unit, Rowett Research Institute, 21 p.

CIRNE, L.G.A.; OLIVEIRA, G.J.C.; JAEGER, S.M.P.L.; BAGALDO, A.R.; LEITE, M.C.P.; OLIVEIRA, P.A.; MACEDO JUNIOR, C.M. Performance of feedlot lambs fed with exclusive concentrate diet with different percentages of protein. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.262-266, 2013.

COSTA, J.B.; OLIVEIRA, R.L.; SILVA, T.M.; RIBEIRO, R.D.X.; LEÃO, A.G.; BEZERRA, L.R.; ROCHA, T.C. Intake, digestibility, nitrogen balance, performance, and carcass yield of lambs fed licuri cake. **Journal of Animal Science**, v.94, n.7, p.2973-2980, 2016.

COSTA, T.G.P. **Avaliação do ganho de peso, morfometria e características de carcaça de ovinos das raças Santa Inês e Somalis Brasileiro, no estado do Ceará.** 2007. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

CRISPIM, A.C.; KELLY, M.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; SILVA, F.F.; FORTES, M.R.S.; WENCESLAU, R.R.; MOORE, S. 2015. Multi-Trait GWAS and New Candidate Genes Annotation for Growth Curve Parameters in Brahman Cattle. **PLoS One**, 10, e0139906, 2015.

DAYTON, W.R.; WHITE, M.E. Cellular and molecular regulation of muscle growth and development in meat animals. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 217–225, 2008.

DECANDIA, M.; SITZIA, M.; CABIDDU, A.; KABAYA, D.; MOLLE, G. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. **Small Ruminant Research**, v.38, n.2, p.157-164, 2000.

DETMANN, E.; SOUZA M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.E.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.;

- AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos. (INCT - Ciência animal)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214 p.
- ELLIOTT, J.P.; DRACKLEY, J.K.; SCHAUFF, D.J.; JASTER, E.H. Diets containing high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.775-789, 1993.
- EZEQUIEL, J.M.B.; SAMPAIO, A.A.M.; SEIXAS, J.R.C.; OLIVEIRA, M.M. Nitrogen balance and total protein and energy digestibilities of diets with cottonseed meal, dry yeast or urea, in lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.29, N.6, P.2332-2337, 2000.
- FALCÃO, P.F.; PEDROSA, V.B.; MOREIRA, R.P.; SIEKLIICKI, M.F.; ROCHA, C.G.; SANTOS, I.C.; FERREIRA, E.M.; MARTINS, A.S. Growth curves for Ile de France ram lambs raised in feedlot. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n. 2, p. 377-386, 2015.
- FERREIRA, S.F.; FREITAS NETO, M.D.; PEREIRA, M.L.R.; MELO, A.H.F.; OLIVEIRA, L.G.; NEVES NETO, J.T. Factors affecting food consumption of cattle. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.2, n.1, p.9 - 19, 2013
- FIGUEIREDO FILHO, L.A.S.; SARMENTO, J.L.R.; CAMPELO, J.E.G.; SANTOS, N.P.S.; SOUSA, J.E.R.; BIAGIOTTI, D.. Environmental and genetic factors on the growth curve of crossbred goats. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 3, p. 154-161, 2012.
- FILIPOVIC, N.; STOJEVIC, Z.; MASEK, T.; MIKULEC, Z.; PRVANOVIC, N. Relationship between frustosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, v.96, n.1, p.46-48, 2011.
- FONTENELE, R.M.; PEREIRA, E.S.; CARNEIRO, M. S. S.; PIMENTEL, P.G.; CÂNDIDO, M.J.D.; REGADAS FILHO, J.G.L. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1280-1286, 2011.
- FURTADO, R.N.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, F.H.T.; ROGÉRIO, M.C.P.; SILVA, D.S. Nitrogen balance and ruminal assessment in male and female sheeps fed rations containing castor cake under different treatments. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.6, p.3237-3248, 2014.
- GARDNER, D.S.; BUTTERY, P.J.; DANIEL, Z.; SYMONDS, M.E. Factors affecting birth weight in sheep: maternal environment. **Reproduction**, v.133, n.1, p. 297–307, 2007.
- GEBRETSADIK, G.; KEBEDE, K. Feed utilization, digestibility and carcass parameters of Tigray highland sheep fed urea treated wheat straw supplemented with mixtures of wheat bran and noug seed cake, in Southern Tigray, Ethiopia. **Livestock Research for Rural Development**, v.23, n.9 (on-line), 2011.
- GENTIL, R.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; MENDES, C.Q.; MOURÃO, G.B. Apparent digestibility of diets containing sugar cane silage treated with chemical or microbial additives fed to lambs. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.63-69, 2007.

- GERON, L.J.V.; GARCIA, J.; AGUIAR, S.C.; COSTA, F.G.; SILVA, A.P.; SOUSA NETO, E.L.; CARVALHO, J.T.H.; ROBERTO, L.S.; COELHO, K.S.M.; SANTOS, I.S. Effect of slow release urea in sheep feed on nitrogen balance. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.683-696, 2018.
- GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; SILVA, M.M.; ZEOULA, L.M. Concentrate supplementation in lambs finished at pasture on cost of production in the dry season. **Sêmima: Ciências Agrárias**, v. 33, n.2, p. 797-780, 2012.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F. **Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional**. In: GONZÁLEZ, F.H.D. (Ed). Doze leituras em bioquímica clínica veterinária. Porto Alegre, RS: LACVet - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018, p.30-45.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.
- GUEDES, M.H.P.; MUNIZ, J.A.; PEREZ, J.R.O.; SILVA, F.F.; AQUINO, L.H.; SANTOS, C.L. Growth functions of Santa Inês and Bergamacy lambs considering heteroscedastic variance. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 381-388, 2004.
- GUIDUCCI, R.C.N.; ALVES, E.R.A.; LIMA FILHO, J.R.; MOTA, M.M. **Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção**. In: GUIDUCCI, R.C.N.; LIMA FILHO, J.R.; MOTA, M.M. (Ed.). Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso. Brasília, DF: Embrapa, 2012, p. 17-78.
- GUIM, A.; SANTOS, G.R.A. Manejo nutricional de pequenos ruminantes em regiões semiáridas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 18., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2008. p. 1 -21.
- GRESSLER, M.A.L.; SOUZA, M.I.L.; SOUZA, A.S.; FILIÚ, W.F.O.; AGUENA, S.M.; FRANCO, G.L. Biochemical profiles of ewes submitted to short-term nutritional supplementation in subtropical region. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.1, p.210-222, 2015.
- HANIN, C.; MUSHLISIN. Nutrient intake and digestibility in merino sheep fed peanut straw. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v.119, n.1, pp. 012005, 2018.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea e ammonia metabolism in ruiminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999. Carolina do North: **Proceedings...**Carolina do North: North Carolina Stete, University, 1999.
- JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, N.4, p.1302-1310, 2006.
- KIKELOMO, A.M.. Voluntary feed intake and nutrient utilization of West African Dwarf sheep fed supplements of *Moringa oleifera* and *Gliricidia sepium* fodders. **American Journal of Agriculture and Forestry**, v.2, n.3, p.94-99, 2014.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ed. Santa Maria: UFSM. 2011, 216p.

LEITE, E.R. Feeding management of grazing goats and sheep in northeastern Brazil. **Ciência Animal**, v.12, n.2, p.119-128, 2002.

MA, T.; DENG, K.D.; TU, Y.; JIANG, C.G.; ZHANG, N.F.; LI, Y.L.; SI, B.W.; LOU, C.; DIAO, Q.Y. Effect of dietary concentrate:forage ratios and undegraded dietary protein on nitrogen balance and urinary excretion of purine derivatives in dorperxthin-tailed han crossbred lambs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, V.27, N.2, P.161-168, 2014.

MACEDO JUNIOR, G. L.; PÉREZ, J.R.O.; ALMEIDA, T.R.V.; PAULA, O.J.; FRANÇA, P.M.; ASSIS, R.M. Influence of different levels of dietetic NDF on the intake and apparent digestibility of Santa Inês ewes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 547-553, 2006.

MAGALHÃES, A.F.B.; LOBO, R.N.B.; FACÓ, O. Genetic parameters estimates for growth traits in Somalis Brasileira hair sheep breed. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 884-889, 2013.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; AFFONSO, P.R.M.; SOUSA JUNIOR, A.A.O.; SARMENTO, J.L.R. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. **Small Ruminant Research**, v. 84, n. 1-3, p. 16-21, 2009.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; SANTOS, P.F.; AZEVEDO, D.M.M.; SOUZA, J.C.; AFFONSO, P.R.M. Growth curve in crossbred Santa Inês x Texel ovines raised in the southwestern region of Bahia state. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 210-218, 2008.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E. Feed efficiency of pure and crossbred cattles fed high or low concentrate level. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, n.6, p.1313-1324, 2011.

MCMANUS, C.; PAIVA, S.R.; ARAUJO, R.O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.supl, 236-246, 2010.

MCMENIMAN, J.P.; DEFOOR, P.J.; GALYEAN, M.L. Evaluation of the National Research Council (1996) dry matter intake prediction equations and relationships between intake and performance by feedlot cattle1. **Journal of Animal Science**, v.87, n.3, p.1138–1146, 2009.

MEKURIAW, Y.; ASMARE, B. Nutrient intake, digestibility and growth performance of Washera lambs fed natural pasture hay supplemented with graded levels of *Ficus thonningii*(Chibha) leaves as replacement for concentrate mixture. **Agriculture & food security**, v.7, n.1 (on-line), 2018.

MENDES, P.N.; MUNIZ, J.A.; SILVA, F.F.; MAZZINI, A.R.A. Difasics logistic model in the study of the growth of Hereford breed females. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p.1984-1990, 2008.

MERTENS, D.R. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994, p.450-493.

MOORE, K.; JUNG, H.J.G. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v.54, n.4, p.420-430, 2001.

MORENO, G.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LEÃO, A.G.; LOUREURO, C.M.B.; PEREZ, H.L.; ROSSI, R.C. Performance, digestibility and nitrogen balance of lambs fed corn silage or sugar cane based diets with two levels of concentrate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.853-860, 2010.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, v.90, n, sup, p.17-38, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. National Research Council. National Academy Press, Washington, DC, 2001, 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of Small ruminants sheep, goats, cervids, and New World camelids**. Washington, D.C. National Academies Press, 2007. 362 p.

OLIVEIRA, B.C.; CAETANO, G.A.O.; CAETANO JUNIOR, M.B.; MARTINS, T.R.; OLIVEIRA, C.B. Regulatory mechanisms of consumption in beef cattle. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.14, n.4, p.6066-6075, 2017.

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. 110f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

OLIVEIRA, M.E.F. **Biotécnicas Reprodutivas em Ovinos e Caprinos**. 1. ed. São Paulo, SP: Editora MedVet. 2013. 308 p.

OLIVEIRA, P.P.; PEREZ, J.R.O.; MUNIZ, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; SOUZA, J.C.; BARCELOS, A.F. Effect of concentrate: voluminous ratio on the performance of Santa Inês lambs. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n. 6, p. 1637-1642, 2009.

OLORUNNISOMO, O. A.; EWUOLA, E. O.; LAWAL, T. T. Intake and Blood metabolites in Red Sokoto Goats fed Elephant Grass and cassava Peel Silage. **Journal of Animal Production Advances**, v.2, n.9, p.420-428, 2012.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminant. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PAIM, T.P.; CARDOSO, M.T.M.; BORGES, B.O.; GOMES, E.F.; LOUVADINI, H.; MCMANUS, C. Economic study of crossbred feedlot lambs slaughtered at different weights. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.48-57, 2011.

PAIVA, S.R.; FACÓ, O.; FARIA, D.A.; LACERDA, T.; BARRETTO, G.B.; CARNEIRO, P.L.S.; LOBO, R.N.B.; MCMANUS, C. Molecular and pedigree analysis applied to

conservation of animal genetic resources: the case of Brazilian Somali hair sheep. **Tropical Animal Health Production**, v.43, n.7, p.1449-1457,2011.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1354–1360, 1991.

PAULA, E.F.E.; MONTEIRO, A.L.G.; PRADO, O.R.; COSMO, T.R.; TEIXEIRA JUNIOR, N.S.; KULIK, C.H.; TEIXEIRA, R.A. Performance and efficiency measurements, carcass characteristics obtained by ultrasound and the residual feed intake of Sheep. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 10, n. 2, p. 129-135, 2012.

PAZ, C.C.P.; VENTURINI, G.C.; CONTINI, E.; COSTA, R.L.D.; LAMEIRINHA, L.P.; QUIRINO C.R. Nonlinear models of Brazilian sheep in adjustment of growth curves. **Czech Journal of Animal Science**, v. 63, n, 8, p. 331–338, 2018.

PEIXOTO, E.L.T.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; MOURA, E.S.; PEREIRA, E.S.; PRADO, O.P.P.; CARVALHO, L.N.; PIRES, K.A. Residual frying oil in the diets of sheep: intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.30, n.1, p.51-56, 2017.

PEREIRA, E.S.; CAMPOS, A.C.N.; HEINZEN, E.L.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; FERNANDES, D.R.; BEZERRA, L.R.; OLIVEIRA, R.L. Effect of dietary reduction and sex class on nutrient digestibility, nitrogen balance, excreted purine derivatives and infrared thermography of hair lambs. **The Journal of Agricultural Science**, v.156, n.8, p.1028–1038, 2018.

PEREIRA, E.S.; FONTENELE, R.M.; MEDEIROS, A.N.; LOPES, R.O.; CAMPOS, A.C.N.; HEINZEN, E.L.; BEZERRA, L.R. Requirements of protein for maintenance and growth in ram hair lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 7, p. 1323–1330, 2016b.

PEREIRA, E.S.; FONTENELE, R.M.; SILVA, A.M.A.; OLIVEIRA, R.L.; FERREIRA, M.G.R.G.; MIZUBUTI, I.Y.; CARNEIRO, M.S.S.; CAMPOS, A.C.N. Body composition and net energy requirements of Brazilian Somali lambs. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, n. 4, p. 880-886, 2014.

PEREIRA, E.S.; PEREIRA, M.W.F.; ARRUDA, P.C.L.; CABRAL, L.S.; OLIVEIRA, R.L.; MIZUBUTI, I.Y.; PINTO, A.P.; CAMPOS, A.C.N.P. GADELHA, C.R.F.; CARNEIRO, M.S.S. Effects of different lipid sources on intake, digestibility and purine derivatives in hair lambs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.100, n.4, p.723-730, 2016a.

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, A.B.S.; MEDEIROS, A.N.; FONTENELE, R.M. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, n. 2-3, p. 107-112, 2013.

REGAZZI, A.J. Test for parameter equality in nonlinear regression models. **Revista Ceres**, v.50, n. 287, p. 9-26, 2003.

RESENDE, K.T.; SILVA, H.G.O.; LIMA, L.D.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. sup, p.161-177, 2008.

REYNAL, S.M.; BRODERICK, G.A.; BEARZL. C. Comparison of four markers for quantifying microbial protein flow from the rumen of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.11, p.4065-4082, 2005.

RIBEIRO, P.R.; MACEDO JUNIOR, G.L.; SILVA, S.P. Aspectos nutricionais da utilização da proteína pelos ruminantes. **Veterinárias Notícias**, v.20, n. 2, p.1-14, 2014.

ROCHA JUNIOR, J.N. **Balço de nitrogênio, derivados de purina e perfil de ácidos graxos em ovinos Santa Inês castrados e inteiros com diferentes níveis de restrição alimentar**. 2015. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; LACHICA, M. L.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; SALIBA, H. O. S. A calorimetry system for metabolism trials. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 495-500, 2007.

ROGÉRIO, M.C.P.; CASTRO, E.M.; MARTINS, E.E.; MONTEIRO, J.P.; SILVA, K.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, T.C.L.; BLOC, A.F.R.; VASCONCELOS, A.M.; LEITE, E.R.; COSTA, H.H.A. Economical and financial analysis of lamb finishing fed with diets formulated according to the NRC (1985) and the NRC (2007). **Tropical Animal Health and Production**, v.45, n.1, p.259–266, 2013.

ROGERIO, 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**. Embrapa Caprinos e Ovinos (Comunicado Técnico 174): Sobral. 2018, 22 p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Comunicado Técnico, 174).
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/190181/1/CNPC-2018-Cot174.pdf> (Acessado em 19 de junho de 2019).

ROGÉRIO, M.C.P.; MARTINS, E.C.; SHIOTSUKI, L.; POMPEU, R.C.F.F.; MUIR, J.P.; ARAÚJO, A.R.; OLIVEIRA, D.S.; MAGALHÃES, J.L.L.; CAMPOS, W.E.; FACÓ, O.; ALVES, A.A. Economic viability of finishing lambs in the feedlot using bovine cheese whey as a dietary ingredient. **Small Rumin Research**, v.170, n.4, p.131-136, 2019.

SAMPAIO, C. B.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A.; LAZZARINI, I.; PAULINO, P. V. R.; QUEIROZ, A. C. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, n.3, p.1471-1479, 2010.

SANTOS, F.N.S. **Avaliação Bioeconômica de dietas para terminação de cordeiros mestiços deslançados no Semiárido Brasileiro**. 2018. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SANTOS, J.E.P.; CERRI, R.L.A.; SARTORI, R. Nutritional management of the donor cow. **Theriogenology**, v.69, n.1, p. 88-97, 2008.

SARMENTO, J.L.R.; REZAZZI, A.J.; SOUZA, W.H.; TORRES, R.A.; BREDÁ, F.C.; MENEZES, G.R.O. Analysis of the growth curve of Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.2, p. 435-442, 2006.

SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M.M.. Nutritional factors associated with reproduction in heifers and cows. Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. supl, p. 422-432 2010.

SCARPINO, F.B.O.; EZEQUIEL, J.M.B.; SILVA, D.A.V.; VAN CLEEF, E.H.C.B. Soybean oil and residual soybean oil in diets for feedlot sheep: blood parameters. **Archivos de Zootecnia**, v.63, n.241, p.207-210, 2014.

SILVA, C.M.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, B.Y.S.; AZEVÊDO, J.A.G.; FURTADO, D.A. Performance and economic viability of feedlot sheep fed different levels of roughage, concentrate, and water. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.3, 1595-1606, 2016.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. 1979. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. 1ed. Livroceres; Piracicaba, 1979. 380 p.

SILVA, J.F.F. **Mecanismos reguladores de consumo**. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G.. (Org.). *Nutrição de Ruminantes*. 2^a ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2011, p. 61-82.

SILVA, M.M.C.; RODRIGUES M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F.; SARMENTO, J.L.R.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, S.P. Effects of fat supplements on intake and efficiency of nutrient utilization in lactating dairy goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007.

SILVA, N.V.; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G.; GALINDO, M.C.T.; SILVA, L.S. Alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.4, p.233-241, 2010.

SOUSA, R.T.; GONÇALVES, J.L.; FONTELES, N.L.O.; SANTOS, C.M.; RICCI, G.D.; ALBUQUERQUE, F.H.M.A.R.; FERNANDES, F.E.P.; BOMFIM, M.A.D. Reproductive Characteristics of Morada Nova and Brazilian Somalis sheep breeds. **PubVet**, v.9, n. 11, p. 495-501, 2015.

SOUZA, L.A.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; PAIVA, S.R.; CAIRES, D.N.; BARRETO, D.L.F. Growth curves in Morada nova sheep raised in the state of Bahia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1700-1705, 2011.

SOUZA, M.R.; VARGAS JÚNIOR, F.M.; SOUZA, L.C.F.; TALAMINI, E.; CAMILO, F.R. Análise econômica do confinamento de cordeiros alimentados com feno de capim piatã e soja *in natura* ou desativada. **Custo e @gronegocio**, v.10, n.1, p.131-151, 2014.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL J B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II- Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

STIVARI, T.S.S.; CHEN, R.F.F.; GAMEIRO, A.H.; MONTEIRO, A.L.G.; RAINERI, C.; SILVA, J.B.A. Viabilidade de sistemas de produção de ovinos a pasto utilizando indicadores econômicos de longo prazo e a metodologia do valor esperado da terra. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.51, n.2, p.149-157, 2014.

TEKLIYE, L.; MEKURIAW, Y.; ASMARE, B.; MEHRET, F. Nutrient intake, digestibility, growth performance and carcass characteristics of Farta sheep fed urea-treated rice straw supplemented with graded levels of dried Sesbania sesban leaves. **Agriculture & Food Security**, v.7, n.1 (on-line), 2018.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994, 476 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583–3597, 1991.

VIEIRA, M. M. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; KHAN, A. S.; SILVA, R. G. Bioeconomical analysis of replacement of soybean meal by the meal castor for sheep in confinement. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.4, p.07-15, 2012.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.6, p.1802–1811, 1993.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V.; MAEDA, E.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M. Cassava by-product flour replacing corn in ration for sheep: intake, digestibility, nitrogen and energy balances and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.

ZORZI, K.; BONILHA, S.F.M.; QUEIROZ, A.C.; BRANCO, R.H.; LUCILA SOBRINHO, T.; DUARTE, M.S. Meat quality of Young Nellore bulls with low and high residual feed intake. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 593-299, 2013.

APÊNDICE A - LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1** - pH e concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas 47

CAPÍTULO III

- Figura 1** - Curvas de crescimento de ovinos Somalis Brasileira ajustada para cada modelo não lineal..... 66
- Figura 2** - Curvas de crescimento ajustadas com o modelo de Gompertz para machos inteiros Somalis Brasileira recebendo dietas com redução de 0% (2A) e 15% (2B) para PB e NDT e fêmeas Somalis Brasileira alimentadas com dietas com redução de 0% (2C) e 15% (2D) para PB e NDT 69
- Figura 3** - Taxa de crescimento absoluto estimado pelo modelo Gompertz para machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com 0 e 15% de redução para PB e NDT 70

APÊNDICE B - LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1	- Composição química (g kgMS ⁻¹) dos ingredientes	22
Tabela 2	- Composição centesimal (% na MS) e química (g kg MS ⁻¹) das dietas experimentais	23
Tabela 3	- Consumo de matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	26
Tabela 4	- Coeficientes de digestibilidade da matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	29
Tabela 5	- Balanço de compostos nitrogenados em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	30
Tabela 6	- Balanço de compostos nitrogenados de machos inteiros e fêmeas da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	31

CAPÍTULO II

Tabela 1	- Composição química (g kgMS ⁻¹) dos ingredientes	37
Tabela 2	- Composição centesimal (% na MS) e química (g kg MS ⁻¹) das dietas experimentais	38
Tabela 3	- Consumo de matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	43
Tabela 4	- Coeficientes de digestibilidade da matéria seca e nutrientes por ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	45
Tabela 5	- Balanço de compostos nitrogenados em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	48
Tabela 6	- Nitrogênio e proteína microbiana, proteína degradável e não degradável no rúmen e consumo de proteína microbiana em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	49
Tabela 7	- Metabólitos sanguíneos em ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	50

CAPÍTULO III

Tabela 1	- Composição química (g kgMS ⁻¹) dos ingredientes	57
Tabela 2	- Composição centesimal (% na MS) e química (g kg MS ⁻¹) das dietas experimentais	58

Tabela 3 -	Desempenho e eficiência alimentar de machos inteiros e fêmeas Somalis Brasileira submetidos a dietas com ou sem redução de nutrientes digestíveis totais e proteína bruta	61
Tabela 4 -	Estimativa e intervalo de confiança dos parâmetros da curva de crescimento de ovinos Somalis Brasileira em função dos modelos ajustados	64
Tabela 5 -	Teste de verossimilhança de modelos para machos inteiros Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas nutricionais	67
Tabela 6 -	Teste de verossimilhança de modelos para fêmeas Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas nutricionais	68

CAPÍTULO IV

Tabela 1 -	Parâmetros produtivos de ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com e sem restrição de NDT e PB	75
Tabela 2 -	Custos dos ingredientes e das dietas e a quantidade de cada ingrediente utilizado no período experimental	76
Tabela 3 -	Custos de produção anual (R\$) para terminação de 400 ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com diferentes reduções de NDT e PB	77
Tabela 4 -	Indicadores econômicos para terminação de 400 ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com diferentes reduções de NDT e PB	78
Tabela 5 -	Indicadores financeiros para terminação de 400 ovinos da raça Somalis Brasileira recebendo dietas com diferentes reduções de NDT e PB	81
Tabela 6 -	Análise de sensibilidade do sistema financeiro para terminação de 400 machos inteiros da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas ..	83
Tabela 7 -	Análise de sensibilidade do sistema financeiro para terminação de 400 fêmeas da raça Somalis Brasileira recebendo diferentes dietas	84