UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

USO DA ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS) PARA MONITORAR O *STATUS* NUTRICIONAL DE OVINOS EM SISTEMAS INTEGRADOS NA CAATINGA

ANA KARINA DE LIMA CHAVES

SOBRAL - CE
FEVEREIRO - 2021

Ana Karina de Lima Chaves

USO DA ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS) PARA MONITORAR O *STATUS* NUTRICIONAL DE OVINOS EM SISTEMAS INTEGRADOS NA CAATINGA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia

Linha de Pesquisa: Forragicultura e Pastagens

ORIENTADOR:
Dr. ROBERTO CLÁUDIO FERNANDES FRANCO POMPEU

COORIENTADOR:
Dr. RAFAEL GONÇALVES TONUCCI

Sobral - CE
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sistema de Bibliotecas

Chaves, Ana Karina de Lima

Uso da espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) para monitorar o status nutricional de ovinos em sistemas integrados na Caatinga [recurso eletrônico] / Ana Karina de Lima Chaves. -- Sobral, 2021.

1 CD-ROM: il. ; 4 $^{3}/_{4}$ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato pdf do trabalho acadêmico com 118 folhas.

Orientação: Prof. Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu .

Co-Orientação: Prof. Dr. Rafael Gonçalves Tonucci.

Dissertação (Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas

1. Quimiometria. 2. Pastejo. 3. Deslocamento. 4. Exigências Nutricionais. I. Título.

Ana Karina de Lima Chaves

USO DA ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS) PARA MONITORAR O *STATUS* NUTRICIONAL DE OVINOS EM SISTEMAS INTEGRADOS NA CAATINGA

Esta Dissertação foi julgada adequada como requisito parcial para obtenção do título de "Mestre em Zootecnia" e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sobral, 10 de fevereiro de 2021

_____

Profa. Dra. Cláudia Goulart de Abreu
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

_____

Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Orientador
Embrapa Caprinos e Ovinos

_____

Dr. Rafael Gonçalves Tonucci
Coorientador
Embrapa Caprinos e Ovinos

_____

Dr. Marco Aurélio Delmondes Bomfim
Embrapa Caprinos e Ovinos

_____

Dr. Enéas Reis Leite
Universidade Estadual Vale do Acaraú

_____

Dra. Lisiane Dorneles de Lima
Embrapa Caprinos e Ovinos

A minha família, meu esposo Renato Fontinele pelo apoio emocional e ao meu grande amigo que se faz presente em todas as horas, meu Anjo da Guarda!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Rei dos Céus que é um só Deus em pessoas três, que em sua divina misericórdia ama infinitamente esta filha que aqui escreve!

Ao Anjo da Guarda, meu bom protetor e amigo fiel!

A minha mãe Maria Santíssima!

A minha mãe, Elis Regina, por depositar confiança na carreira que escolhi seguir e pelo apoio às minhas escolhas.

Ao meu pai, José Edvaldo, que se dedicou a me ensinar as vivências do campo desde minha infância e por compartilhar sua vivência moral e pessoal que me ajudaram a lidar com as dificuldades diárias.

Ao meu esposo, Renato Fontinele, pela paciência e dedicação em apoiar minhas decisões e compreender as limitações e dificuldades que enfrentamos nesse período. Seu companheirismo e conselhos foram fundamentais para alcançar minhas metas.

Aos orientadores Roberto Pompeu, Rafael Tonucci e Marco Bomfim pelos ensinamentos e dedicação profissional em prol da pesquisa e da ciência.

A equipe que trabalhou para a realização desse trabalho: Patrício, Rodrigo, Igor, Alex, Seu Chiquinho, Seu Pedro, Márcio, Valcicleide, Sueli, Bárbara, Claudiane e Gizele.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú e Embrapa Caprinos e Ovinos pela oportunidade de estudo e formação profissional.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, através do Centro Nacional de Pesquisas de Caprinos e Ovinos (CNPC), pelo apoio financeiro para execução desta pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS X

LISTA DE FIGURAS XII

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS XIV

RESUMO GERAL XVI

GENERAL ABSTRACT XVII

1. INTRODUÇÃO GERAL 18

2. OBJETIVOS 19

2.1. Geral 19

2.2. Específicos 19

CAPÍTULO I **20**

SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS ASSOCIADOS A MODELAGEM NUTRICIONAL PODEM MINIMIZAR OS IMPACTOS DA PECUÁRIA NO BIOMA CAATINGA 20

Resumo. 21

Abstract. 22

Introdução 23

A dinâmica da vegetação da Caatinga na dieta de pequenos ruminantes 23

Manejo pastoril da vegetação nativa 24

Composição química da vegetação nativa e exótica no bioma Caatinga 24

Modelagem para estimativa das exigências nutricionais utilizando equações de predição 26

Modelagem nutricional para estimar o consumo utilizando equipamentos NIRS 26

Quimiometria para análise de previsão dos modelos NIRS 28

Considerações Finais 28

Referências Bibliográficas 28

ANEXO A 32

CAPÍTULO II 35

DESLOCAMENTO EM PASTEJO E EXIGÊNCIAS DE MANTENÇA DE OVINOS EM SISTEMA ILPF NA CAATINGA 35

RESUMO 36

ABSTRACT 37

1.INTRODUÇÃO 38

2.MATERIAIS E MÉTODOS 39
2.1 Caracterização da área experimental 39
2.2 Análises Bromatológicas 40
2.3 Animais 41
2.4 Deslocamento dos animais em pastejo 41
2.5 Medidas biométricas e Desempenho animal 42
2.6 Estimativa das exigências de EMm e PMm 42
2.7 Análise estatística 43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 43
3.1 Caracterização e qualidade do pasto 43
3.2 Deslocamento dos animais 45
3.3 Medidas biométricas e Desempenho animal 47
3.4 Exigências de mantença 49
4. REFERÊNCIAS 50
ANEXO B 60
CAPÍTULO III 64
AVALIAÇÃO DE MODELOS NIRS FECAL PARA PREVISÃO DO CONSUMO DE PROTEÍNA E ENERGIA DE OVINOS PASTEJANDO NA CAATINGA 64
RESUMO 65
ABSTRACT 66
1. INTRODUÇÃO 67
2. MATERIAIS E MÉTODOS 68
2.1 Área experimental 68
2.2 Análises Bromatológicas 70
2.3 Animais 70
2.4 Coleta de fezes 71
2.6 Análises quimiométricas 72
2.7 Projeção e Previsão dos modelos NIRS fecal na matriz do ILPF 73
2.8 Análises Estatísticas 73
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 73
3.1 Qualidade da pastagem 73
3.2 Análise exploratória 75
3.2.2 PCA 77
3.2.3 Projeção e previsão dos modelos nutricionais NIRS fecal de DIVMO e PB 81

3.4 Avaliação da previsão NIRS fecal 87
4. CONCLUSÕES 88
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 88
ANEXO C 92
CAPÍTULO IV 94
BALANÇO NUTRICIONAL DE OVELHAS PASTEJANDO EM SISTEMA ILPF NA CAATINGA UTILIZANDO NIRS FECAL 94
RESUMO 95
ABSTRACT 96
INTRODUÇÃO 97
MATERIAIS E MÉTODOS 98
Área experimental 98
Análises Bromatológicas 99
Animais e Coleta de fezes 99
Modelos NIRS fecal 101
Análises quimiométricas 102
Balanço proteico e energético 102
Análise estatística 102
RESULTADOS E RESULTADOS 103
Qualidade do pasto 103
Projeção e Modelos NIRS fecal 106
Desempenho e Estimativa das exigências nutricionais das ovelhas 108
Diagnóstico nutricional a partir da previsão dos Modelos NIRS fecal 111
CONCLUSÕES 112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 112
ANEXO D 116
CONSIDERAÇÕES FINAIS 118

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição bromatológica da vegetação nativa da Caatinga durante as épocas seca e chuva. 24
Tabela 2. Produtividade (kg ha^{-1}) e Composição bromatológica de gramíneas exóticas cultivadas em sistemas integrados na Caatinga. 25

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição dos macrominerais e microminerais fornecidos a cada 100 g de suplemento mineral. 55
Tabela 2. Disponibilidade de biomassa total (BT kg de MS) e composição química dos estratos cultivados e nativos presentes no sistema ILPF.. 56
Tabela 3. Exigências de manutença de ovinos pastejando em sistema ILPF Caatinga, Sobral (CE), 2018, baseado na energia líquida gasta para deslocamento (ACT) na pastagem e peso corporal..... 59

CAPÍTULO III

Tabela 1. Composição dos macrominerais e microminerais fornecidos a cada 100g de suplemento mineral. 71
Tabela 2. Modelos NIRS fecal de Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) desenvolvidos em áreas de pastagem nativa da Caatinga. 72

Tabela 3. Disponibilidade de biomassa e composição química do Capim massai e do Pasto Nativo durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) no sistema integrado na Caatinga em Sobral-CE (2018)..... 74
Tabela 4. Graus de similaridade (%) entre os espectros fecais das raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis. 79
Tabela 5. Graus de similaridade (%) entre os espectros fecais dos períodos de amostragem coletados na época Seca e na Transição Seca-Chuva (TSC)..... 80
Tabela 6. Ocorrência botânica dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo do ILPF, Sobral – CE, 2018 e ocorrência das espécies nos modelos NIRS fecal..... 83
Tabela 7. Previsão dos teores percentuais de Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade in vitro da Matéria Orgânica (DIVMO) na dieta dos grupos genéticos Santa Inês, Morada Nova e Somalis pastejando no sistema ILPF Caatinga no final da época Seca e início da Transição Seca-Chuva (TSC) utilizando modelos NIRS fecal. 85

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Modelos NIRS fecal de Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) desenvolvidos em áreas de pastagem nativa da Caatinga durante as épocas: Seca, Transição seca-chuva, Chuva e Transição chuva-seca..... 101
Tabela 2. Composição química do Capim massai (*Megathyrsus maximus* cv. Massai) e do Pasto Nativo durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) no sistema ILPF na Caatinga..... 104
Tabela 3. Predição dos teores de Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica e Proteína Bruta no alimento consumido por ovelhas em pastejo no sistema integrado na Caatinga durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) utilizando o modelo NIRS fecal.. 107
Tabela 4. Peso Corporal, exigências de mantença e consumo de Proteína Bruta e Nutrientes Digestíveis Torais de ovelhas pastejando no sistema ILPF na Caatinga durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) em Sobral - CE.... 108

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Balanço nutricional (energia e proteína) realizado por meio de modelos NIR pelo método direto (alimento) e método indireto (análise fecal). Esquematização adaptada de Stuth et al. (2003). 27

CAPÍTULO II

Figura 1. Dados metereológicos da área experimental. Sobral - CE, 2018. 54
Figura 2. Localização e esquematização do sistema ILPF na Caatinga, Sobral-CE, 2018. 54
Figura 3. Deslocamento de ovelhas das raças Somalis, Santa Inês e Morada Nova em pastejo no sistema ILPF na Caatinga durante o final da época seca e início da transição Seca-Chuva em Sobral - CE, 2018. a. 1° dia - Período de adaptação no ILPF (17 de out de 2018 - 57
Figura 4. Valores médios das exigências de Energia Metabolizável para mantença (EMm) em função do deslocamento (km) exercido por ovinos Santa Inês, Morada Nova e Somalis pastejando no sistema ILPF na Caatinga, Suffolk (Jochms et al. 2013) e SRD (Carvalho 2019) em outras áreas de pastagem natural no Brasil. SRD = Sem padrão Racial Definido. NRC = Exigências de Energia Metabolizável tabelada (NRC, 2007).....58

CAPÍTULO III

Figura 1. Dados metereológicos da área experimental, Sobral - CE, 2018. 76

Figura 2. Perfil espectral de 105 amostras fecais dos ovinos mantidos em sistema ILPF na Caatinga. A – espectros brutos e B – espectros após aplicação do pré-tratamento MSC. 78
Figura 3. Análise de Componentes Principais dos espectros fecais de ovinos mantidos no sistema ILPF na Caatinga.PC-1 (76 %) versus PC-2 (16 %) e intervalo de confiança de Hotelling (P < 0.005) **A** – PCA das raças. B – PCA dos períodos. 73
Figura 4. PC-1 versus PC-2 e intervalo de confiança de Hotelling (95 %) da projeção dos Modelos FNIRS de PB (Proteína Bruta) e DIVMO (Digestibilidade in vitro da Matéria Orgânica) sobre os espectros fecais coletados de ovinos mantidos no sistema ILPF na Caatinga. A - Projeção do Modelo 1 sobre matriz os espectros ILPF. B - Projeção do Modelo 2 sobre matriz espectros ILPF. C - Projeção do Modelo 3 sobre matriz espectros ILPF. 82

CAPÍTULO IV

Figura 1. Massa de forragem total (kg de MS) e precipitação pluviométrica (mm) ocorrida durante as épocas Seca e Transição Seca-Chuva (TSC) no sistema integrado Lavoura-Pecuária-Floresta na Caatinga em Sobral – CE, 2018. 103
Figura 2. Atendimento das exigências de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) e de Proteína Bruta (PB) dos ovinos pastejando no sistema ILPF na Caatinga. 110

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ACT	Energia Líquida gasta para atividade física
AOAC	*Association of Official Analytical Chemists*
CLF	*Crop-Livestock-Forest*
CNCPS	*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*
CP	*Crude Protein*
DIVMO	Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica
DIVMS	Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca
ECG	Espessura da Camada de Gordura subcutânea
ED	Energia Digestível
EE	Extrato Etéreo
EL	Energia líquida
Elm	Energia Líquida para mantença
EM	Energia Metabolizável
EMm	Energia Metabolizável para mantença
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GMD	Ganho de peso Médio por dia
GPS	*Global Positioning System*
H	Distância de Mahalanobis
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
IMS	Ingestão de Matéria Seca
IMSm	Ingestão de Matéria Seca para mantença
in vitro DMO	*in vitro Digestibility of Organic Matter*
MEm	Metabolizable Energy for maintenance
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
MSC	*Multiple Scatter Correction*
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
NDTc	Nutrientes Digestíveis Totais consumido

NIRS	Espectroscopia de Reflectância no Infravermelho Próximo
NRC	*National Research Council*
PS	Período Seco
PB	Proteína Bruta
PB	Proteína Bruta consumida
PC	Peso Corporal
$PC^{0.75}$	Peso Metabólico
PCA	Análise de Componentes Principais
PL	Proteína Líquida
PM	Proteína Metabolizável
PMm	Proteína Metabolizável de mantença
PV	Peso Vivo
R^2	Coeficiente de Determinação
RMSEC	Raiz do quadrado médio do erro de calibração
SCA	*Standing Committee on Agriculture*
SIMCA	Modelagem Independente por Analogia de Classe
SRD	Sem padrão Racial Definido
T^2	Limites do *Hotelling*
TDN	*Total Digestible Nutrients*
TSC	Transição Seca-Chuva
UIP	Proteína Indegradável Ingerida

RESUMO GERAL

O estudo objetivou avaliar o balanço proteico e energético na dieta de ovinos das raças Morada Nova, Santa Inês e Somalis pastejando uma área de integração Lavoura-Pecuária-floresta (ILPF) na Caatinga utilizando modelos NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*) por meio da técnica fecal. Utilizou-se modelos de Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) pré-existentes calibrados especificamente para o bioma Caatinga. A aplicabilidade dos modelos e distribuição dos dados foi analisada por técnicas quimiométricas: Análise de Componentes Principais, Modelagem Independente de Analogia de Classes e distância de Mahalanobis. Para a estimativa das exigências de mantença foi monitorado o deslocamento dos animais na área utilizando *Global Positioning System* - GPS para mensurar a distância percorrida em pastejo e modelos nutricionais copilados no comitê *National Research Council* - NRC para estimar o gasto energético para deslocamento no sistema. A partir da previsão dos teores percentuais de PB e DIVMO consumidos pelos animais em pastejo e das exigências diárias de manutenção de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) e PB realizou-se o balanço nutricional dos animais submetidos ao sistema ILPF. Os resultados sugeriram que não houve deficiência no consumo de PB para animais pastejando na Caatinga e constatou-se déficit no consumo de NDT apenas para a raça Santa Inês. Portanto, a técnica NIRS fecal juntamente com os modelos nutricionais de previsão pode auxiliar na tomada de decisão de quando e quanto suplementar os animais pastejando em áreas livres ao permitir monitorar o consumo dos nutrientes com precisão.

Palavras-chave: Quimiometria. Pastejo. Deslocamento.

GENERAL ABSTRACT

The study aimed to evaluate the protein and energy balance in the diet of Morada Nova, Santa Inês and Somalis sheep grazing an area of Crop-Livestock-Forest (CLF) integration in the Caatinga using NIRS (Near Infrared Spectroscopy) models using the fecal technique. Pre-existing models Crude Protein (CP) and *in vitro* Digestibility of Organic Matter (*in vitro* DMO) calibrated specifically for the Caatinga biome were used. The applicability of the models and data distribution was analyzed by chemometric techniques: Principal Component Analysis, Independent Class Analogy Modeling and Mahalanobis distance. To estimate the maintenance requirements, the movement of animals in the area was monitored using the Global Positioning System - GPS to measure the distance covered in grazing and nutritional models compiled by the National Research Council - NRC committee to estimate the energy expenditure for displacement in the system. Based on the prediction of the percentage levels of CP and *in vitro* DMO consumed by the grazing animals and the daily maintenance requirements for Total Digestible Nutrients (TDN) and CP, the nutritional balance of the animals submitted to the CLF system was carried out. The results suggested that there was no deficiency in the consumption of CP for animals grazing in the Caatinga and a deficit in the consumption of TDN was found only for the Santa Inês breed. Therefore, the fecal NIRS technique together with the nutritional prediction models can assist in the decision making of when and how much to supplement the animals grazing in free areas by allowing to monitor the nutrient consumption accurately.

Keywords: Chemometrics. Grazing. Behavior.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Recentes estudos com animais em pastejo na Caatinga tenham demonstrado a necessidade de suplementação a pasto, ainda não está definido em que magnitude os nutrientes são limitantes em sistemas integrados, tampouco como cada raça se comporta neste tipo de sistema. Nesse contexto, as novas linhas de pesquisa com sistemas integrados buscam adaptar-se às demandas produtivas regionais e procuram refundar o tema ou enquadrar-se às necessidades de produção.

Portanto, a adoção de sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta proporciona a manipulação da biodiversidade florística com a finalidade de elevar o potencial forrageiro, intensificar o uso de pequenas áreas elevando a eficiência alimentar pastoril e mitigar processos de degradação a fim evitar o desclímax da vegetação da Caatinga. Entretanto, os sistemas integrados não eliminam o efeito da estacionalidade da produção e de qualidade, ao qual, especialmente durante a estação seca, o consumo de nutrientes pode não ser suficiente para atender às exigências dos animais, fazendo-se necessário a adoção de estratégias de suplementação para garantir adequado desempenho do rebanho.

Na pastagem o componente animal exerce grande capacidade de seleção que é intríncica ao hábito de pastejo e ainda não está definido em que magnitude os nutrientes são limitantes nos sistemas integrados, nem o quanto essa limitação influencia no padrão racial explorado na atividade pecuária. Assim, ao avaliar o efeito da raça e a produtividade animal nesses sistemas podem ser adotadas metodologias para o monitoramento do comportamento ingestivo utilizado técnicas, equipamentos e a observação visual para proporcionar boa descrição do comportamento animal para auxiliar na compreensão da capacidade de seleção dos alimentos pelos animais.

Para investigações com animais em pastejo em áreas livres a técnica NIRS fecal (*Near Infrared Spectroscopy*) é apropriada por avaliar os componentes químicos da dieta presente nas fezes dos animais pelo uso de equações calibradas e robustas obtendo os resultados de forma rápida e sem geração de resíduos. A técnica faz-se eficaz quando a ingestão e a seleção da dieta não podem ser determinadas por análise direta, ou seja, pela análise do próprio alimento.

Ao compreender também o comportamento racial pode-se definir os fatores limitantes na produção auxiliando na redução da estacionalidade da produção animal especialmente durante o período seco, por meio de reformulações sazonais da dieta para

adequado atendimento das exigências nutricionais do rebanho ajustando a suplementação alimentar para fornecer nutrientes que a pastagem não é capaz de suprir.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Monitorar o balanço proteico-energético de ovinos das raças Morada Nova, Somalis e Santa Inês pastejando um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta na Caatinga.

2.2. Específicos

- ✓ Quantificar a oferta de forragem e avaliar a contribuição dos diferentes componentes da biomassa (culturas exóticas e vegetação nativa) presentes no sistema ILPF Caatinga.
- ✓ Avaliar o desempenho e monitorar o deslocamento em pastejo (exploração do sítio de pastejo) das raças Morada Nova, Santa Inês e Somalis em pastejo.
- ✓ Aplicar modelos NIRS fecal pré-existentes para estimar os teores de proteína e disgestibilidade da dieta consumida pelos animais pastejando em área de Caatinga.
- ✓ Estimar o balanço energético-proteico dos ovinos pastejando no sistema ILPF Caatinga a partir das exigências de manutenção dos animais para avaliar o atendimento das exigências nutricionais de cada raça.
- ✓ Orientar futuras estratégias de suplementação para os rebanhos na Caatinga.

CAPÍTULO I

SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS ASSOCIADOS A MODELAGEM NUTRICIONAL PODEM MINIMIZAR OS IMPACTOS DA PECUÁRIA NO BIOMA CAATINGA

Resumo.
A implantação dos sistemas agrossilvipastoris no bioma Caatinga é uma alternativa para mitigar os impactos ambientais gerados pela agropecuária. Quando esses sistemas são associados a tecnologias de baixa geração de resíduos podem otimizar a atividade pecuária e reduzir os custos de produção. A modelagem nutricional possibilita uma adequação do status nutricional dos animais e quando aplicada de forma continuada pode reduzir os custos com insumos externos. Com a aplicação do manejo nutricional também pode-se reduzir os processos de superpastejo sobre determinadas espécies e, consequentemente, reduzir os processos de degradação do solo. A espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS) é uma técnica com alto potencial de análise que possibilita averiguar a qualidade da dieta de animais pastejando em áreas livres a partir da aplicação de modelos nutricionais apropriados. Portanto, as pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias limpas como os modelos nutricionais são imprescindíveis para fortalecer a cadeia produtiva e reduzir os impactos ambientais no bioma Caatinga.

Palavras-Chave: agrofloresta. agropecuária. ILPF. NIRS. nutrição.

Abstract.
The implantation of agro-silvo-pastoralism systems in the Caatinga biome is an alternative to mitigate the environmental impacts generated by agriculture. When these systems are associated with low waste generation technologies, they can optimize livestock activity and reduce production costs. Nutritional modeling makes it possible to adjust the nutritional status of the animals and when applied continuously, it can also reduce the costs of external inputs. With the application of nutritional management, it is also possible to reduce the overgrazing processes on certain species and, consequently, the processes of soil degradation. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) is a technique with a high potential for analysis that makes it possible to ascertain the quality of the diet of animals grazing in livestock from the application of nutritional models. Therefore, research for the development of clean technologies such as nutritional modeling are essential to strengthen the production chain and reduce environmental impacts in the Caatinga biome.

Keywords: agriculture, agroforestry, CLF, NIRS, nutrition

Introdução

Devido a ação antrópica observa-se mudanças nos ecossistemas pastoris da Caatinga. Nesse aspecto, a adoção de estratégias para recuperação e manutenção das espécies endêmicas nativas são fundamentais para mitigar os impactos ambientais das explorações pecuárias (Santos et al., 2017). O manejo sustentável do bioma é uma realidade possível através dos modelos de produção integrados como os sistemas agroflorestais ou agrossilvipastoris.

Nesses sistemas obtêm-se de forma continuada produtos e serviços ambientais pela manutenção do ciclo produtivo onde são utilizados mecanismos de produção sustentável desenvolvidos através da pesquisa de desenvolvimento e inovação para manutenção da sustentabilidade da agricultura de modo a fortalecer a agropecuária.

A adoção de sistemas integrados do tipo agrossilvipastoris minimizam a pressão e a frequência de pastejo sobre as espécies nativas, diminuindo a fragilidade do ecossistema e elevando a capacidade de suporte para a produção animal mantendo a cobertura vegetal, o que proporciona conforto térmico aos animais (Assis et al., 2019). O planejamento adequado do arranjo espacial do sistema é fundamental para que se obtenha bons resultados das culturas exploradas.

Em regiões semiáridas, como o bioma Caatinga, em que há períodos longos de estiagem é necessário a adoção de estratégias de reserva alimentar e hídrica, já que a disponibilidade de alimento depende, dentre os vários fatores, da precipitação ao longo do ano, a qual influenciará diretamente na composição da dieta dos animais em pastejo (Silva et al., 2017).

Portanto, a produção em sistemas integrados quando aliado às tecnologias agrícolas e à informação técnica (melhoramento das pastagens e do manejo alimentar) proporciona ao pecuarista níveis de produção economicamente viáveis, assim como o uso da modelagem para aperfeiçoar o manejo dos rebanhos (Tedeschi et al., 2015).

Nesse contexto, objetivou-se apresentar informações sobre a implantação de sistemas agrossilvipastoris no bioma Caatinga e descrever sobre como a modelagem nutricional pode otimizar o desempenho dos rebanhos fornecendo suporte à estrutura da cadeia produtiva na região, reduzindo assim os impactos na degradação do bioma.

A dinâmica da vegetação da Caatinga na dieta de pequenos ruminantes

No que tange à sustentabilidade, a produção em sistemas integrados pode reduzir os impactos que interferem negativamente na dinâmica da vegetação da Caatinga através do cultivo de espécies de interesse econômico (fruteiras, cereais, forrageiras) associadas às espécies nativas (Santos et al., 2013). Dessa forma melhora-se a qualidade da forragem e dos atributos edáficos, que através da cobertura morta aporta-se matéria orgânica ao solo, aumenta a ciclagem dos nutrientes mitigando os efeitos da degradação.

Para Araújo Filho (2013), na Caatinga cerca de 70% das espécies arbóreas participam da dieta de animais ruminantes, no entanto, as lenhosas forrageiras apresentam diferenças estacionais em seus ciclos fenológicos que estão associadas a flutuações da composição química de sua folhagem que apresenta característica caducifólia adicionando ao solo cerca de quatro toneladas de matéria seca de forragem.

A caducidade da vegetação arbustiva e arbórea ganha importância ainda maior para a dieta de caprinos e constitui um importante componente da manutenção da estrutura, fertilidade e biota do solo da Caatinga, chegando a perfazer cerca de 90% da dieta dos pequenos ruminantes durante a época seca (Gonzaga Neto et al., 2001). Os ovinos tendem a compensar a baixa qualidade do pasto ou acessibilidade pelo aumento do tempo de pastejo, da mesma forma que, em alta disponibilidade, a seleção também é comprometida, portanto, qualidade e quantidade de forragem na pastagem são interdependentes (Santos et al. 2008).

A preferência alimentar por gramíneas está relacionada ao estádio vegetativo, à medida que a estação seca avança há perda da qualidade e diminuição da disponibilidade das espécies herbáceas no pasto, da mesma forma, a distribuição das folhas na planta nos planos horizontal e vertical é responsável pela forma como o animal promove a desfolha da planta (Santos et al. 2008). Em geral, a composição botânica da dieta é influenciada pela época do ano que está

diretamente relacionada à disponibilidade da forragem, regulada pela variação na precipitação que altera a disponibilidade dos componentes da planta (folha, fruto ou semente).

Manejo pastoril da vegetação nativa

A implantação de sistemas agrossilvipastoris na Caatinga é realizada após a manipulação da vegetação lenhosa através das técnicas de raleamento, rebaixamento e enriquecimento do pasto nativo em arranjos espaciais, para o manejo da pastagem, do tipo faixa, savana ou bosquete a fim de elevar a oferta de forragem para os rebanhos (Araújo Filho, 2013). A consorciação de culturas proporciona maior eficiência do uso da terra, melhor conservação do solo, controla a população de plantas daninhas e promove a cobertura vegetal durante a maior parte do ano (Silva et al., 2017).

Os modelos de produção integrados também adotam a rotação de culturas e adubação verde em função da redução da produtividade decorrente do esgotamento dos recursos edáficos. Nesses casos utiliza-se as leguminosas do gênero Crotalaria, gênero Canavalia (feijão de porco), gênero Cajanus (feijão guandú) e outras culturas que auxiliam na fixação biológica de nitrogênio e gramíneas, como por exemplo o milheto e o girassol que possuem sistema radicular mais desenvolvido para a descompactação do solo, nesses casos a qualidade do solo é que condiciona a escolha do adubo verde (Nascimento et al., 2017).

Composição química da vegetação nativa e exótica no bioma Caatinga

Visto que a época do ano influencia diretamente na quantidade e na qualidade da forragem, as principais alterações no pasto nativo do bioma são decorrentes do regime das chuvas ocasionando mudanças na concentração de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e pela presença das dicotiledôneas herbáceas que florescem durante o período chuvoso apresentando maior digestibilidade do que os estratos arbóreo e arbustivo da Caatinga (Silva et al., 2017).

Segundo Oliveira et al., (2018) as dicotiledôneas herbáceas oriundas do banco de sementes são componentes característicos da vegetação nativa que apresentam variabilidade climática interanual e modificam a estrutura e a composição florística da vegetação nativa. Os autores ainda destacam que a distribuição das águas na região tem influência direta sobre a variação da composição bromatológica dos estratos que compõe a vegetação nativa da Caatinga, o que é evidenciado na Tabela 1, ao qual pode-se constatar as variações na qualidade bromatológica da vegetação nativa.

Tabela 1. Composição bromatológica da vegetação nativa da Caatinga durante as épocas seca e chuva.

	Estrato	MS	MM	PB	FDN	FDA	DIVMS	NDT	Autor
% na Matéria Seca	Pasto nativo								
	Seca	80,7[1]	7,4[1]	17,4[1]	61,1[1]	44,1[1]	-	43,1[*]	Santos et al. (2010) [1]
	Chuva	49,0[2]	9,7[2]	12,9[2]	59,9[2]	40,7[2]	53,9[2]	45,9[*]	Silva et al. (2017) [2]
	Dicotiledôneas herbáceas nativas								
	Seca	57,1[1]	5,9[1]	4,8[1]	75,7[1]	71,8[1]	46,2[1]	38,8[*]	Formiga et al. (2011) [1]
	Chuva	45,9[2]	8,4[2]	11,9[2]	59,7[2]	42,2[2]	58,1[2]	46,4[*]	Silva et al. (2017) [2]
	Monocotiledôneas herbáceas nativas								
	Seca	71,6[1]	7,1[1]	2,4[1]	81,8[1]	75,1[1]	39,1[1]	35,8[*]	Formiga et al. (2011)[1]
	Chuva	-	-	-	-	-	-		

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade in vitro da matéria seca; NDT = nutrientes digestíveis totais.
*NDT = 91,6086-0,669233FDN+0,437932PB (R^2 = 0,71) conforme Cappelle et al., (2001).

A concentração de PB na Caatinga geralmente não é fator limitante para animais em pastejo, especialmente durante a estação chuvosa (Santana et al., 2011). No entanto, um fator limitante de desempenho animal são os níveis elevados de compostos secundários, como taninos, quantidade significativa de lignina e forragem de baixa digestibilidade, juntamente com alto

percentual de FDA que pode tornar a PB indisponível para adequado desempenho animal mesmo em estações chuvosas (Silva et al., 2017).

Os autores ressaltam que o conhecimento das respostas metabólicas como a síntese de proteína microbiana, o balanço de nitrogênio e as perdas endógenas são fatores fundamentais para obter um perfil metabólico mais acurado dos animais criados no Nordeste e assim avaliar as respostas produtivas, já que, em consequência do excesso de nitrogênio na dieta, há um aumento nos custos energéticos resultando em maior gasto de energia para a eliminação da ureia.

Portanto, ao passo que a vegetação nativa da Caatinga não limita a PB, o excesso pode causar perda de energia e perda econômica, já que o ajuste do conteúdo de energia é considerado crítico para ruminantes, especialmente quando a alimentação é rica em fibras, isto significa que a disponibilidade de energia é regulada por um adequado fornecimento de proteína na dieta (Silva et al., 2010). Quando a energia é fator limitante na dieta, especialmente na puberdade, esta é responsável pela e diminuição do desempenho ponderal, crescimento animal, fertilidade e entre outros (Resende et al., 2008).

Os componentes fibrosos são indispensáveis para a dieta de ruminantes. A fibra em detergente neutro (composta por celulose, hemicelulose e lignina) pode estimular ou inibir o consumo de alimento pelos ruminantes e a fibra em detergente ácido (celulose, lignina, sílica e proteína) estimula a mastigação são substratos para os microrganismos, manutenção dos padrões fermentativos e estabilidade do ambiente ruminal, que quando não disponibilizada em quantidade e qualidade pode causar distúrbios no metabolismo energético dos animais (Alves et al., 2016).

Para reduzir os efeitos causados pela deficiência de energia para animais criados a pasto a introdução de espécies adaptadas à região e que apresentem boa tolerância ao sistema de produção é essencial para manter os índices produtivos. Considerando a produtividade e o valor biológico de gramíneas exóticas que geralmente são cultivadas na Caatinga, como as cultivares apresentadas na Tabela 2, se consorciadas com a vegetação nativa podem incrementar os níveis energéticos na dieta dos animais.

Tabela 2. Produtividade (kg ha^{-1}) e Composição bromatológica de gramíneas exóticas cultivadas em sistemas integrados na Caatinga.

	Gramínea	kg ha^{-1}	MM	PB	FDN	FDA	EE	NDT	Autor
% na Matéria Seca	Buffel	4500[1]	9,1[1]	3,6[1]	80,1[1]	71,9[1]	3,5[1]	36,4*	Santos et al. (2010)[1].
	Andropogon	13820[1]	4,2[2]	5,6[2]	73,4[2]	38,9[2]	1,2[3]	40,0*	Silva et al. (2014) [2]; Magalhães et al. (2012) [3]; Pereira et al. (2018)[1].
	Tanzânia	3500[1]	8,5[1]	15,5[1]	67,1[1]	36,8[1]	2,5[1]	39,9*	Santos et al. (2011)[1]
	Massai	2880[2]	7,7[1]	5,3[1]	60,9[1]	29,3[1]	2,7[1]	48,5*	Gurgel et al. (2017)[1]; Pereira et al. (2018)[2].
	Milheto	5500[2]	7,2[1]	7,2[1]	67,6[1]	32,4[1]	2,0[2]	43,2*	Simão et al. (2015)[1]; Frota et al. (2015)[2];
	Sorgo	9925[2]	6,0[1]	9,5[1]	66,6[1]	38,6[1]	1,9[1]	42,9*	Moraes et al. (2013)[2]; Calvo et al. (2010)[1];
	Milho	9238[2]	4,1[1]	7,7[1]	62,7[1]	28,8[1]	3,7[1]	46,3*	Moraes et al. (2013)[2]; Gonçalves et al. (2010)[1].

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; DIVMS = digestibilidade in vitro da matéria seca; NDT = nutrientes digestíveis totais.
*NDT = 91,6086-0,669233FDN+0,437932PB (R^2 = 0,71) conforme Cappelle et al., (2001).

Tais variações na disponibilidade e qualidade do pasto causam o "superpastejo" sobre determinadas espécies devido sua palatabilidade e também pela seletividade alimentar, muitas vezes, ocasionada pela presença dos compostos secundários na espécie vegetal reduzindo a frequência de pastejo sobre a mesma. Silva et al. (2010), ressalta que há falta de dados sobre exigências nutricionais de ovinos nas condições de pastagem e sob condições de suplementação alimentar para ovinos no semiárido brasileiro.

Os autores Tedeschi et al. (2015), enfatizam que o conhecimento limitado sobre o uso da modelagem para aperfeiçoar o manejo dos rebanhos de forma eficiente e lucrativa são os principais fatores a dificultar o desenvolvimento e aplicação dos modelos matemáticos. A exploração dessa técnica permitiria manter o equilíbrio entre a cadeia produtiva da pecuária e o ambiente, cuja vegetação nativa não seria superpastejada reduzindo os impactos dos processos

degradativos com o enriquecimento da pastagem (associação com lavouras com adoção de tratos culturais) que associados com o balanceamento da dieta dos animais traria maior eficiência para a exploração pecuária.

Modelagem para estimativa das exigências nutricionais utilizando equações de predição

Os modelos nutricionais para pequenos ruminantes são constantemente modificados ou adaptados para atender os requisitos de energia e proteína de ovinos e caprinos sobre diversas práticas de manejo e que inicialmente foi desenvolvido com base no *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS). Dentre os comitês de alimentação comumente adotados no Brasil, destacam-se o britânico, AFRC; o americano, NRC; o francês, INRA e o australiano, CSIRO, aos quais encontram-se diferenças nos valores preconizados para as exigências nutricionais (Resende et al., 2008).

Para Tedeschi et al. (2015), os modelos melhoram o desempenho dos animais enquanto reduzem a excreção de nutrientes em excesso onde é possível realizar uma combinação empírica e mecanicista das funções fisiológicas, dadas as disponibilidades de conjuntos de dados de desenvolvimento e avaliação.

Para as condições brasileiras Cabral et al. (2008), realizaram estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos através de um copilado de trabalhos nacionais que possibilitam a estimativa da IMS (ingestão de matéria seca) e das exigências em NDT e PB para mantença e ganho e peso de cordeiros.

Um ponto relevante para estimar as exigências dos animais é o tempo despendido para pastejo. Os autores Jochims, et al. (2010), afirmam que ovinos que não recebem suplemento permanecem mais tempo em pastejo com maior dispêndio de energia para deslocamento, que está diretamente relacionado à qualidade do pasto em detrimento dos acidentes geográficos da região.

De acordo com Resende et al. (2008), os valores relatados em estudos nas condições de pastagem e sob condições de suplementação alimentar no semiárido brasileiro podem ser utilizadas como fatores de correção adequando a realidade do sistema de criação aos modelos matemáticos do comitê NRC (2007) para estimar as exigências de mantença de ovinos em pastejo.

Para outras conversões de energia Cappelle et al. (2001), destacam que quando variáveis energéticas são conhecidas, NDT ou ED (Energia digestível), todas as outras expressões podem ser calculadas, já que a realização de teste de digestão para todos os alimentos e todas as dietas seria de alto custo.

Na formulação de dietas opta-se pelo uso de alimentos disponíveis na região para adequar os nutrientes requeridos pelos animais de acordo com sua categoria e de forma eficiente, a fim de possibilitar a expressão do potencial genético para crescimento e produção.

Para Makkar & Ankers (2014), o uso dos modelos matemáticos para adequar o manejo alimentar dos animais também permitem melhorar a sustentabilidade ambiental por minimizar o desmatamento e a poluição do ar pela redução da emissão dos gases de efeito estufa.

Modelagem nutricional para estimar o consumo utilizando equipamentos NIRS

A técnica NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*) tem sido amplamente utilizada para análise de amostras fecais para determinar o crescimento, consumo diário na pastagem, composição química e digestibilidade da dieta selecionada e consumida por herbívoros.

Com a técnica é possível averiguar com precisão a dieta de animais pastejando em áreas livres e de forma não invasiva (Schiborra et al., 2016). Nesse caso é possível subtrair da exigência do animal os componentes químicos ingeridos para adequar o balanço nutricional do rebanho no momento avaliado e estimar com maior precisão quando e quanto suplementar o rebanho, reduzindo também os custos com insumos externos.

Segundo Stuth et al. (2003), para animais em pastejo a modelagem dos dados é feita basicamente a partir do método indireto (NIRS fecal), em que se utilizam amostras de extrusas como referência (variável dependente) para análise qualitativa e os espectros fecais (variáveis independentes) e em sequência é realizada a calibração do modelo.

Nesse método, o NIRS prevê a ingestão de alimentos analisando a química fecal representando o que era consumido pelos animais através de frações 'não digeridas' ou subprodutos excretados nas fezes (González et al., 2018).

O método direto consiste basicamente na análise do alimento que será ingerido pelo animal, assim pode-se obter rapidamente a composição química do alimento, reduzindo o tempo de análise laboratorial. Após a obtenção de modelos calibrados pode ser realizado o balanço nutricional a partir da previsão do consumo obtido através do modelo, como é demonstrado na Figura 1.

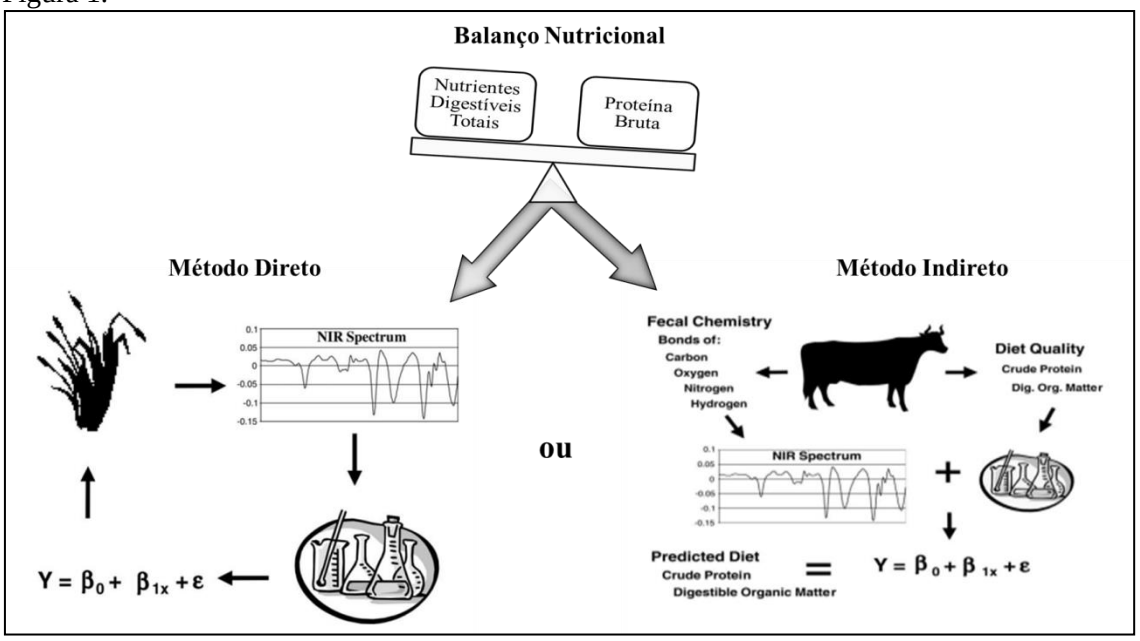


Figura 1. Balanço energético e proteico estimado a partir de modelos NIR, seja pelo método direto (análise do alimento) ou pelo método indireto (análise fecal). Esquematização adaptada de Stuth et al. (2003).

Após a obtenção de modelos calibrados o balanço nutricional pode ser realizado pela subtração do consumo (teor percentual estimado pelo modelo NIRS) pela exigência do animal no período avaliado (Rees & Little, 1980). Os teores percentuais estimados pelos modelos NIRS são convencionados em outras expressões de energia, como as realizadas por Cappelle et al. (2001), modelos quais são necessários para estimar os balanços proteico e energético.

Dessa forma, a técnica otimiza o tempo de análise trazendo mais produtividade quando comparada ao método tradicional de análise e testes de desempenho. O principal desafio é desenvolver um planejamento preciso e diversificado com um banco de amostras para calibrar os sensores NIRS com equações de predição nas condições ambientais que serão utilizados (González et al., 2018), pois estas variam de acordo com a capacidade de leitura espectral captada pelo equipamento NIR.

Kneebone & Dryden (2015), relataram que os modelos NIRS fecal prediz a MS, MO, PB, DMS e DMO em diferentes volumosos e concentrados na alimentação de ovinos com R^2 de 0.85 a 0.88 em que erro padrão das previsões de 4.0 a 6.4 g.kg $PC^{0,75}$ dia. Os autores ainda relataram que a ingestão de PB em g.kg $PC^{0,75}$ dia apresentou variação no R^2 de 0.64 a 0.98. Dixon & Coates (2009), relatam R2 entre 0.46 e 0.92 ao prever IMS e IMO de forragens consumidas por caprinos.

Segundo Almeida et al. (2018), os maiores coeficientes são observados para teores de PB das dietas com R^2 médios de 0.85 e para DMO com R^2 médio de 0.90. A precisão das previsões de IMS usando o NIRS fecal é menos satisfatória em comparação com DMO e PB, no entanto, estudos de alguns ingredientes ou frações que desaparecem completamente no trato gastrointestinal podem não ser captados pelo espectro NIR como, por exemplo, melaço e uréia (Kneebone & Dryden, 2015).

Atualmente, para o semiárido brasileiro foram desenvolvidos modelos NIRS fecal de PB e DMO in vitro para pequenos ruminantes pastejando em áreas de Caatinga, no qual os modelos foram construídos para desenvolver um software de análise do balanço nutricional específico para

o bioma. Os modelos gerados apresentam caráter global interespécies abrangendo animais sem padrão de raça definido, assim como as demais raças de caprinos e ovinos nativas da região.

Os autores Silva, (2016); Maciel, (2016) e Gonçalves (2018) obtiveram R^2 de 0,84; 0,84 e 0,86 para modelos de PB e 0,81; 0,81 e 0,58 para DIVMO, respectivamente. Observa-se que os coeficientes de determinação apresentaram confiabilidade de aproximadamente 0,80 para amostras obtidas em um ambiente tão heterogêneo como o bioma da Caatinga.

Quimiometria para análise de previsão dos modelos NIRS

Após a calibração dos modelos, a avaliação da qualidade da dieta é realizada por meio das análises quimiométricas ou multivariadas para a modelagem dos dados utilizando softwares específicos. Dessa forma podem ser traçadas correlações de similaridade entre o analito e o espectro que deu origem ao modelo, permitindo ao avaliador a aplicação da modelagem de maneira a reduzir os erros evitando a superestimava ou subestimativa do resultado.

Posteriormente, a aplicação de um método de agrupamento (Clusters) é responsável por distribuir em tipos ou grupos os indivíduos em análise. As ferramentas de agrupamento compreendem a Análise de Componentes Principais (PCA) que designa as amostras em planos multidimensionais (bidimensionais, tridimensionais...), chamados pontos de fatores, que são projetados através do recurso gráfico com dimensionalidade reduzida do espaço original entre as variáveis.

Na classificação ou criação de modelos no qual utiliza-se de ferramentas como a Modelagem Independente por Analogia de Classe (SIMCA) para classificação de dados baseada na PCA e avaliação do grau de similaridade com confiança de 95%. A aplicação dos modelos previsores as menores distâncias de Mahalanobis (H), que medem as pontuações dento dos limites do Hotelling calculado a partir das cargas geradas no modelo de PCA (Mees et al., 2017).

Portanto, ao que se refere a quimiometria para a análise de alimentos ressalva-se que a sistematização dos métodos multidimensionais aptos a lidar com variáveis dessa natureza requerem a disponibilidade de softwares estatísticos que permitam investir em propostas metodológicas que viabilizem a análise quantitativa e multivariada de variáveis qualitativas (Carvalho, 2017), bem como na interpretação dos dados para trazer a informação técnica desejada.

Considerações Finais

Ao confrontar-se com a realidade da produção no semiárido brasileiro nota-se que a capacidade de produzir e de estruturar a cadeia produtiva de pequenos ruminantes na região inicia-se na conscientização em aplicar metodologias nutricionais para otimizar a produção na região.

As pesquisas para o desenvolvimento de modelos nutricionais são imprescindíveis para fortalecer o conhecimento dos pesquisadores e extensionistas para que essa tecnologia possa ser aplicada em larga escala trazendo eficiência na produção pecuária do Nordeste brasileiro visando também reduzir os impactos ambientais no bioma Caatinga.

Referências Bibliográficas

Almeida, M. T. C., Delphino, T. R., Paschoaloto, J. R., Carvalho, V. B., Perez, H. L., D'Aurea, E. M. O., D'Aurea, A. P., Homem Junior, A. C., Favaro, V. R., & Ezequiel, J. M. B. (2018). Predições da espectroscopia no infravermelho próximo podem determinar a digestibilidade e o consumo alimentar de cordeiros confinados. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 70(2), 597-605. Doi: https://doi.org/10.1590/1678-4162-9548 (https://doi.org/10.1590/1678-4162-9548).

Alves, A. R., Pascoal, L. A. F., Cambuí, G. B., da Silva Trajano, J., da Silva, C. M., & Gois, G. C. (2016). Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. Pubvet, 10, 513-579.

Araújo Filho, J. A. (2013). Manejo pastoril sustentável da caatinga. Recife – PE, Brasil.

Assis, P. C. R., Stone, L. F., de Moura Oliveira, J., Wruck, F. J., Madari, B. E., & Heinemann, A. B. (2019). Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Agriambi, 12(43), 57-70. Doi: http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p309-316 (http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p309-316).

Cabral, L. D. S., Neves, E. M. D. O., Zervoudakis, J. T., Abreu, J. G. D., Rodrigues, R. C., Souza, A. L., & Oliveira, Í. S. D. (2008). Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 9(3).

Calvo, C. L., Foloni, J. S. S., & Brancalião, S. R. (2010). Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. Bragantia, 69(1), 77-86. Doi: https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100011 (https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000100011).

Cappelle, E. R., Valadares Filho, S. D. C., Silva, J. F. C. D., & Cecon, P. R. (2001). Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. Revista Brasileira de Zootecnia, 30(6), 1837-1856. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700022 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700022).

Carvalho, H. (2017). Análise multivariada de dados qualitativos-utilização da ACM com o SPSS. Edições Sílabo, Lda. 2ª Edição – Lisboa, Portugal.

Dixon, R., & Coates, D. (2009). Review: Near infrared spectroscopy of faeces to evaluate the nutrition and physiology of herbivores. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 17(1), 1-31. Doi: https://doi.org/10.1255/jnirs.822 (https://doi.org/10.1255/jnirs.822).

Formiga, L. D. A. S., Pereira Filho, J. M., Oliveira, N. S., de Azevedo Silva, A. M., Cézar, M. F., & da Costa Soares, D. (2011). Valor nutritivo da vegetação herbácea de caatinga enriquecida e pastejada por ovinos e caprinos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 12(2).

Frota, B. C. B., de Assis Pires, D. A., De Aguilar, P. B., Rodrigues, J. A. A. S., Júnior, V. R. R., & dos Reis, S. T. Características nutricionais de genótipos de milheto no período da safra. Scientia Agraria Paranaensis, 14(2), 106-111. Doi: https://doi.org/10.18188/sap.v14i2.9550 (https://doi.org/10.18188/sap.v14i2.9550).

Gonçalves, J. D. L. (2018). Monitoramento da nutrição de pequenos ruminantes na caatinga cearense, utilizando a espectroscopia NIR. Tese. Areia, PB, Brasil.

Gonçalves, J. R. S., Pires, A. V., Susin, I., Lima, L. G. D., Mendes, C. Q., & Ferreira, E. M. (2010). Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim-elefante na alimentação de bovinos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(9), 2032-2039. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000900023 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000900023).

Gonzaga N. S., Batista, A. M. V., Carvalho, F. F. R.., Martínez, R. L. V., Barbosa, J. E. A. S. & Silva, E. O. (2001). Composição bromatológica, consumo e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (Caesalpinea bracteosa), fornecidas para ovinos Morada Nova. Revista Brasileira de Zootecnia, 30(2), 553-562. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200035 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200035)

González, L. A., Kyriazakis, I., & Tedeschi, L. O. (2018). Precision nutrition of ruminants: approaches, challenges and potential gains. Animal, 12(s2), s246-s261. Doi: https://doi.org/10.1017/S1751731118002288 (https://doi.org/10.1017/S1751731118002288).

Gurgel, A. L. C., Difante, G. S., Emerenciano Neto, J. V., Souza, J. S., Veras, E. L. L., Costa, A. B. G., ... & Roberto, F. F. S. (2017). Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. Boletim de Indústria Animal, 74(2), 86-95. Doi: https://doi.org/10.17523/bia.v74n2p86 (https://doi.org/10.17523/bia.v74n2p86).

Jochims, F., Pires, C. C., Griebler, L., Bolzan, A. M. S., Dias, F. D., & Galvani, D. B. (2010). Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. Revista Brasileira de Zootecnia, 39(3), 572-581. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300017 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300017).

Kneebone, D. G., & Dryden, G. M. (2015). Prediction of diet quality for sheep from faecal characteristics: comparison of near-infrared spectroscopy and conventional chemistry predictive models. Animal Production Science, 55(1), 1-10. Doi: https://doi.org/10.1071/AN13252 (https://doi.org/10.1071/AN13252).

Maciel, M. V. (2016) Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco. Tese, Recife, PE, Brasil.

Magalhães, J. A., Carneiro, M. D. S., Andrade, A. C., Pereira, E. S., Souto, J. S., Pinto, M. D. C., ... & Mochel Filho, W. (2012). Eficiência do nitrogênio, produtividade e composição do capim-andropogon sob irrigação e adubação. Archivos de zootecnia, 61(236), 577-588. Doi: https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000400010 (https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000400010).

Makkar, H. P., & Ankers, P. (2014). Towards sustainable animal diets: a survey-based study. Animal Feed Science and Technology, 198, 309-322. Doi: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.09.018 (https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.09.018).

Mees, C., Souard, F., Delporte, C., Deconinck, E., Stoffelen, P., Stévigny, C., & De Braekeleer, K. (2018). Identification of coffee leaves using FT-NIR spectroscopy and SIMCA. Talanta, 177, 4-11. Doi: https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.09.056 (https://doi.org/10.1016/j.talanta.2017.09.056).

Moraes, S. D. D., Jobim, C. C., Silva, M. S. D., & Marquardt, F. I. (2013). Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 14(4), 624-634. Doi: https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000400002 (https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000400002).

Nascimento, M. R., da Costa Jaeggi, M. E. P., Saluci, J. C. G., Guidinelle, R. B., Pereira, I. M., Zacarias, A. J., ... & Souza, M. N. (2017). Efeito da adubação verde na cultura do milho (Zea mays L.). Revista Univap, 22(40), 698. Doi: http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.1431 (http://dx.doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.1431).

NRC - National Research Council. (2007) Nutrient requirements of small ruminants. 2007, 362p.

Oliveira, E. V. D. S., Prata, A. P. D. N., & Pinto, A. D. S. (2018). Caracterização e atributos da vegetação herbácea em um fragmento de Caatinga no Estado de Sergipe, Brasil. Hoehnea, 45(2), 159-172. Doi: https://doi.org/10.1590/2236-8906-70/2017 (https://doi.org/10.1590/2236-8906-70/2017).

Pereira, G. F., Lima, P. O., Assis, L. C. S. L. C., & Emerenciano Neto, J. V. (2018). Consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com fenos de gramíneas tropicais em diferentes intervalos entre cortes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 70(3), 897-904. Doi: https://doi.org/10.1590/1678-4162-9775 (https://doi.org/10.1590/1678-4162-9775).

Rees, M. C. & Little, D. A. (1980) Differences between sheep and cattle in digestibility, voluntary intake and retention time in the rumen of three tropical grasses. The Journal of Agricultural Science, 94(2), 483–485. Doi: https://doi:10.1017/S0021859600029105 (https://doi:10.1017/S0021859600029105).

Resende, K. T. D., Silva, H. G. D. O., Lima, L. D. D., & Teixeira, I. A. M. D. A. (2008). Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(SPE), 161-177. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300019 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300019)

Santana, D. F. Y., Lira, M. D. A., Santos, M. V. F. D., Ferreira, M. D. A., Silva, M. J. D. A., Marques, K. A., ... & Santos, D. C. D. (2011). Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia, 40(1), 69-78. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000100010 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000100010)

Santos, G. R. D. A., Batista, Â. M. V., Guim, A., Santos, M. V. F. D., Silva, M. J. D. A., & Pereira, V. L. A. (2008). Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na

Caatinga. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(10), 1876-1883. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001000023 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001000023).

Santos, H. P., Fontaneli, R. S., Spera, S. T., & Dreon, G. (2013). Conversão e balanço energético de sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 8(1), 1-7. Doi: https://doi:10.5039/agraria.v8i1a1392 (https://doi:10.5039/agraria.v8i1a1392).

Santos, M. O., Almeida, B. V., Ribeiro, D. A., Macêdo, D. G., Macedo, M. J., Macedo, J. G., ... & Souza, M. (2017). The conservation of native priority medicinal plants in a Caatinga area in Ceará, northeastern Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 89(4), 2675-2685. Doi: https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160633 (https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160633).

Santos, M. V. F. D., Lira, M. D. A., Dubeux Junior, J. C. B., Guim, A., Mello, A. C. L. D., & Cunha, M. V. D. (2010). Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 204-215. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300023 (https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300023)

Santos, V. R. V., Louvandini, H., Pimentel, C. M. M., & Brito, D. L. (2011). Características estruturais e bromatológicas do capim Tanzânia sob pastejo isolado, simultâneo e alternado de ovinos com bovinos. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, 12(4), 670-680. Doi: https://doi: 10.5216/cab.v12i4.9946 (https://doi: 10.5216/cab.v12i4.9946).

Schiborra, A., Bulang, M., Berk, A., Susenbeth, A., & Schlecht, E. (2015). Using faecal near-infrared spectroscopy (FNIRS) to estimate nutrient digestibility and chemical composition of diets and faeces of growing pigs. Animal Feed Science and Technology, 210, 234-242. Doi: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.10.011 (https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.10.011).

Silva, D. C. D., Alves, A. A., Lacerda, M. D. S. B., Moreira Filho, M. A., Oliveira, M. E. D., & Lafayette, E. A. (2014). Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota em período chuvoso. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 15(3), 626-636. Doi: https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000300004 (https://doi.org/10.1590/S1519-99402014000300004).

Silva, J. K. (2016). Monitoramento de atributos nutricionais em caprinos sob pastejo na caatinga paraibana, empregando a tecnologia NIRS. Tese, Areia, PB, Brasil.

Silva, M. J. S., Silva, D. K. A., Magalhães, A. L. R., Pereira, K. P., Silva, E. C. L., Cordeiro, F. S. B., Noronha, C. T. & Santos, K. C. (2017). Influence of the period of year on the chemical composition and digestibility of pasture and fodder selected by goats in caatinga. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, 18(3), 402-416. Doi: https://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402017000300001 (https://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402017000300001).

Silva, N. V., Costa, R. G., Freitas, C. R. G., Galindo, M. C. T., & Silva, L. S. (2010). Alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil. Acta Veterinaria Brasilica, 4(4), 233-241. Doi: https://doi.org/10.21708/avb.2010.4.4.1906 (https://doi.org/10.21708/avb.2010.4.4.1906).

Simão, E. D. P., Neto, M. M. G., Santos, E. A., & Wendling, I. J. (2015). Produção de biomassa e composição bromatológica de duas cultivares de milheto semeado em diferentes épocas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 14(2), 196-206. Doi: http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n2p196-206 (http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n2p196-206).

Stuth, J., Jama, A., & Tolleson, D. (2003). Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. Field Crops Research, 84(1-2), 45-56. Doi: https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00140-0 (https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00140-0).

Tedeschi, L. O., Muir, J. P., Riley, D. G., & Fox, D. G. (2015). The role of ruminant animals in sustainable livestock intensification programs. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 22(5), 452-465. Doi: https://doi.org/10.1080/13504509.2015.1075441 (https://doi.org/10.1080/13504509.2015.1075441)

ANEXO A

https://www.pubvet.com.br/sobre

I. Modelo de apresentação do artigo original

O título (Fonte Times New Roman, estilo negrito, tamanho 16, somente a primeira letra da sentença em maiúscula, o mais breve possível – máximo 15 palavras)

José Antônio da Silva[1], Carlos Augusto Fonseca[2*]

Nomes de autores (ex., José Antônio da Silva[1]). Todos com a primeira letra maiúscula e o número 1, 2, 3,... sobrescrito.

Afiliações. *Filiações dos autores devem estar logo abaixo dos nomes dos autores usando os números 1, 2, 3,... sobrescrito e o símbolo * para o autor de correspondência. Instituição (Universidade Federal do Paraná), incluindo departamento (Departamento de Zootecnia), cidade (Curitiba), estado (Paraná) e país (Brasil). Todos com a primeira letra maiúscula e E-mail eletrônico. (Fonte Times New Roman, estilo Itálico, tamanho 9.)*

[1]Professor da Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zootecnia. Curitiba –PR Brasil. E-mail: contato@pubvet.com.br

[2]Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Cidade, Estado e País) – E-mail: contatopubvet@gmail.com

**Autor para correspondência*

Resumo. A palavra resumo em negrito. Fonte New Times Roman, Tamanho 11, Parágrafo justificado com recuo de 1 cm na direita e 1 cm na esquerda. O resumo consiste não mais que 2.500 caracteres (caracteres com espaços) em um parágrafo único, com resultados em forma breve e compreensiva, começando com objetivos e terminando com uma conclusão, sem referências citadas. Abreviaturas no resumo devem ser definidas na primeira utilização.

Palavras chave: ordem alfabética, minúsculo, vírgula, sem ponto final

Título em inglês

Abstract. Resumo em inglês. A palavra abstract em negrito.

Keywords: Tradução literária do português

Título em espanhol (Opcional)

Resumen. Resumo em espanhol. A palavra Resumen em negrito

Palabras clave: Tradução literária do português

Introdução

A palavra introdução deve estar em negrito e sem recuo. A introdução não deve exceder 2.000 caracteres (caracteres com espaço) e justifica brevemente a pesquisa, especifica a hipótese a ser testada e os objetivos. Uma extensa discussão da literatura relevante deve ser incluída na discussão.

Material e métodos

É necessária uma descrição clara ou uma referência específica original para todos os procedimentos biológico, analítico e estatístico. Todas as modificações de procedimentos devem ser explicadas. Dieta, dados de atividades experimentais se apropriado, animais (raça, sexo, idade, peso corporal, e condição corporal [exemplo, com ou sem restrição de alimentação a água]), técnicas cirúrgicas, medidas e modelos estatísticos devem ser descritos clara e completamente. Informação do fabricante deve ser fornecida na primeira menção de cada produto do proprietário utilizado na pesquisa (para detalhes, ver Produto Comercial). Devem ser usados os métodos estatísticos apropriados, embora a biologia deva ser usada. Os métodos estatísticos comumente utilizados na ciência animal não precisam ser descritos em detalhes, mas as adequadas referências devem ser fornecidas. O modelo estatístico, classe, blocos e a unidade experimental devem ser designados.

Resultados e discussão

Na PUBVET os autores têm a opção de combinar os resultados e discussão em uma única seção.

Resultados

Os resultados são representados na forma de tabela ou figuras quando possível. O texto deve explicar ou elaborar sobre os dados tabulados, mas números não devem ser repetidos no texto. Dados suficientes, todos com algum índice de variação incluso (incluindo nível significância, ou seja, P-valor), devem ser apresentados para permitir aos leitores interpretar os resultados do experimento. Assim, o P-valor (exemplo, $P = 0.042$ ou $P < 0.05$) pode ser apresentado, permitindo desse modo que os leitores decidam o que rejeitar. Outra probabilidade (alfa) os níveis podem ser discutidos se devidamente qualificado para que o leitor não seja induzido ao erro (exemplo as tendências nos dados).

Discussão

A discussão deve interpretar os resultados claramente e concisa em termo de mecanismos biológicos e significância e, também deve integrar os resultados da pesquisa como o corpo de literatura publicado anteriormente para proporcionar ao leitor base para que possa aceitar ou rejeitar as hipóteses testadas. A seção de discussão independente não deve referir-se nenhum número ou tabela nem deve incluir o P- valor (a menos que cite o *P*-valor de outro trabalho). A discussão deve ser consistente com os dados da pesquisa.

Tabelas e figuras

Tabelas e figuras devem ser incluídas no corpo do texto. Abreviaturas devem ser definidas (ou redefinida) em cada tabela e figura. As tabelas devem ser criadas usando o recurso de tabelas no Word MS. Consultar uma edição recente da PUBVET para exemplos de construção de tabela. Quando possível as tabelas devem ser organizadas para caberem em toda a página (exemplo, retrato layout) sem ultrapassar as laterais da borda (exemplo, paisagem). Cada coluna deve ter um cabeçalho (exemplo, Dias de maturação, método de embalagem, valor de P). As unidades devem ser separadas cabeçalhos por uma vírgula ao invés de ser mostrado em parênteses (exemplo, ABTS, %). Limitar o campo de dados ao mínimo necessário para a comparação significativa dentro da precisão dos métodos. No corpo das referências da tabela para as notas de rodapé devem ser numerais. Cada nota deve começar em uma nova linha. Para indicar diferenças significativas entre as médias dentro de uma linha ou coluna são usadas letras maiúsculas sobrescritas.

Tabela 1. Exemplo de construção de tabela. Criada usando o recurso de tabelas no Word MS. Exemplo, Efeito do método de embalagem e tempo de maturação sobre a atividade antioxidante da carne de bovinos terminados em confinamento

	Dias de maturação	Métodos de embalagens		EPM*	P > Valor
		Filme	Vácuo		
ABTS[1], %	1	45,61A	45,61A	1,830	0,765
	3	48,45A	48,73A	1,891	0,651
	7	60,99B	60,72B	1,777	0,554
	14	63,86B	68,08B	1,645	0,556
	EPM	2,334	2,441		
	P < Valor	0,001	0,001		

*Erro padrão da média.

[1]2,2′-azinobis- (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid).

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas são deferentes (P < 0,05).

Abreviaturas

Abreviaturas no texto devem ser definidas no primeiro uso. Os autores devem usar o padrão das abreviaturas internacionais de elementos. Abreviaturas definidas pelo autor devem sempre ser usadas exceto para começar uma frase. A abreviação definida pelo autor precisa ser redefinida no resumo o primeiro uso no corpo do artigo, em cada tabela, e em cada figura

Citações no texto

No corpo do manuscrito, os autores referem-se da seguinte forma: (Ferraz & Felício, 2010) ou Ferraz & Felício (2010). Se a estrutura da frase exige que os nomes dos autores sejam incluídos entre parênteses, o formato correto é (Ferraz & Felício, 2012a, b). Quando há mais de 2 autores no artigo o primeiro nome do autor é entre parênteses pela abreviação et al. (Moreira et al., 2004). Os artigos listados na mesma frase ou parênteses devem estar em ordem alfabética e ordem cronológica para 2 publicações no mesmo ano. Livros (AOAC, 2005; Van Soest, 1994) e capítulos de livros (Van Soest, 2019) podem ser citados. Todavia, trabalhos publicados em anais, CDs, congressos, revistas de vulgarização, dissertações e teses devem ser evitados.

Referências bibliográficas

1. Artigos de revista

Ferraz, J. B. S. & Felício, P. E. (2010). Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, 84, 238-243. Doi https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006.

Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., Wada, F. Y. & Mizubuti, I. Y. (2004). Forage evaluation, chemical composition, and in vitro digestibility of continuously grazed star grass. *Animal Feed Science and Technology*, 113,239-249. Doi https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.08.009.

2. Livros

AOAC – *Association Official Analytical Chemist.* (2005). Official Methods of Analysis (18th ed.) edn. AOAC, Gaitherburg, Maryland, USA.

Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. https://doi.org/10.7591/9781501732355**.**

3. Capítulos de livros

Van Soest, P. J. (2019). Function of the Ruminant Forestomach. In: Van Soest, P. J. (ed.) *Nutritional Ecology of the Ruminant. 230-252.* Cornell University Press, Ithaca, NY, USA. Doi: https://doi.org/10.7591/9781501732355-016.

II. Relato de caso

Deve conter os seguintes elementos:

Título, nome (s) de autor (es), filiação, resumo, palavras chave, introdução, relato do caso clínico, discussão e conclusão. Os elementos anteriores devem seguir as mesmas normas do artigo original.

III. Revisão

Deve conter os seguintes elementos:

Título, nome(s) de autor (es), filiação, resumo, palavras chave, introdução, subtítulos do tema e considerações finais. Os manuscritos devem seguir as mesmas normas do artigo original, à excepção de Material e métodos, Resultados e discussão; no seu lugar, utilize títulos e subtítulos sobre o tema.

Envio de artigo

O envio de artigos pode ser realizado pelo site **http://www.pubvet.com.br/envios** ou enviar diretamente no e-mail **contato @pubvet.com.br**.

Para enviar o artigo pelo site você deve cadastrar o e-mail no **pubvet.com.br/cadastro.** Caso já possuía cadastro basta entrar no **pubvet.com.br/login**, em seguida acessar em artigo e clicar em cadastrar novo, preencher o formulário, anexar o arquivo em Word e salvar depois de preencher todos os dados. O autor que realiza a submissão fica automaticamente cadastrado como autor para correspondência.

CAPÍTULO II

DESLOCAMENTO EM PASTEJO E EXIGÊNCIAS DE MANTENÇA DE OVINOS EM SISTEMA ILPF NA CAATINGA

RESUMO

Considerando que fatores intrínsecos à pastagem nativa podem alterar as exigências de mantença para deslocamento de animais em pastejo devido alterações nas necessidades diárias de energia líquida para atividade física alteram as exigência de Energia Metabolizável para mantença (EMm), objetivou-se monitorar o deslocamento (km) de ovinos das raças Santa Inês (SI), Morada nova (MN) e Somalis (SO) pastejando em sistema integrado na Caatinga utilizando Global Positioning System (GPS) GARMIN® para estimar as exigências de mantença de Proteína e Energia Metabolizável dos animais sob condições semiáridas. A raça MN percorreu em média 3.0 km d^{-1}; SI 2.7 km d^{-1} e SO 2.6 km d^{-1}. A qualidade da forragem disponível no ILPF apresentou alterações significativas ($P<0.05$) na concentração de matéria seca, componentes da fibra e proteína durante o período avaliado. A composição química parece ter influenciado no deslocamento dos animais no ILPF. Fatores intrínsecos à raça como rusticidade e adaptabilidade ao semiárido podem ter refletido na capacidade de exploração da área de pastejo, no qual as raças MN e SO apresentaram menores exigências de proteína metabolizável para mantença, 25.8 ± 0.9 g d^{-1}, enquanto a raça SI necessita cerca de 37.9 ± 1.1 g d^{-1}. Não foi constatada variação nas exigências de EMm que apresentaram média de 1.3 ± 0.1 Mcal d^{-1}.

Palavras-Chave: GPS, distância, comportamento, nutrição de ovelhas, pastagem nativa.

ABSTRACT

Considering that factors intrinsic to natural grassland can change the maintenance requirements for displacement of grazing animals due to changes in the daily needs of liquid energy for physical activity, change the requirements for Metabolizable Energy for maintenance (MEm), the objective was to monitor the displacement (km) of Santa Inês (SI), Morada nova (MN) and Somalis (SO) sheep grazing in integrated system in the Caatinga using Global Positioning System (GPS) GARMIN® and estimate the maintenance requirements of and MEm and Protein Metabolizable (PMm) of animals under semi-arid conditions. The MN breed walking average of 3.0 km d -1; SI 2.7 km d -1 and SO 2.6 km d -1. The quality of forage available at the ILPF showed significant changes ($P < 0.05$) in the concentration of dry matter, fiber components and crude protein. The chemical composition seems to have influenced the displacement of animals in the ILPF. Factors intrinsic to the breed, such as rusticity and adaptability to the semiarid region, may have reflected in the capacity to explore the natural grassland. The MN and SO breeds had lower requirements for metabolizable protein for maintenance, 25.8 ± 0.9 g d -1 and SI breed needs about 37.9 ± 1.1 g d -1. There was no variation in the requirements for EMm, that presented average of 1.3 ± 0.1 Mcal d -1.

Keywords: GPS, distance, behavior, sheep nutrition, native grassland.

1. INTRODUÇÃO

A produção de ovinos no Semiárido brasileiro ocorre principalmente em áreas de pastagens naturais. Neste cenário observava-se notável efeito do manejo da pastagem sobre o comportamento ingestivo dos animais e segundo Jochims et al., (2013), esse efeito tem relação direta com o tempo de pastejo e, consequentemente, com o gasto de Energia Líquida para atividade física (ACT) devido a mudanças nas necessidades diárias de energia (NRC 2007).

Por outro lado, o efeito estacional apresentado pelas plantas forrageiras nas pastagens naturais é responsável pela variação da composição química do alimento (Reis et al., 2009), e essas mudanças na qualidade da forragem alteram os padrões de deslocamento dos animais durante o pastejo devido a alteração na estrutura dos campos naturais (Gonçalves et al., 2009), alterando a composição da dieta dos animais e consequentemente o desempenho animal.

Dessa forma, fatores intrínsecos ao ambiente alteram as exigências de mantença devido o gasto de energia em busca de alimento. Variáveis como distância percorrida em pastejo, tempo de pastejo, declividade do terreno, temperatura do ambiente, idade (Cannas et al., 2004), peso metabólico, categoria, efeito do sexo (ARC, 1980) atuam sobre as exigências de energia e proteína para mantença sendo afetadas também pela qualidade do alimento ingerido (NRC, 2007).

O presente estudo objetivou monitorar o deslocamento em pastejo e distância percorrida por ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis pastejando em sistema ILPF na Caatinga para estimar gasto de energia líquida para deslocamento (ACT) e as exigências de Energia e Proteína Metabolizável de mantença dos animais no semiárido brasileiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O ensaio foi conduzido em um sistema integrado Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) na Caatinga localizado na Fazenda Três Lagoas, Sobral – Ceará, latitude 3°44'53.41"S e longitude 40°21'47.10"O, durante o período de 17 de out de 2018 a 21 de dez de 2018 (65 dias). O clima da região é definido como tipo BSh, semiárido quente, segundo Köppen-Geiger. A precipitação e a temperatura média do período foi de 30.1°C e 115.6 mm (Figura 1). Para o ensaio adotou-se delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo.

O sistema ILPF possui 5.8 hectares e foi implantando em março de 2018 em uma área de Caatinga nativa que foi raleada em faixas. O sistema ILPF possui arranjo espacial de dez faixas de vegetação de Caatinga Nativa alternadas com nove faixas de Caatinga desmatada de 20 m e 10 m de largura (Figura 2).

Nas faixas suprimidas foi realizado o plantio de culturas agrícolas anuais de sorgo (*Sorghum bicolor*) ou milheto (*Pennisetum glaucum*) em consórcio com a gramínea perene capim-massai (*Megathyrsus maximus Syn. Panicum maximus* cv. massai) e feijão guandu (*Cajanus cajan*).

Ao findar a época chuvosa, junho de 2018, a biomassa foi colhida e ensilada mecanicamente. Esse processo rebaixou o pasto a altura de 20 cm que, posteriormente, permitiu a rebrota do capim massai e deixou como biomassa residual a palhada das culturas de sorgo e milheto, caracterizando-se como restolho cultural.

O monitoramento da disponibilidade de biomassa total no ILPF se deu a cada 15 dias no período seco (meses de outubro e novembro) e a cada 8 dias no período de transição seca-chuva (mês de dezembro), totalizando 6 períodos de amostragem.

As amostragens do capim-massai, pasto nativo, restolhos culturais de sorgo e milheto e dicotiledôneas herbáceas procederam-se mediante lançamento de moldura lançada aleatoriamente na área, seguindo metodologia de Araújo Filho et al., (1986). Totalizando 18 pontos amostrais a cada período de coleta nas faixas suprimidas e 90 pontos amostrais nas faixas de vegetação íntegra.

A produtividade de biomassa total no sistema (kg) foi estimada com base na média ponderada da biomassa disponível na moldura multiplicada pela cobertura do solo e em seguida multiplicada pela área total coberta por biomassa no qual durante o momento da amostragem tomou-se como critério 100 % para solo completamente coberto e 0 % totalmente descoberto.

Para obtenção da biomassa total no sistema multiplicou-se o resultado estimado na moldura, seguindo metodologia de Araújo Filho et al., (1986), multiplicada pela área total desmantada no sistema (2.2 ha) e pela área total de Caatinga íntegra (3.6 ha), denominada pasto nativo.

2.2 Análises Bromatológicas

A qualidade do pasto foi avaliada pelas análises de Matéria Seca (MS) segundo AOAC (1990); Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Lignina (LIG), conforme Van Soest et al., (1991) adaptado por Senger et al., (2008); Proteína Bruta (PB) pelo equipamento LECO® (CN628, St. Josesh, MI, EUA) e

Digestibiliade in vitro da Matéria Seca (DIVMS), segundo método de (Tilley & Terry, 1963) adaptado por Senger et al. (2008).

2.3 Animais

O uso dos animais experimentais (n=21) foi aprovado pelo Comitê de Ética da Embrapa Caprinos e Ovinos com protocolo n° 015/2018. Foram utilizadas sete ovelhas (Ovis aries) marrãs não paridas das raças Santa Inês (idade 349 ± 5.7 dias, peso de 37.8 ± 1.7 kg); sete ovelhas Morada Nova (idade 430 ± 6.4 dias, peso 23.5 ± 1.8 kg) e sete ovelhas Somalis (idade 540 ± 4.9, peso 22.5 ± 1.9 kg).

Para assegurar que os animais não apresentavam alta carga parasitária foi utilizado o método Famacha© (Chagas et al., 2007), considerando grau ‘dois’ para entrada na área experimental. Os animais permaneceram na pastagem das 08h00 às 15h00 e foram alimentados exclusivamente do pasto diferido de capim-massai, pasto nativo (constituído de arbustos, serapilheira especialmente de folhas secas, cascas, pequenas sementes), água ad libitum e suplemento mineral (Tabela 1).

2.4 Deslocamento dos animais em pastejo

O deslocamento médio dos ovinos no sistema (km) foi monitorado para posterior cálculo das exigências das exigências de energia líquida para deslocamento (ACT) dos animais. Utilizou-se nove Global Positioning System (GPS) GARMIN® modelo Etrex30 por três períodos de avaliação iniciados no 1°; 33° e 63° dias após entrada dos animais na área.

O equipamento foi acoplado em uma bolsa abotoada no pescoço de três animais de cada raça adotados como referência, para obtenção da distância média percorrida. Para leitura dos dados utilizou-se o software GPS TrackMaker® Professional, versão #4.9.

2.5 Medidas biométricas e Desempenho animal

Após período de adaptação de 6 dias, foram mensuradas quinzenalmente as variáveis medidas biométricas: PA = Perímetro abdominal (cm); PT = Perímetro toráxico (cm); LP = Largura do Peito (cm) e LG = Largura da garupa (cm), utilizando uma fita métrica e PC = Peso Corporal (kg). As variáveis ECG = Espessura da Camada de Gordura subcutânea (cm) e AOL = Área de Olho de Lombo (cm^2) foram avaliadas nos dias 0 (antes da entrada dos animais na área), 35 e 65 dias.

Para a mensuração de ECG e AOL utilizou-se um aparelho de ultrassom Kai Xin 5000® equipado com um transdutor linear de 4,5 MHz, ao qual foi disposto perpendicularmente entre a 11° e 12° costela ao comprimento do músculo Longissimus dorsi seguindo recomendações de Souza et al. (2016).

2.6 Estimativa das exigências de EMm e PMm

As exigências de Ingestão de Matéria Seca para mantença (IMSm) foram estimadas pelo PC obtido a partir do 6° dia após entrada dos animais na área experimental, segundo recomendações da SCA (1990). As exigências de Energia Metabolizável para mantença (EMm), seguiram recomendações de Cannas et al. (2004), considerando o gasto de energia para atividade física (ACT) e de Proteína Metabolizável para mantença (PMm) conforme NRC (2007).

Para obter o consumo diário as exigências de EMm foram convertidas em Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) segundo recomendações de Brody (1947). Para conversão da PMm em PB seguiu-se recomendações do NRC (2007) considerando UIP 40 % (Proteína não Degradável Ingerida).

2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos teste de normalidade Shapiro-Wilk, teste de homoscedasticidade Levene e teste Tukey para comparação de médias utilizando o software InfoStat® versão 2020e ao nível de 5 % de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização e qualidade do pasto

No sistema ILPF na Caatinga as faixas enriquecidas com capim-massai apresentaram 27.8 ± 5.7 % de cobertura total do solo e a altura do pasto apresentou média de 27.1 ± 3.9 cm. As faixas de vegetação nativa apresentaram cobertura média de 78.3 ± 10.4 % devido a caducidade da vegetação nativa, principalmente pela predominância das espécies bamburral (*Hyptis suaveolens*) e pau-branco (*Auxemma oncocalyx*).

Nas faixas de 20 m de largura enriquecidas com capim-massai ao acúmulo de forragem foi três vezes maior em relação as faixas de 10 m de largura. De acordo com a biomassa disponível, observou-se que o capim-massai apresentou reduzido vigor na rebrotação após o corte da forragem tornando o pasto desuniforme e com formação de mosaicos na pastagem.

Nesse período o capim massai não apresentou o estabelecimento desejado, pois o corte da forragem foi realizado no final do período chuvoso e não houve precipitação pluvial após o corte. As faixas de 20 m de largura do pasto nativo apresentaram acúmulo de biomassa duas vezes maior em relação as faixas de 10 m, sendo proporcional a dimensão do raleamento proposto para o sistema.

Durante o mês de dezembro, a precipitação acumulada de 115.6 mm caracterizou o período de transição seca-chuva (TSC) e desencadeou a emergência do estrato herbáceo, oriundo do banco de sementes do sistema (Tabela 2). O acúmulo de biomassa do extrato herbáceo foi três vezes maior nas faixas de 20 m de largura em relação às faixas de 10 m. O estrato herbáceo representou 10 % de área total coberta.

O período de TSC ocasionou elevação significativa ($P < 0.05$) na qualidade da forragem, pela redução dos teores de MS e elevação dos teores de PB em cerca de 7% para o capim-massai e 3% para o pasto nativo, mas não alterou significativamente a disponibilidade de biomassa do capim-massai, pasto nativo e restolhos culturais de sorgo e milheto disponível no ILPF (Tabela 2).

Contatou-se alterações significativas nas concentrações de MS, FDN, FDA e PB do capim-massai e do pasto nativo. Os menores teores de MS foram observados no período da TSC, dez de 2018, no qual constatou-se elevação da fração fibrosa (FDN e FDA) e PB dos estratos.

O acréscimo da PB deve-se a emergência de novas folhas, componente da planta com maior concentração do nutriente (Queiroz et al., 2000). No entanto, a DIVMS do capim-massai e do pasto nativo não apresentaram variação significativa no período da TSC.

Também foi constatada variação na concentração de lignina da forragem. Para Santana et al. (2011), a baixa digestibilidade está associada ao alto teor de lignina e

taninos na forragem conferindo também baixa degradabilidade da PB associada à proteína insolúvel em detergente ácido.

A precipitação da TSC não elevou o aporte de biomassa do capim-massai e pasto nativo. Quanto aos restolhos culturais de sorgo e milheto presentes na pastagem, a elevação da umidade no sistema não foi suficiente para deteriorar e incorporar dos nutrientes lignocelulósicos ao solo.

A respeito da contribuição dos estratos avaliados para a manutenção da cobertura do solo e características edáficas da pastagem a presença do restolho cultural proporcionou maior acúmulo de biomassa residual na pastagem, fator que é desejável durante a estiagem por trazer ao sistema maior aporte de matéria orgânica e evitar processos erosivos.

3.2 Deslocamento dos animais

Com o avançar do estádio vegetativo da vegetação nativa, redução da temperatura e aumento da umidade observou-se alterações nas características da pastagem que desencadearam mudanças no deslocamento dos animais (Sales-Baptista et al., 2016). Essas alterações podem ter contribuído para as mudanças no trajeto realizado pelos ovinos no sistema ILPF, Figura 3, onde observa-se que os animais apresentaram preferência por determinados sítios de pastejo, que variou com a época de monitoração e raça.

O deslocamento evidenciou que a alteração do trajeto ocorreu em detrimento das alterações na qualidade do alimento disponível na pastagem, conforme foi observado pela variação na composição química do pasto e indicou que os animais não exploraram a pastagem de maneira uniforme.

À medida que o pasto apresentou menor valor nutritivo, especialmente pelo maior teor de MS e redução da PB do capim-massai e pasto nativo, os animais tenderam a explorar uma maior extensão da área. Enquanto na TSC, quando foi constatado redução da MS e elevação da DIVMS e PB da forragem disponível, os animais limitaram-se a pastejar às primeiras faixas do ILPF.

A observação do comportamento em pastejo demonstrou que os ovinos apresentavam padrões de movimentos (rotas e locais) e escolhiam zonas de pastejo. Animais em rebanhos tendem a manter-se próximos, com afastamento médio de 8.5 metros ente si (Sales-Baptista et al. 2016). Por serem animais com hábitos gregários, o comportamento observado é de caráter instintivo, em que manter certa proximidade entre os seus semelhantes reduziria o risco de predadores naturais (Ferreira et al., 2014).

Fatores intrínsecos a adaptação ao clima semiárido dos grupos genéticos também pode ter reflexo sobre o trajeto de pastejo realizado pelos animais no ILPF. No 1° dia de permanência no ILPF (Figura 3a.) a raça Morada Nova percorreu 3.2 km d^{-1}, sendo significativamente superior ($P = 0.0235$) a distância percorrida por Santa Inês com 2.6 km d^{-1} e Somalis com 2.3 km d^{-1}, que não apresentam a mesma capacidade exploratória da área.

Quando observada a distância percorrida pelas ovelhas aos 33° a 63° dias (Figuras 3b. e 3c.) não se constatou variação significativa entre as raças, cuja distância foi 3.0 km d^{-1} no 33° dia e 2.6 km d^{-1} no 63° dia para Santa Inês; 3.0 km d^{-1} no 33° e 2.8 km d^{-1} no 63° dia para Morada Nova e 2.9 km d^{-1} no 33° dia e 2.8 km d^{-1} no 63° dia para Somalis.

As menores distâncias foram observadas na TSC. No mesmo período os animais exploraram uma menor área para selecionar alimento (Figura 3c.). Esse comportamento pode estar relacionado a emergência do estrato herbáceo, presente principalmente nas áreas enriquecidas com o capim massai, e pela emergência de folhas novas nos dosséis.

O deslocamento realizado pelos animais na época seca e TSC, sugere que o hábito de pastejar por maiores extensões em áreas durante a época de estiagem, mesmo quando realizado enriquecimento da pastagem, tem maior relação com baixa qualidade da forragem do que à disponibilidade de alimento na pastagem.

Quanto a distinção entre as raças no início do período experimental, observa-se que o trajeto realizado e distância percorrida por Morada Nova pode ser atribuída ao seu pequeno porte e pela rusticidade apresentando maior adaptação às condições de produção do Semiárido nordestino (Moraes et al., 2016).

Na Figura 4 estão apresentadas médias gerais da distância percorrida e exigências de EMm em função da energia líquida despendida para atividade física dos ovinos pastejando no sistema ILPF na Caatinga e em outras áreas de pastagem natural no Brasil, assim como é apresentado um comparativo com a exigência tabelada no comitê NRC (2007) para animais da mesma categoria.

Observa-se que há efeito racial quanto ao deslocamento, no qual animais sem padrão racial definido (SRD) mostram-se menos exigentes em relação ao deslocamento em pastejo. O comportamento dos dados apresentados (Figura 4) evidenciam que as exigências se alteram de acordo com o ambiente em que o animal está inserido e ao padrão racial.

Portanto, a rusticidade atribuída a cada grupo genético pode influenciar na exploração do sítio de pastejo, já que naturalmente os animais utilizam um tempo significativo exercendo seletividade alimentar o que aumenta o deslocamento a procura por alimento na pastagem, isto é, quando há possibilidade de seleção da dieta alteram também o gasto de energia para deslocamento (Jochms et al. 2013).

3.3 Medidas biométricas e Desempenho animal

Os parâmetros para avaliação do desempenho nutricional como características quantitativas da carcaça, rendimento, conformação e proporção de cortes s relações entre biometria e desempenho, assim como o uso das medidas biométricas como preditoras de aspectos específicos da composição corporal (Cyrillo et al., 2012)

A ECG de Somalis foi 1.7 ± 0.03 cm, foi superior ($P < 0.0001$) a Santa Inês que apresentou 1.0 ± 0.03 cm e Morada Nova com 0.7 ± 0.13 cm. Devido maior porte de Santa Inês a AOL foi superior ($P < 0,0001$) com 9.2 cm² à Morada Nova com 6.2 cm² e Somalis com 5.9 cm², que não diferiram entre sí ($P = 0.5879$).

As medidas biométricas apresentaram efeito raça ($P < 0.05$), refletindo em diferenças na morfometria da raça Santa Inês em relação a Morada Nova e Somalis. A raça Santa Inês apresentou PC = 35.8 kg; AOL = 9.2cm²; PA = 83.7 cm; PT = 76.4 cm e LG = 20.6 cm. Já a variável LP foi de 17.1 cm de Santa Inês e 17.7 cm Somalis, não apresentando diferenças significativas entre as raças.

As medições de AOL, PC, PA e PT das raças Somalis e Morada Nova não diferiram significativamente apresentando médias de 6.1 cm², 22.7 kg, 75.9 cm, 67.5 cm, respectivamente. As medidas de LG de Somalis e Morada Nova foram 17.6 cm e 16.1 cm, respectivamente. As raças Morada Nova e Somalis apresentaram características morfométricas semelhantes, ou seja, têm biótipo semelhante com baixa estatura do que a Santa Inês, que apresentou maior porte.

O maior acúmulo de gordura na garupa é característica da raça Somalis, sendo uma adaptação do animal ao ambiente semiárido onde durante a época em que a alimentação abundante a gordura é armazenada para ser mobilizada nos períodos de escassez (Moraes et al., 2016).

Segundo Camilo et al. (2012), as raças Morada Nova e Santa Inês também apresentam grande capacidade de acumular reservas energéticas na forma de gordura

abdominal, já que esta é mais facilmente metabolizada em relação à gordura subcutânea em períodos de escassez de alimentos.

No presente estudo não foi constatado efeito raça x período (P > 0.05) para os parâmetros de desempenho e medidas biométricas. A baixa variabilidade dos dados indicou que os animais não apresentaram reduções significativas nos parâmetros biométricos, PC, ECG e AOL, mostrando que o sistema integrado disponibilizou aporte de nutrientes suficiente para manter os animais na fase de mantença durante o período de estiagem na Caatinga.

Dado que a mobilização de gordura para assegurar o atendimento de energia para as funções metabólicas basais é primeiramente oriunda da região intra-abdominal observou-se redução significativa para a variável PA entre períodos (P = 0.0001), sendo de 4.9 cm para as raças Santa Inês e Somalis e de 1.9 cm para Morada Nova. Os resultados indicam os animais podem ter mobilizado gordura abdominal para manter as funções metabólicas, haja vista que não se constatou alterações significativas no PC dos animais pastejando no sistema ILPF durante os meses de outubro a dezembro.

3.4 Exigências de mantença

Baseando-se nas exigências de EMm dos ovinos pastejando no sistema ILPF Caatinga, Tabela 3, observou-se baixa variabilidade dos dados estimados não resultando em variação significativa das exigências de mantença de cada raça ao durante os meses de outubro, novembro e dezembro (P > 0.05). Na Tabela 3 estão apresentadas as exigências diárias de IMSm, NDTm, PMm e PBm baseado no gasto energético dos grupos genéticos no ILPF e categoria dos animais.

Contatou-se efeito ($P < 0.05$) para a variável PC da raça Santa Inês com Morada Nova e Somalis devido a fatores intrínsecos ao porte dos animais, no qual Santa Inês apresentou maior PC ($P < 0.0001$) que as raças Morada Nova e Somalis ($P = 0.1355$).

O mesmo efeito foi observado para as variáveis PMm, IMSm, NDTm, PMm e PBm, no qual a raça Santa Inês apresentou-se mais exigente. Como não houve variação significativa do PC as exigências de mantença estimadas também apresentaram baixa variação, não alterando-se conforme período de avaliação.

As observações realizadas nas raças Santa Inês, Somalis e Morada Nova pastejando em sistema ILPF na Caatinga sugeriram que o deslocamento dos ovinos variou em função da qualidade do alimento ofertado. Animais nessas condições de pastejo necessitam de cerca IMSm de 2.8% do PC e 1.3 Mcal d^{-1} de EMm. A raça Santa Inês exige cerca de 37.9 g d^{-1} de PMm, enquanto as exigências de Morada nova e Somalis é cerca de 25.8 g d^{-1} de PMm.

4. REFERÊNCIAS

AOAC. (1990). Métodos oficiais de análise da Association of Official Analytical Chemists (15 ed). Association of Official Analytical Chemists.

Araujo Filho, J. A. de, Vale, L. V, Neto, R. A., Barbosa, P., & Serpa, M. S. M. (1986). Dimensões de parcelas para amostragem do estrato herbáceo da caatinga raleada. In Anais da 23a Reunião Anual da SBZ (p. 268).

Cannas, A., Tedeschi, L. O., Fox, D. G., Pell, A. N., & Van Soest, P. J. (2004). A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. Journal of Animal Science, 82(1), 149–169. https://doi.org/10.2527/2004.821149x

Chagas, A. C. S., Oliveira, M. C. S., Carvalho, C. O., & Molento, M. B. (2007). Método famacha: um recurso para o controle da verminose em ovinos. Circular Técnica - Embrapa Pecuária Sudeste, 1, 1–8.

Cyrillo, J. N. D. S. G., Nardon, R. F., Mercadante, M. E. Z., Bonilha, S. F. M., & Arnandes, R. H. B. (2012). Relações entre medidas biométricas, características de carcaça e cortes cárneos comerciais em bovinos zebu e caracu. Boletim de Indústria Animal, 69(1), 71–77.

Ferreira, V. B., Moreno, L. F., Dalmaso, A. C., Mousquer, C. J., Silva Filho, A. S., Hoffmann, A., Simioni, T. A., & Castro, W. J. R. de. (2014). Comportamento ingestivo de ovinos em pastos de diferentes estruturas. Pubvet, 8(10). https://doi.org/10.22256/pubvet.v8n10.1719

Gonçalves, E. N., de Faccio Carvalho, P. C., Devincenzi, T., Terra Lopes, M. L., de Freitas, F. K., & Ávila Jacques, A. V. (2009). Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: Padrões de deslocamento e uso de estações alimentares. Revista Brasileira de Zootecnia, 38(11), 2121–2126. https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001100008

Jochims, F., Pinto, C. E., & Bremm, C. (2013). Deslocamento e estimativa de gasto energético de ovinos manejados com diferentes métodos de pastoreio e ofertas de forragem em campo natural. 22(May).

MORAES, J. C. F., SILVA, K. de M., LEAL, T. M., AZEVEDO, H. C., SANTOS, S. A., FACO, O., & BRAGA, R. M. (2016). Inventário de Recursos Genéticos Animais da Embrapa. In In: ALBUQUERQUE, M. do S. M.; IANELLA, P. (Ed.). Inventário de recursos genéticos animais da Embrapa. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. (pp. 41–55). http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1065494

Queiroz, D. S., Gomide, J. A., & Maria, J. (2000). Avaliação da Folha e do Colmo de Topo e Base de Perfilhos de Três Gramíneas Forrageiras. 1. Digestibilidade in vitro e Composição Química. Revista Brasileira de Zootecnia, 29(1), 53–60. https://doi.org/10.1590/s1516-35982000000100008

Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R., & Páscoa, A. G. (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. Revista Brasileira de Zootecnia, 38(SUPPL. 1), 147–159. https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300016

Sales-Baptista, E., Ferraz-de-Oliveira, M. I., Brandão dos Santos, M., Lopes de Castro, J. A., Pereira, A., Marques da Silva, J. R., & Serrano, J. (2016). Tecnologia GNSS de baixo custo na monitorização de ovinos em pastoreio. Revista de Ciências Agrárias, 39(2), 251–260. https://doi.org/10.19084/rca15147

Santana, D. F. Y., Lira, M. de A., dos Santos, M. V. F., Ferreira, M. de A., Silva, M. J. de A., Marques, K. A., de Mello, A. C. L., & dos Santos, D. C. (2011). Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia, 40(1), 69–78. https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000100010

Senger, C. C. D., Kozloski, G. V., Bonnecarrère Sanchez, L. M., Mesquita, F. R., Alves, T. P., & Castagnino, D. S. (2008). Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. Animal Feed Science and Technology, 146(1–2), 169–174. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008

Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. (1963). a Two-Stage Technique for the in Vitro Digestion of Forage Crops. Grass and Forage Science, 18(2), 104–111. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. Journal of Dairy Science, 74(10), 3583–3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

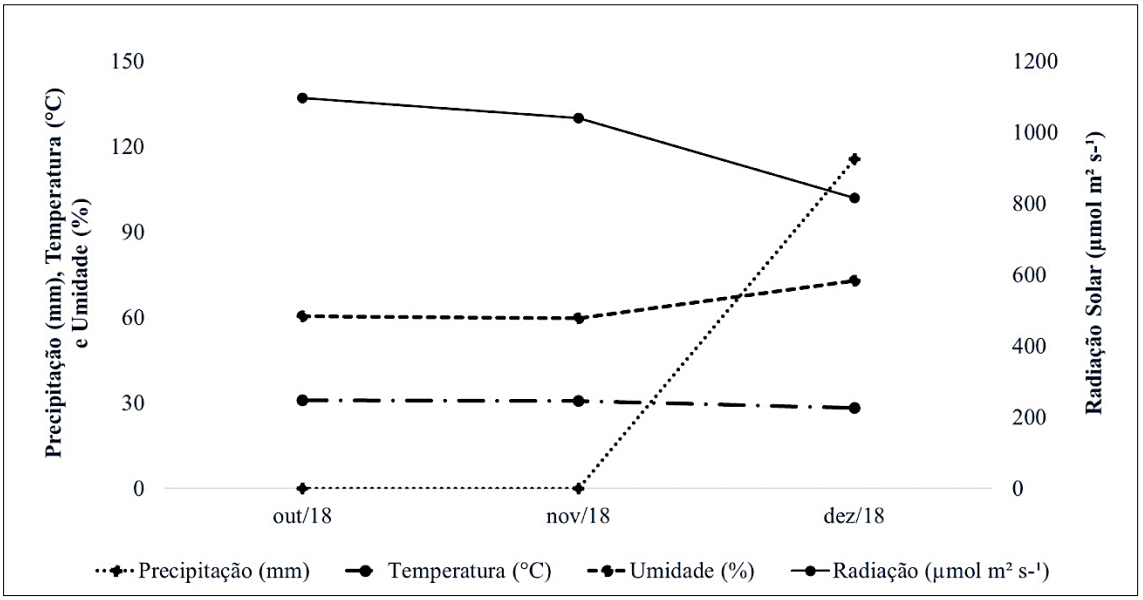


Figura 1. Dados metereológicos da área experimental. Sobral (CE), 2018.

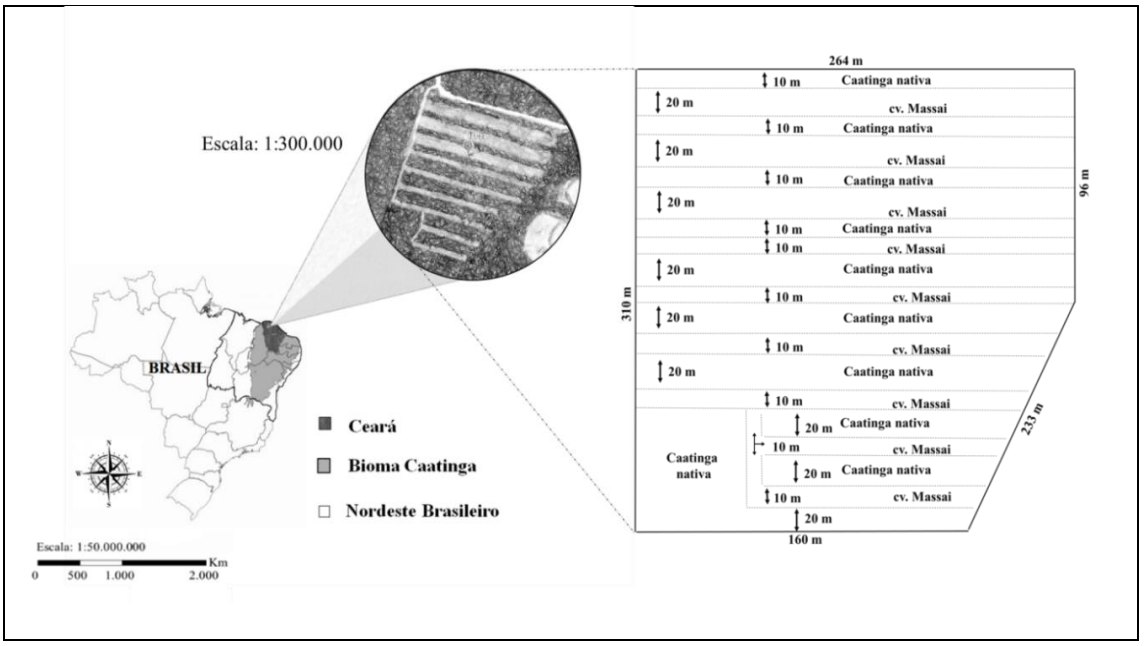


Figura 2. Localização e esquematização do sistema ILPF na Caatinga, Sobral-CE, 2018.

Tabela 1. Composição dos macrominerais e microminerais fornecidos a cada 100 g de suplemento mineral.

Macrominerais (*g*)				
Cálcio	Fósforo	Sódio	Magnésio	Enxofre
11.7	6.0	17.6	0.8	2.0
Microminerais (m*g*)				
Cobre	Cobalto	Iodo	Manganês	Selênio	Zinco
40.0	4.0	7.1	135.0	1.5	190.0

Tabela 2. Disponibilidade de biomassa total (BT kg de MS) e composição química dos estratos cultivados e nativos presentes no sistema ILPF.

Estrato		BT	MS	FDN	FDA	LIG	DIVMS	PB
		kg	% na MS					
Capim-Massai	Out	540.0	59.5B	75.1B	38.1B	1.9	36.9	5.0B
	Nov	469.5	71.8A	76.4B	41.0A	1.8	35.3	5.9B
	Dez	390.3	40.7C	79.1A	40.0AB	2.2	40.8	12.3A
Pasto Nativo	Out	5924.9	74.1A	67.4C	51.1B	2.0	36.1A	5.1B
	Nov	4888.1	76.6A	73.5B	52.5B	1.5	32.2AB	6.0B
	Dez	6393.4	59.9B	82.2A	68.6A	1.9	28.9B	8.0A
Restolho cultural de Sorgo	Out	594.4	88.9	76.1	42.5B	1.1	33.8	2.5
	Nov	495.0	76.0	69.7	44.6AB	1.6	42.2	1.7
	Dez	251.7	73.3	79.1	46.4A	2.7	36.3	1.6
Restolho cultural de Milheto	Out	275.0	89.6	77.4	47.3	2.6	34.2	2.1
	Nov	220.0	86.6	83.7	51.5	1.0	24.8	4.2
	Dez	137.9	81.8	86.1	55.3	2.4	30.3	3.1
Estrato herbáceo*	Out	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Dez	129.2	37.8	68.6	40.2	5.7	57.1	6.9

Medidas repetidas no tempo analisadas pelo teste Tukey (P = 0.05). Médias nas colunas seguidas de diferentes letras MAIÚSCULAS diferem entre si. *Dicotiledôneas herbáceas coletadas nas faixas raleadas durante a época de transição seca-chuva. BT = biomassa total; MS = matéria seca; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; PB = proteína bruta.

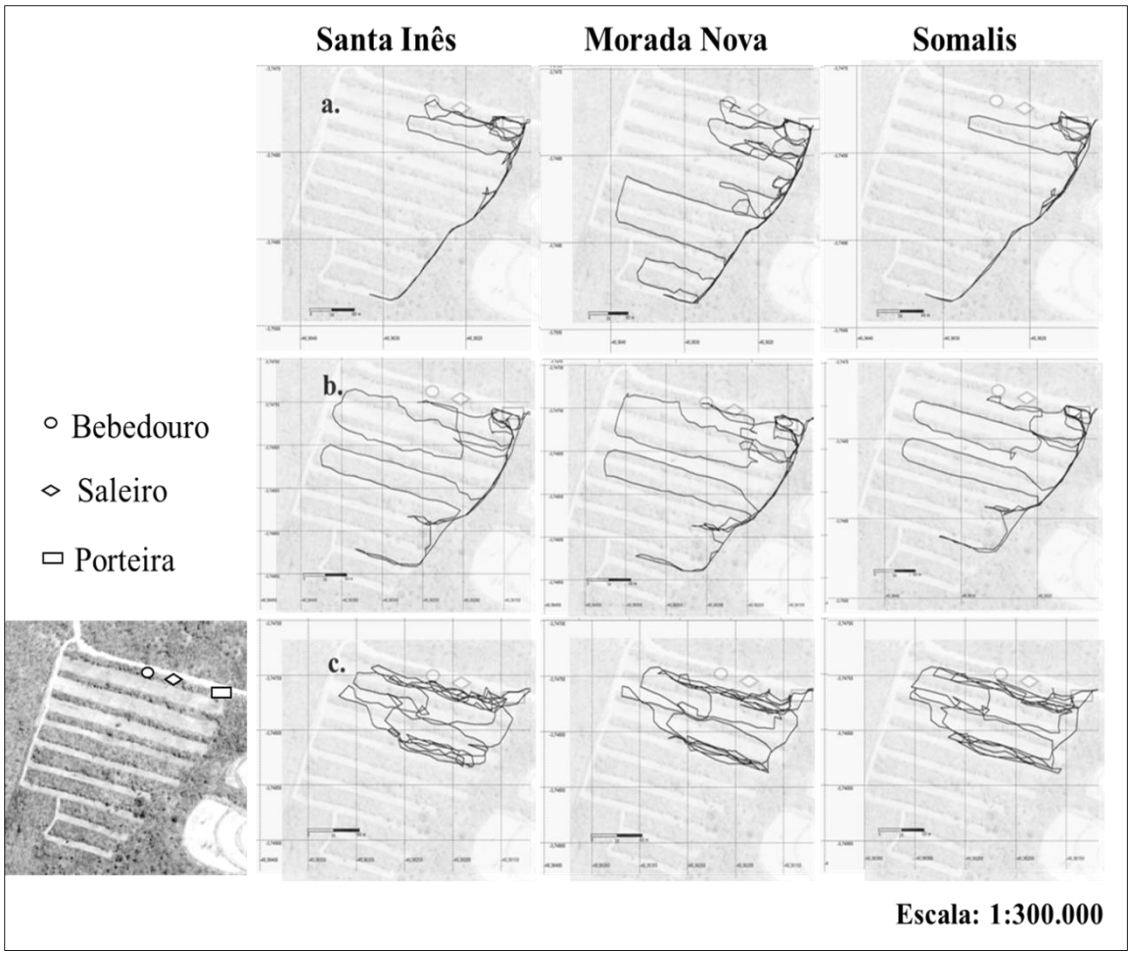


Figura 3. Deslocamento de ovelhas das raças Somalis, Santa Inês e Morada Nova em pastejo no sistema ILPF Caatinga durante o final da época seca e início da transição Seca-Chuva. A = 1° dia correspondendo ao período de adaptação no ILPF (17 de out de 2018 - Período Seco); B = 33° dia após entrada no ILPF (19 de nov de 2018 - Período Seco) e C = 63° dia após entrada no ILPF (19 de dez de 2018 - Transição Seca-Chuva).

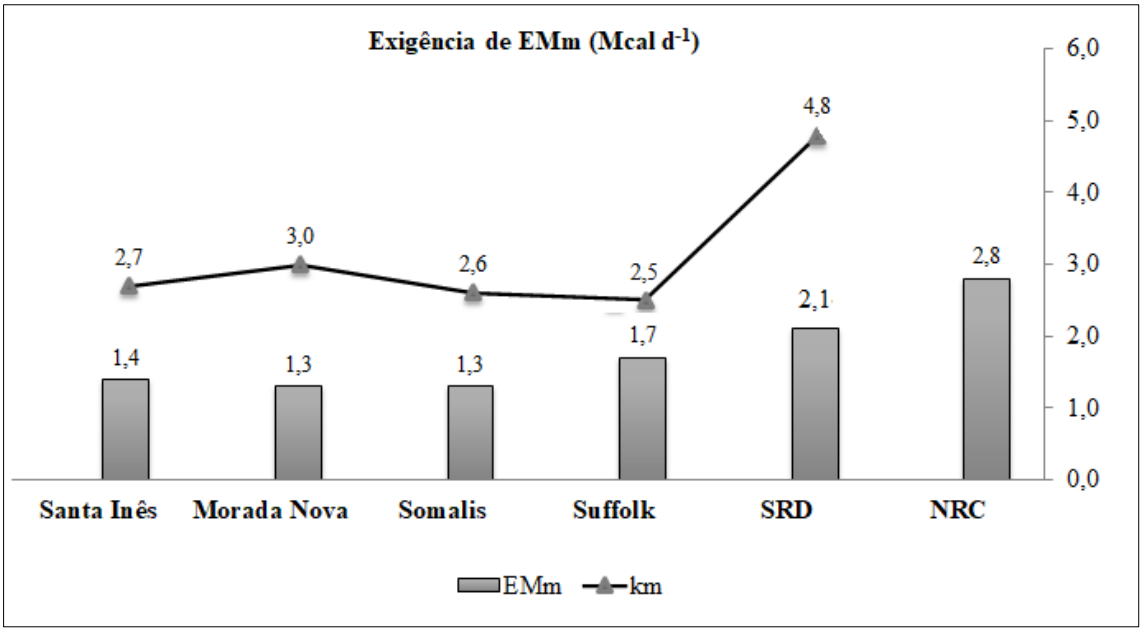


Figura 4. Valores médios das exigências de Energia Metabolizável para mantença (EMm) em função do deslocamento (km) exercido por ovinos Santa Inês, Morada Nova e Somalis pastejando no sistema ILPF na Caatinga, Suffolk (Jochms et al. 2013) e SRD (Carvalho 2019) em outras áreas de pastagem natural no Brasil. SRD = Sem padrão Racial Definido. NRC = Exigências de Energia Metabolizável tabelada (NRC, 2007).

Tabela 3. Exigências de mantença de ovinos pastejando em sistema ILPF Caatinga, Sobral (CE), 2018, baseado na energia líquida gasta para deslocamento (ACT) na pastagem e peso corporal.

Exigências	**Santa Inês**			**Morada Nova**			**Somalis**			**μ**
	out	nov	dez	out	nov	dez	out	nov	dez	
PC (kg)	35.9a	36.9a	34.7a	22.1b	23.1b	21.9b	22.6b	24.1b	22.6b	27.1
PM ($PC^{0.75}$)	14.6a	15.1a	14.1a	10.2b	10.5b	10.1b	10.4b	10.9b	10.4b	11.8
ACT	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
IMSm (% PC)	2.9	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	2.8
IMSm (g $kg^{0.75}$)	70.3a	70.4a	69.6a	60.7b	62.4b	60.9b	62.0b	63.6b	62.0b	64.7
IMSm (kg d^{-1})	1.0	1.1	1.0	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6	0.8
NDTm (kg d^{-1})	0.6a	0.7a	0.6a	0.3b	0.3b	0.3b	0.3b	0.3b	0.3b	0.4
PMm (g d^{-1})	37.9a	39.1a	36.9a	24.9b	26.3b	25.0b	25.9b	27.4b	25.8b	29.9
PBm (g d^{-1})	59.2a	61.0a	58.3a	38.9b	41.1b	39.1b	40.4b	42.7b	40.3b	46.8

Medidas repetidas no tempo analisadas pelo teste Tukey (P = 0.05). Médias nas linhas seguidas por diferentes letras minúsculas diferem entre sí, apresentando efeito entre raças. PC = Peso corporal; PM = Peso Metabólico; ACT = necessidade de energia líquida para atividade física; EL = Energia líquida para mantença; IMSm = Ingestão de Matéria Seca para mantença; NDTm = Exigências de Nutrientes Digestíveis Totais para mantença; PMm = Exigências de Proteína Metabolizável para mantença; PBm = Exigências de Proteína Bruta para mantença.

ANEXO B

https://www.revistas.usp.br/sa/about/submissions

Escopo e política editorial

Scientia Agricola é um periódico da Universidade de São Paulo editado no campus Luiz de Queiroz em Piracicaba, município do estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Scientia Agricola* publica artigos originais que contribuem para o avanço das ciências agrícolas, ambientais e biológicas. A revista cobre um amplo espectro de tópicos, incluindo Produção Vegetal e Animal, Engenharia Agrícola, Tecnologia Agroindustrial, Silvicultura e Aplicações em Ciências Agrárias, Ambientais, do Solo e Biológicas. Quatro categorias de manuscritos podem ser submetidos: artigos originais de pesquisa, revisões, notas e pontos de vista.

Os artigos originais de pesquisa são agrupados por assunto nas seguintes categorias: Engenharia Agrícola; Microbiologia Agrícola; Agrometeorologia; Ciência Animal e Pastagens; Biometria, Modelagem e Estatística; Ciência da colheita; Ecologia; Entomologia; Ciência e Tecnologia de Alimentos; Ciência Florestal; Genética e Melhoramento de Plantas; Patologia das plantas; Fisiologia e Bioquímica Vegetal; Solos e Nutrição de Plantas; e Zoologia.

Os artigos publicados na *Scientia Agricola* são indexados ou resumidos por Current Contents® / griculture, Biology, and Environmental Sciences, Science Citation Index Expanded (SciSearch®), Scopus, DOAJ, CAB Abstracts, SciELO, AGRIS, AGROBASE, Chemical Abstracts, INIS e Tropag & Rural. Os manuscritos originais avaliados pelo Conselho Editorial podem ser submetidos à revisão por pares ou rejeitados sem revisão posterior.

Direito autoral

Uma vez aprovado o manuscrito, os autores concedem licença exclusiva para publicação do artigo Submetido em formato eletrônico, incluindo fotografias que poderão ser selecionadas como imagem de capa.

A lei de direitos autorais também exige que os autores forneçam à *Scientia Agricola* as permissões para usar materiais de direitos autorais que foram publicados por outras revistas ou editoras, que incluem figuras, tabelas e imagens. As permissões devem ser carregadas no sistema como um arquivo suplementar.

Instruções gerais

SUBMISSÃO DE MANUSCRITO

Inicie o processo de submissão revisando as Instruções para Autores para garantir que o artigo está de acordo com os padrões 24/02/2021 Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) - Instruções aos autores https://www.scielo.br/revistas/sa/iinstruc.htm#003 2/8 da ***Scientia Agricola*** . Para submeter as revisões os autores devem verificar as instruções específicas. Como essas páginas são atualizadas periodicamente, é altamente recomendável que você as leia, mesmo que já tenha feito isso anteriormente. Por favor, leia a lista de verificação cuidadosamente antes de enviar seu manuscrito. Os autores devem submeter os manuscritos através do sistema online http://www.scielo.br/sa , clicando em "submissão online".

É necessário um arquivo de envio de manuscritos em Microsoft Word (ou formato compatível). Evite o uso de recursos de processamento de texto, como marcadores e numeração automatizados, formatação de cabeçalhos e subtítulos, links internos ou estilos. A publicação de resumo curto ou extenso em evento científico não é considerada publicação prévia da pesquisa. No entanto, não serão aceitos resultados de pesquisas publicadas anteriormente como manuscrito completo em eventos científicos. Não há taxas de submissão ou avaliação do manuscrito. Os autores deverão pagar uma taxa de publicação logo após a aceitação do manuscrito.

CARTA DE CAPA (deve ser escrita em inglês)

O conteúdo da carta de apresentação deve apresentar a garantia de que o manuscrito é original, não foi publicado antes e não está sendo considerado para publicação em outro lugar em sua forma final, nem impressa nem em formato eletrônico. O autor para correspondência deve assinar a carta de apresentação em nome de todos os autores. Carregue sua carta de apresentação em um arquivo separado na área designada na página de envio. Os autores devem inserir cinco destaques (máximo de 100 caracteres incluindo espaços para cada destaque) explicando a importância de seu trabalho e como e porque seus principais achados se relacionam com o escopo da revista.

ESTILO DE MANUSCRITO

Defina todas as abreviaturas na primeira menção no resumo e no texto, e novamente nas tabelas e figuras. Uma vez que uma abreviatura é usada, ela deve ser usada em todo o artigo, exceto no início de uma frase. O nome latino ou nomenclatura binomial (ou trinomial) e autoridade devem ser usados na primeira menção de todas as plantas, insetos, patógenos e animais. Tanto o ingrediente ativo

quanto o nome químico dos pesticidas devem ser fornecidos na primeira menção. Identifique os solos usando a taxonomia de solos do USDA (http://soils.usda.gov/technical/classification/osd/index.html) até o segundo nível (subordem) ou se possível até o quarto nível (subgrupo). A classificação da FAO pode ser usada até o segundo nível. Traduções gratuitas de classificações ou nomes de solo não são permitidas. O Sistema Internacional de Unidades deve ser usado em todos os manuscritos. Verifique todos os caracteres e figuras gregas com cuidado.

Soletre os números de um a nove, exceto quando usados com unidades. Para quantidades decimais <1, coloque um zero antes da vírgula decimal. Para o marcador decimal, use um ponto. Denote e inter-relacione unidades como potências positivas ou negativas, não com barras, por exemplo: kg ha-1 não kg / ha. 24/02/2021 Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) - Instruções aos autores https://www.scielo.br/revistas/sa/iinstruc.htm#003 3/8 Deixe um único espaço entre as unidades, por exemplo: g L-1, não gL-1 ou Gl -1.

Use o sistema de horário de 24 horas, com quatro dígitos para horas e minutos: 09h00; 18h30. As datas devem ser escritas com o dia primeiro, depois o mês e o último ano: 18 de março de 2000; 01 de fevereiro de 1987. Abrevie os meses com mais de quatro letras, por exemplo: janeiro, julho, setembro, etc.

PREPARAÇÃO DO MANUSCRITO

Texto e ilustrações destinados à publicação na ***Scientia Agricola*** devem ser escritos em inglês conciso e gramaticalmente correto, aplicando-se as regras ortográficas e gramaticais dos EUA. Os manuscritos devem ser organizados como um arquivo contendo o documento principal. O documento principal deve ser MS Word for Windows ou software compatível, com fonte Times New Roman 12, margens de 3,0 cm e espaçamento duplo. Organize o documento principal na seguinte ordem: Capa, Resumo (máximo de 250 palavras), Palavras-chave (máximo de cinco), Introdução (30 linhas), Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos (opcional), Contribuições dos Autores, Referências, Figuras e Tabelas com suas respectivas legendas. Uma seção de Conclusão é opcional e, quando usada, deve vir após a seção de Discussão. A seção Resultados e Discussão podem ser combinados, e a Conclusão pode ser incorporada na Discussão. Todos os manuscritos devem ter uma seção descrevendo as contribuições de cada autor. *Scientia Agricola* adota a Taxonomia de Crédito para descrever a contribuição individual dos autores para o estudo. Os autores correspondentes são responsáveis por fornecer essas informações.

Espera-se que todos os autores concordem com suas contribuições. Os tópicos considerados como contribuições são: **Conceptualização** : Costa, JO; Coelho, RD; Folegatti, MV **Aquisição de dados** : Costa, JO; José, JV **Análise de dados** : Costa, JO; Wolff, W .; José, JV; Ferraz, SFB **Desenho da Metodologia** : Costa, JO; Coelho, RD; Wolff, W. **Desenvolvimento de software** : Costa, JO; Wolff, W.**Redação e edição** : Costa, JO; Coelho, RD; José, JV; Folegatti, MV; Ferraz, SFB Qualquer outra contribuição que não atenda aos itens acima deve ser considerada como objeto de agradecimento. Manter o manuscrito em no máximo 30 páginas (papel A4), com numeração em linhas contínuas e numeração consecutiva de páginas, incluindo ilustrações e tabelas. Uma seção de Conclusão é opcional e, quando usada, deve vir após a seção de Discussão. A seção Resultados e Discussão podem ser combinados, e a Conclusão pode ser incorporada na Discussão. Tabelas e Figuras devem ser incluídas no final do documento principal.

Capa:

Cada manuscrito deve ter uma capa contendo o título (máximo de 15 palavras), os nomes completos dos autores e as afiliações institucionais devem estar no idioma original da instituição, exceto aqueles que não possuem o alfabeto latino. Um título corrente de 40 caracteres ou menos (além do título completo do artigo) também deve ser fornecido. Os autores devem selecionar uma das seguintes categorias: Engenharia Agrícola; Microbiologia Agrícola; Agrometeorologia; Ciência Animal e Pastagens; Biometria, Modelagem e Estatística; 24/02/2021 Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) - Instruções aos autores https://www.scielo.br/revistas/sa/iinstruc.htm#003 4/8 Ciência da colheita; Ecologia; Entomologia; Ciência e Tecnologia de Alimentos; Ciência Florestal; Genética e Melhoramento de Plantas; Patologia das plantas; Fisiologia e Bioquímica Vegetal; Solos e Nutrição de Plantas; e Zoologia.

O autor para correspondência deve ser identificado com um asterisco e deve ser fornecido um e-mail institucional. Forneça informações tão detalhadas quanto possível sobre a atual afiliação institucional do autor. O autor correspondente assume total responsabilidade pelo manuscrito, incluindo conformidade com as políticas da revista, e será o contato principal com o escritório da revista. O autor responsável pela apresentação pode assumir esta posição se indicado na carta de apresentação.

Envios de imagens de capa:

A capa da *Scientia Agricola* pode apresentar uma imagem representativa de um artigo publicado nessa edição. Os autores são convidados a enviar imagens de capa cientificamente interessantes e visualmente atraentes. As imagens devem ser de alta resolução (300 dpi) e medir 17 x 17 cm. As imagens da capa podem

ser fotografias de organismos, habitats, montagens de fotografias, diagramas, mapas ou dados. As ilustrações não precisam ser reimpressas no artigo, mas devem ser representativas do trabalho. As imagens devem ser originais e os autores concedem *Scientia Agricola* a licença exclusiva para publicar. Carregue a imagem como um arquivo suplementar adicional junto com um arquivo de texto separado que inclui uma breve descrição de um parágrafo da imagem descrevendo sua relevância para o manuscrito publicado. Se um autor não detém os direitos autorais de uma imagem enviada, ele é responsável por obter a permissão necessária para usá-la.

Tabelas e figuras

Tabelas:

Numere tabelas sequencialmente usando algarismos arábicos; as tabelas devem ser criadas com a função "Tabelas" do MS Word ou do MS Excel (os manuscritos que apresentarem tabelas coladas como figuras serão devolvidos aos autores). O título da tabela deve aparecer imediatamente acima do corpo da tabela.

Figuras / gráficos:

Os gráficos devem ser criados em MS Excel. Forneça as fotografias como arquivos de formato de imagem marcados [TIFF], 300 DPI. Numere as figuras consecutivamente na ordem em que aparecem no texto. As figuras devem fornecer informações suficientes para que o leitor possa entendê-las sem consultar o texto. Para figuras que contêm mais de um painel, designe os painéis com letras maiúsculas (sem parênteses e sem pontos após as letras) no canto superior esquerdo de cada painel, se possível. A redação das figuras deve corresponder ao restante do manuscrito no que diz respeito a letras maiúsculas, itálico e uso de símbolos.

Equações:

As equações matemáticas devem ser criadas com a função "Editor de Equações" do MS Word ou usar o MathType. Se algumas ou todas as equações do manuscrito forem simples (em uma única linha de base), use texto e fontes normais. 24/02/2021 Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) - Instruções aos autores https://www.scielo.br/revistas/sa/iinstruc.htm#003 5/8 As equações devem ser numeradas consecutivamente, começando com (1). O número deve ser colocado entre colchetes e colocado à direita da equação na mesma linha. As equações devem ser referenciadas no texto como "Eq. (X)". Quando uma frase é iniciada com uma referência a uma equação, ela deve ser escrita por extenso, por exemplo, "Equação (x)".

Referências

A Scientia Agricola não permite que os autores citem resumos de congressos ou workshops, artigos técnicos, dissertações e teses. As referências em português ou em qualquer outro idioma que não o inglês devem ser limitadas àquelas essencialmente importantes para o estudo. Serão permitidas até quatro referências escritas em idiomas diferentes do inglês, sem justificativa. Mais do que isso só será permitido se os autores explicarem os motivos para mantê-los no texto. Se permitido pelo Editorchefe, essas referências extras devem ser citadas em inglês com o texto no idioma original fornecido ao final da referência, no seguinte formato: (em português, com resumo em inglês) 24/02/2021 Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) - Instruções aos autores https://www.scielo.br/revistas/sa/iinstruc.htm#003 6/8 *Scientia Agricola* não recomenda que os autores citem análises estatísticas ou pacotes de software como referências. Essas ferramentas devem ser mencionadas no texto (Materiais e Métodos), incluindo o procedimento específico e o nome do software com sua versão e / ou ano, por exemplo, "... os procedimentos estatísticos foram conduzidos usando PROC NLIN no SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2) ". As referências e citações em artigos da ***Scientia Agricola*** devem ser formatadas no estilo 'autor, ano' ou 'nome (ano)'. Lembre-se de garantir que as citações do texto correspondam à lista de referências.

Exemplos:

1. Autor único: Reichardt (2000) ou (Reichardt, 2000).

2. Dois autores: Fiorio e Demattê (2009) ou (Fiorio e Demattê, 2009).

3. Três ou mais autores: Rosso et al. (2009) ou (Rosso et al., 2009).

4. Organize as referências em ordem alfabética e cronológica entre colchetes e use ponto e vírgula (;) para separar citações múltiplas entre colchetes, por exemplo: (Boleli, 2003; Boerjan, 2006; Muraroli e Mendes, 2003).

5. Ordene as citações múltiplas 'mesmo autor-mesma data' com o auxílio de letras minúsculas, por exemplo: (Cyrino, 2004a, b).

6 Use o estilo "autor-ano" para formatar a lista de referências e: (i) não abrevie outras palavras além do nome e do meio dos autores; (ii) usar todas as letras maiúsculas apenas para siglas, ou seja, quando o autor for uma organização; (iii) nomear todos os autores e colocar em maiúscula o sobrenome e as iniciais dos autores, que devem ser separados por ponto (.); (iv) separar os autores por ponto e vírgula; (v) não use e comercial (&) nas citações nem na lista de referências; (vi) não use caracteres em negrito para destacar qualquer parte da referência; (vii) capitalizar livros e títulos de periódicos; (viii) não use vírgula (,) para

separar o título e o volume de um periódico; (ix) separar o volume do periódico dos números das páginas com dois pontos (:); (x) usar numeração de página inteira; (xi) separe os números das páginas com um travessão (-); (xii) separar grupos de páginas por vírgula se o artigo foi publicado em páginas descontínuas; (xiii) indicar o número de uma determinada edição de um livro ou manual, por exemplo, "2ed"; (xiv) para livros e manuais, indicar a editora ou redação antes da localidade principal da editora ou redação; (xv) separar editores ou escritórios editoriais da localidade com uma vírgula; e (xvi) em tais casos, nomear cidade, estado e / ou província e país.

6.1 Revistas científicas Guillard, RRL; Wangersky, P. 1958. A produção de carboidratos extracelulares por alguns flagelados marinhos. Limnology and Oceanography 3: 449-454. **6.2 Livros** 6.2.1 Livros com autores Pais, I .; Jones Jr., JR 1998. The Handbook of Trace Elements. St. Lucie Press, Boca Raton, FL, EUA. 6.2.2 Livros com editores / organizadores Day, W .; Atkin, RK, eds. 1985. Wheat Growth and Modeling. Plenum Press, New York, NY, USA. 6.2.3 Livros (e manuais) com uma organização como autor ou editor / organizador 24/02/2021 Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) - Instruções aos autores https://www.scielo.br/revistas/sa/iinstruc.htm#003 7/8 Association of Official Analytical Chemists - International [AOAC]. 2005. Official Methods of Analysis. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, EUA.

6.3 Capítulos de livros Sharpley, AN; Rekolainen, S. 1997. Fósforo na agricultura e suas implicações ambientais. p. 1-53. In: Tunney, H .; Carton, OT; Brookes, PC; Johnston, AE, eds. Perda de fósforo do solo para a água. CAB International, New York, NY, EUA.

6.4 Fontes de mídia eletrônica

6.4.1 Os elementos necessários para listar citações de sites são: Autoria, autor ou fonte. Ano. Título do documento ou página da Web (ou seja, o cabeçalho principal da página). [Médio] (data de atualização). Disponível em: Uniform Resource Locator completo (ou seja, URL / endereço) [Acessado em 14 de setembro de 1992] 6.4.2 Os elementos necessários para listar as publicações disponíveis online são: Autoria, autor ou fonte. Ano. Título do documento ou página da web. [Médio] Produtor / Editor. Disponível em: full Uniform Resource Locator [Acessado em 14 de setembro de 1992]

6.5 Listagem de referências não escritas em inglês Forneça o título em inglês e indique o idioma original de publicação do periódico ao final da citação, conforme abaixo: Baretta, D .; Santos, JCP; Figueiredo, SR; Klauberg-Filho, O. 2005. Efeitos da queima de pastagens nativas e monocultura de Pinus nas mudanças nos atributos biológicos do solo do Planalto Sul de Santa Catarina - Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo 29: 715-724 (em português, com resumo em inglês). Mingoti, AS 2005. Análise de dados usando métodos estatísticos multivariados: uma abordagem aplicada. = Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada. Editora UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil (em português).

CAPÍTULO III

AVALIAÇÃO DE MODELOS NIRS FECAL PARA PREVISÃO DO CONSUMO DE PROTEÍNA E ENERGIA DE OVINOS PASTEJANDO NA CAATINGA

RESUMO

O uso de modelos NIRS é uma ferramenta que pode ser utilizada para o diagnóstico nutricional de animais pastejando em áreas livres. Através da quimiometria a técnica NIRS fecal foi aplicada para analisar amostras fecais e averiguar a qualidade dieta de animais pastejando em sistema ILPF na Caatinga de forma não invasiva e sem geração de resíduos. Como ferramenta utilizou-se o Unscrumbler® para projetar três modelos NIRS fecal de Proteína Bruta e três modelos Digestibilidade in vitro da Matéria Orgânica calibrados para as condições de Caatinga para analisar o balanço nutricional de ovinos Santa Inês (n = 7), Morada Nova (n = 7) e Somalis (n = 7) com idades de 349 ± 5.7; 430 ± 6.4 e 540 ± 4.9 dias e peso corporal 37.8 ± 1.7; 23.5 ± 1.8 e 22.5 ± 1.9 kg. Os espectros fecais foram coletados por meio de equipamento NIR FOSS® 5000 e submetidos a análise exploratória (PCA, SIMCA e intervalo de confiança do Hotelling) para traçar correlações entre as matrizes e analisar a aplicabilidade dos modelos pela técnica SIMCA e menor distância de Mahalanobis. A técnica mostrou-se eficaz para diagnóstico nutricional de animais lotados em áreas de pastagem nativa na Caatinga. A composição dos nutrientes selecionados pelos nutrientes alterou-se conforme a composição química da pastagem. A raça Morada Nova apresentou-se mais adaptada às condições nutricionais da Caatinga que Santa Inês e Somalis.

Palavras-Chave: Energia metabolizável, Proteína metabolizável, Capim-massai, ILPF, SIMCA, PCA.

ABSTRACT

The use of NIRS models is a tool that can be used for the nutritional diagnosis of animals grazing in free areas. Through chemometry, the fecal NIRS technique was applied to apply the feces and ascertain the quality of the diet of animals grazing in the ILPF system in the Caatinga in a non-invasive manner and without generating waste. As a tool, Unscrumbler® was used to design three fecal NIRS models of Crude Protein and three in vitro Digestibility models of Organic Matter calibrated for the conditions of Caatinga to analyze the nutritional balance of Santa Inês sheep (n = 7), Morada Nova (n = 7) and Somalis (n = 7) aged 349 ± 5.7; 430 ± 6.4 and 540 ± 4.9 days and body weight 37.8 ± 1.7; 23.5 ± 1.8 and 22.5 ± 1.9 kg. Fecal spectra were collected using NIR FOSS® 5000 equipment and exploratory analysis (PCA, SIMCA and Hotelling confidence interval) to trace correlations between matrices and analyze the applicability of the models using the SIMCA technique and a shorter Mahalanobis distance. The technique proved to be effective for nutritional diagnosis of animals crowded in areas of native pasture in the Caatinga. The nutrient compounds selected by the nutrients changed according to the chemical composition of the pasture. The Morada Nova breed was more adapted to the nutritional conditions of the Caatinga than Santa Inês and Somalis.

Key-words: Metabolizable energy, Metabolizable protein, Grass-massai, ILPF, SIMCA, PCA.

1. INTRODUÇÃO

Na Caatinga a disponibilidade do alimento para animais em pastejo em áreas livres depende da precipitação pluvial e época do ano as quais ditam a composição da dieta selecionada pelos animais [1] e monitorar o desempenho dos animais pode-se reduzir as perdas econômicas na produção a pasto.

A possibilidade de mensurar o consumo de nutrientes por meio de modelos matemáticos traz maior eficiência para identificar problemas relativos ao manejo alimentar, especialmente na formulação da dieta [2]. Todavia, quando utilizados modelos apropriadas todas as expressões de energia podem ser calculadas [3].

Dessa forma, a técnica *Near Infrared Spectroscopy fecal* (NIRS fecal) tem sido utilizada com o intuído de averiguar com precisão a dieta de animais pastejando em áreas livres de forma não invasiva e quando não há possibilidade de realizar uma análise direta da dieta [4].

O método NIRS para análise fecal consiste na hipótese que o material fecal contêm ligações químicas resultantes de resíduos não digeridos e produtos finais da fermentação microbiana e da digestão do animal e essas ligações podem fornecer informações espectrais NIRS altamente correlacionadas com a proteína bruta dietética e digestibilidade [5].

Dessa maneira é possível formular modelos para previsão da qualidade da forragem consumida por herbívoros de vida livre através da análise fecal. Os componentes químicos, resíduos do alimento presente nas fezes, são analisados com o auxílio de *softwares* estatísticos viabilizando as análises quimiométricas para a modelagem dos dados [6], para obtenção de variáveis qualitativas.

A obtenção de modelos NIRS fecal calibrados para as condições pastoris da Caatinga permite que a técnica seja utilizada para estimar a quantidade dos nutrientes

limitantes na dieta, permitindo ao produtor suplementar os animais apenas com o nutriente em déficit reduzindo os custos com a alimentação animal.

O presente estudo utilizou métodos quimiométricos para avaliar a aplicabilidade de modelos NIRS fecal de Proteína Bruta e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica na previsão da composição de proteína e energia da dieta selecionada por ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis pastejando em sistema integrado na Caatinga.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área experimental

O presente estudo utilizou como referência o desenho experimental dos ensaios relatados na seção 2.5 e foi conduzido em um sistema integrado na Caatinga localizado na Fazenda Três Lagoas, Sobral – Ceará, latitude 3°44'53.41"S e longitude 40°21'47.10"O, durante o período de 17 de out de 2018 a 21 de dez de 2018 (65 dias).

A classificação climática da região segundo Köppen-Geiger é tipo BSh, semiárido quente. Conforme estação meteorológica local, durante o período experimental a temperatura média foi de 30.1°C e precipitação pluviométrica acumulada de 115.6 mm (Figura 1). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo.

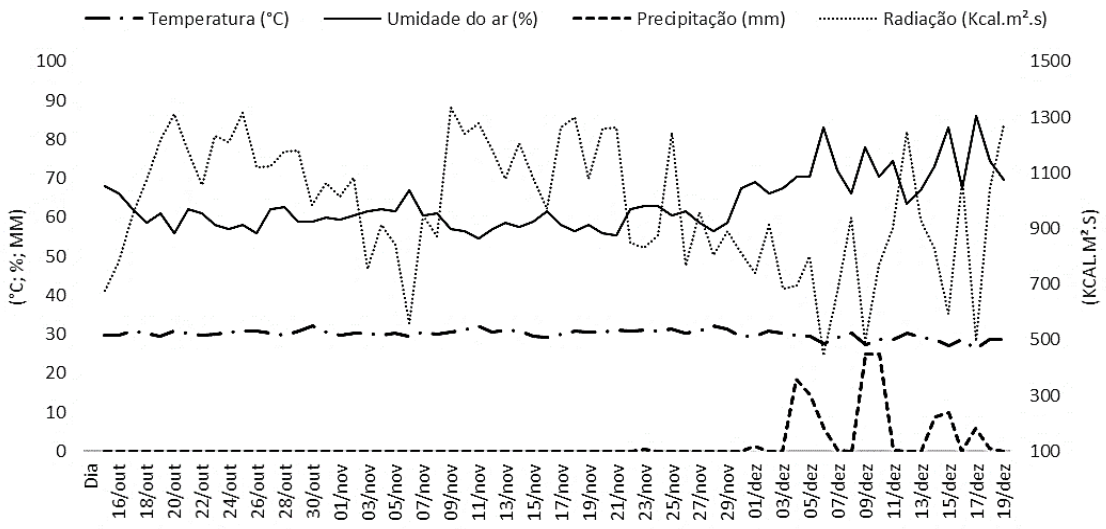


Figura 1. Dados meteorológicos da área experimental, Sobral - CE, 2018.

A área experimental é em um sistema integrado de 5.8 hectares implantando em março de 2018 em uma área de Caatinga nativa que foi raleada em faixas. Nas faixas desmatadas foi realizado o plantio de culturas agrícolas (sorgo - *Sorghum bicolor* ou milheto - *Pennisetum glaucum)* em consórcio com gramínea perene (capim-massai - *Megathyrsus maximus).*

Ao findar a época chuvosa, junho de 2018, a biomassa foi colhida e ensilada mecanicamente. Esse processo rebaixou o pasto a altura de 20 cm que, posteriormente, permitiu a rebrota do capim massai e deixou como biomassa residual a palhada das culturas de sorgo e milheto.

Durante o ensaio monitorou-se a disponibilidade de biomassa total no ILPF a cada 15 dias no período seco (PS) e a cada 8 dias no período de transição seca-chuva (TSC), totalizando 6 períodos de amostragem. Na ocasião também foi realizado o levantamento botânico da área.

A amostragem do capim-massai e das dicotiledôneas herbáceas procedeu-se mediante lançamento de moldura de 1.0 m x 0.5 m de forma aleatória [7] preconizando altura residual de 20cm, totalizando 18 pontos amostrais a cada período de coleta. Para

amostragem do pasto nativo alocou-se um transecto de 15m de comprimento onde a cada cinco metros foi lançada uma moldura de 1.0 m x 0.25 m [7] totalizando 90 pontos amostrais por período de coleta.

As faixas enriquecidas com capim-massai apresentaram 27.8 ± 5.7 % de cobertura total do solo com altura de 27.1 ± 3.9 cm. As faixas de vegetação nativa apresentaram cobertura média de 78.3 ± 10.4 %, resultante da vegetação caducifólia (serrapilheira) e com predominância das espécies bamburral (*Hyptis suaveolens)* e pau-branco (*Auxemma oncocalyx).*

Para estimar a disponibilidade de biomassa total multiplicou-se o resultado estimado na moldura, cobertura do solo na moldura e pela área total de capim massai (2.2 ha) e área total de Caatinga íntegra, denominada pasto nativo (3.6 ha).

2.2 Análises Bromatológicas

A qualidade do pasto foi avaliada pelas análises de Matéria Seca (MS), segundo a AOAC [8]; Proteína Bruta (PB), pelo método de combustão em equipamento LECO® (CN628, St. Josesh, MI, EUA) e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) segundo metodologia de Tilley & Terry.[5] . (Todas as análises do presente estudo seguiram mesmo protocolo às da seção 2.5)

2.3 Animais

O uso dos animais experimentais foi aprovado pelo Comitê de Ética da Embrapa Caprinos e Ovinos com protocolo 015/2018. Foram utilizadas ovelhas (*Ovis aries*) marrãs não paridas das raças Santa Inês (n = 7); Morada Nova (n = 7) e Somalis (n = 7) com idades de 349 ± 5.7 dias, 430 ± 6.4 dias e 540 ± 4.9 dias e peso corporal de 37.8 ± 1.7 Kg;

23.5 ± 1.8 Kg e 22.5 ± 1.9 Kg. Para assegurar que não apresentavam alta carga parasitária foi utilizado o método Famacha© [11] considerando grau 'dois' para entrada na área experimental. Os animais permaneceram na pastagem das 8h00 às 15h00 e tinham como única fonte de alimentação a forragem disponível na área (capim-massai e pasto nativo), água *ad libitum* e suplemento mineral (Tabela 2).

Tabela 1. Composição dos macrominerais e microminerais fornecidos a cada 100g de suplemento mineral.

Macrominerais (*g*)				
Cálcio	Fósforo	Sódio	Magnésio	Enxofre
11.7	6.0	17.6	0.8	2.0

Microminerais (*mg*)					
Cobre	Cobalto	Iodo	Manganês	Selênio	Zinco
40.0	4.0	7.1	135.0	1.5	190.0

2.4 Coleta de fezes

Os primeiros seis dias experimentais foram utilizados para adaptação dos animais para permitir que as análises fecais representassem a dieta consumida (12). As amostras fecais foram obtidas diretamente da ampola retal (n = 21) por três dias consecutivos nos turnos manhã (7h30) antes da entrada dos animais na área experimental e tarde (15h30) após saída da área experimental (21 animais x 3 dias consecutivos x 2 turnos x 6 períodos). Devidos horários fixos de coleta alguns animais não tinham fezes na ampola retal, portanto, totalizaram-se 566 amostras que foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas em *freezer* a -20ºC até processamento.

Após descongeladas as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 55°C até atingir peso constante [5], moídas em moinho tipo *Willey* com peneiras de 1mm

de diâmetro e armazenadas em sacos de papel com as respectivas identificações. Em seguida, submetidas a padronização da umidade para leitura espectral em equipamento NIR FOSS© 5000 (Silver Spring, MD, USA) na faixa de 1100 a 2500 nm com sensibilidade de 2 nm na região do infravermelho próximo.

Tabela 2. Modelos NIRS fecal de Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) desenvolvidos em áreas de pastagem nativa da Caatinga.

Modelo	Localização	Clima	Temp	Prec	Espécie		PB		DIVMO	
		Koppen	°C	mm	Caprino	Ovino	R^2	RMSEC	R^2	RMSEC
1	Rio Grande do Norte	Bw	26.0	605	Anglo-Nubiana	-	0.63	2.34	0.67	7.02
2	Pernambuco	BSh	26.0	366	Moxotó	Morada nova	0.81	1.35	0.84	2.84
3	Paraíba	BSh	25.0	400	SRD	SRD	0.50	2.15	0.46	4.71

Temp = Temperatura média anual; Prec = Precipitação média anual; SRD = Sem padrão racial definido; R^2 = Coeficiente de determinação; RMSEC = Raiz quadrada média do erro padrão da calibração. Modelo 1 = Laboratório de Nutrição Animal, Embrapa Caprinos e Ovinos. Modelo 2 [13], Modelo 3 [14].

2.6 Análises quimiométricas

Utilizou-se o *software The Unscrambler*® versão 10.5.1 (Camo Inc, AS, Norway) para aplicação do pré-tratamento MSC (*Multiple Scatter Correction*) e Análise dos Componentes Principais (PCA) com delimitação dos limites do Hotelling (T^2) para verificar se o objeto pertence a determinada classe com confiança de 95% [15].

O método Modelagem Independente por Analogia de Classe (SIMCA) foi utilizado para avaliar o grau de similaridade entre as amostras de fezes entre as raças e entre os períodos de amostragem. [15]

2.7 Projeção e Previsão dos modelos NIRS fecal na matriz do ILPF

A projeção e previsão dos modelos sobre a matriz de dados do ILPF foi analisada com base na SIMCA para avaliar se a amostra pertence a classe (grau de similaridade) com grau de confiança de 95 % e pela distância de Mahalanobis (H) para calcular a distância no espaço multidimensional entre as populações baseando-se nos pontos de fatores gerados pelo modelo na PCA. Para a aplicabilidade do modelo considerou-se o maior grau de similaridade e a menor H.

2.8 Análises Estatísticas

A avaliação das predições foi realizada através de análises quimiométricas utilizando *software Unscrambler*® versão 10.5.1 e os dados estimados pelos modelos NIRS fecal e equações nutricionais foram submetidos a teste de comparação de médias t-Student a 5 % de significância pelo *software* SAS® versão 9.0, utilizando a função PROC MIXED para medidas repetidas no tempo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade da pastagem

O capim-massai apresentou formação de mosaicos nas faixas desmatadas após corte de uniformização na altura de 20 cm, o que aliado ao déficit hídrico da época Seca comprometeu a rebrota da gramínea, conforme apresentado Tabela 3.

Tabela 3. Disponibilidade de biomassa e composição química do Capim massai e do Pasto Nativo durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) no sistema integrado na Caatinga em Sobral-CE (2018).

Estrato	Seca				TSC		
	15/out	30/out	15/nov	30/nov	12/dez	19/dez	µ
Disponibilidade de biomassa *(Kg de MS)*							
Massai	582.6_{Ba}	497.4_{Ba}	486.9_{Ba}	387.3_{Ba}	277.4_{Ba}	452.7_{Ba}	447.4
Pasto Nativo	6509.7_{Aab}	5340.2_{Ab}	4956.4_{Ab}	4806.3_{Ab}	4997.7_{Ab}	8421.2_{Aa}	5838.6
µ	3546.1	2918.8	2721.6	2596.8	2637.6	4436.9	
Matéria Seca (%)							
Massai	59.4Ab	58.1Bb	71.8Aa	75.4Aa	45.6Bc	41.2Ac	58.6
Pasto Nativo	59.9Ac	88.7Aa	70.2Ab	84.4Aa	76.8Aab	47.5Ac	71.3
µ	59.7	73.4	71.0	79.9	61.2	44.4	
Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (%)							
Massai	33.3	38.1	34.9	34.0	30.7	49.0	36.6
Pasto Nativo	33.5	37.1	34.8	29.9	26.8	38.7	33.5
µ	33.4B	37.6B	34.9B	31.9B	28.7B	43.8A	
Proteína Bruta (%)							
Massai	5.9Ab	4.3Ab	6.5Ab	6.0Ab	11.3Aa	14.1Aa	8.3
Pasto Nativo	5.1Ab	4.4Ab	6.6Ab	5.8Ab	6.8Bb	9.2Ba	6.3
µ	5.4	4.4	6.5	5.9	9.0	12.5	

Medidas repetidas no tempo analisadas pelo teste t-Student a 5% de significância. Médias nas linhas seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si. Médias nas colunas seguidas de diferentes letras MAIÚSCULAS diferem entre si.

A precipitação durante a época de transição seca-chuva não foi suficiente para elevar a produção total da biomassa do capim-massai (P = 0,8587), já que o estímulo para a rebrota das gramíneas foi afetado pelo estresse hídrico reduzindo o crescimento e expansão celular [16].

Constatou-se redução nos teores de MS e elevação da PB (P < 0,0001) do capim-massai logo no início da TSC, época em que a umidade no solo favoreceu o aumento na atividade fotossintética desencadeando a mobilização de nutrientes para o crescimento e vigor da rebrotação do pasto [17].

O pasto nativo expressou maior teor de PB e maior acúmulo de biomassa, com elevação significativa (P < 0,0001) do estrato quando a precipitação acumulada foi de 115,6 mm. No entanto, a qualidade da forragem dos estratos nativo e cultivado no mesmo período (19/dez) apresentaram média de 43,8% de DIVMO e 44,4% de MS.

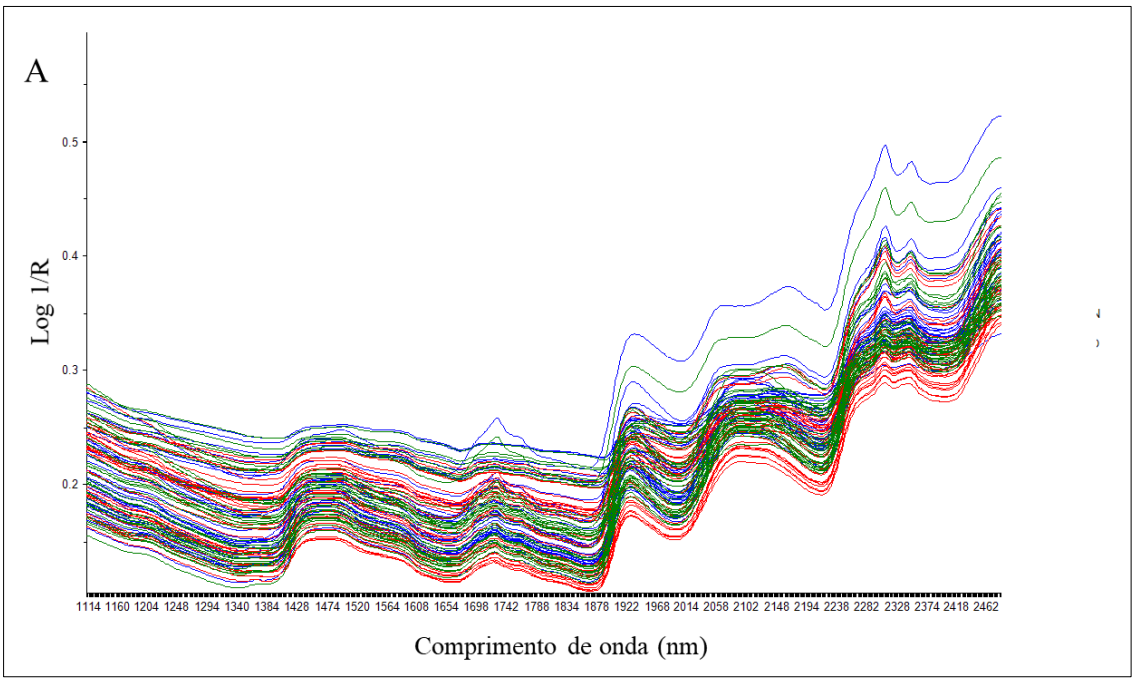
A redução do teor de MS do pasto nativo apenas no final do período experimental, ocorreu provavelmente em função da decomposição da serrapilheira componente predominante na pastagem nativa, que foi impulsionada pela maior umidade no solo. A elevação (P = 0.0119) dos teores de PB do pasto nativo foi desencadeado pela emergência de espécies herbáceas nas faixas de Caatinga íntegra.

A TSC também desencadeou a emergência das dicotiledôneas herbáceas nas faixas raleadas, oriundas do banco de sementes da área, fator que elevou a oferta de biomassa em aproximadamente 129.2 kg de MS, apresentando 37.8 % de MS, 58.3 % de DIVMO e 6.9 % de PB.

3.2 Análise exploratória

3.2.1 MSC

A análise do perfil espectral das fezes que se deu a partir da média dos espectros fecais de cada animal em seu respectivo período de coleta para obter uma amostra representativa do animal no período avaliado. Os espectros foram submetidos a aplicação do pré-tratamento MSC, apresentado na Figura 2, para a correção multiplicativa do espalhamento dos espectros e minimizar o ruído gerado no momento da leitura para elevar a linearidade dos dados [18].



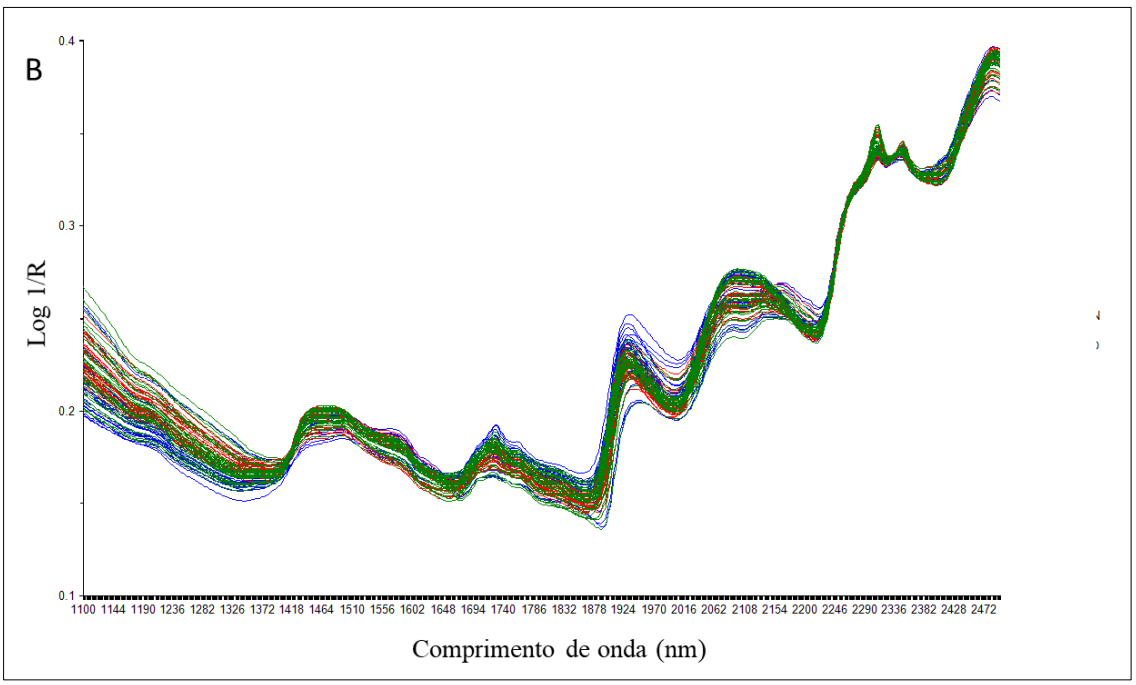


Figura 2. Perfil espectral de 105 amostras fecais dos ovinos mantidos em sistema ILPF na Caatinga. A – espectros brutos e B – espectros após aplicação do pré-tratamento MSC.

A correção do espalhamento de sinais (MSC) mostrou sobreposição dos espectros nas regiões de 1418-1464nm e 2246-2336nm apresentaram, indicando maior similaridade entre os espectros que ocorre devido a presença de compostos químicos com maiores regiões de bandas de absorção captados pelo infravermelho próximo, onde as regiões de sobreposição espectral conferem similaridade entre os analitos fecais que são relativos a composição química da dieta selecionada pelos animais em pastejo.

As regiões de sobreposição do perfil espectral denotam picos de absorção de 1440 e 1920 nm correspondem a ligações O-H[19], na faixa de 1455 e 1977 nm ligações C-O, N-H e O-H[20], observando-se bandas de absorção com ligações químicas correspondentes a moléculas de celulose, proteínas e água.

3.2.2 PCA

A matriz de PCA que foi classificada em raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis, Figura 3A. e períodos de amostragem, Figura 3B. em conformidade com o período de avaliação da qualidade do pasto, dos quais foram amostrados três períodos durante a época seca (22-24/out, 5-7/nov, 19-21/nov) e dois períodos da época de TSC (5-7/dez, 17-19/dez).

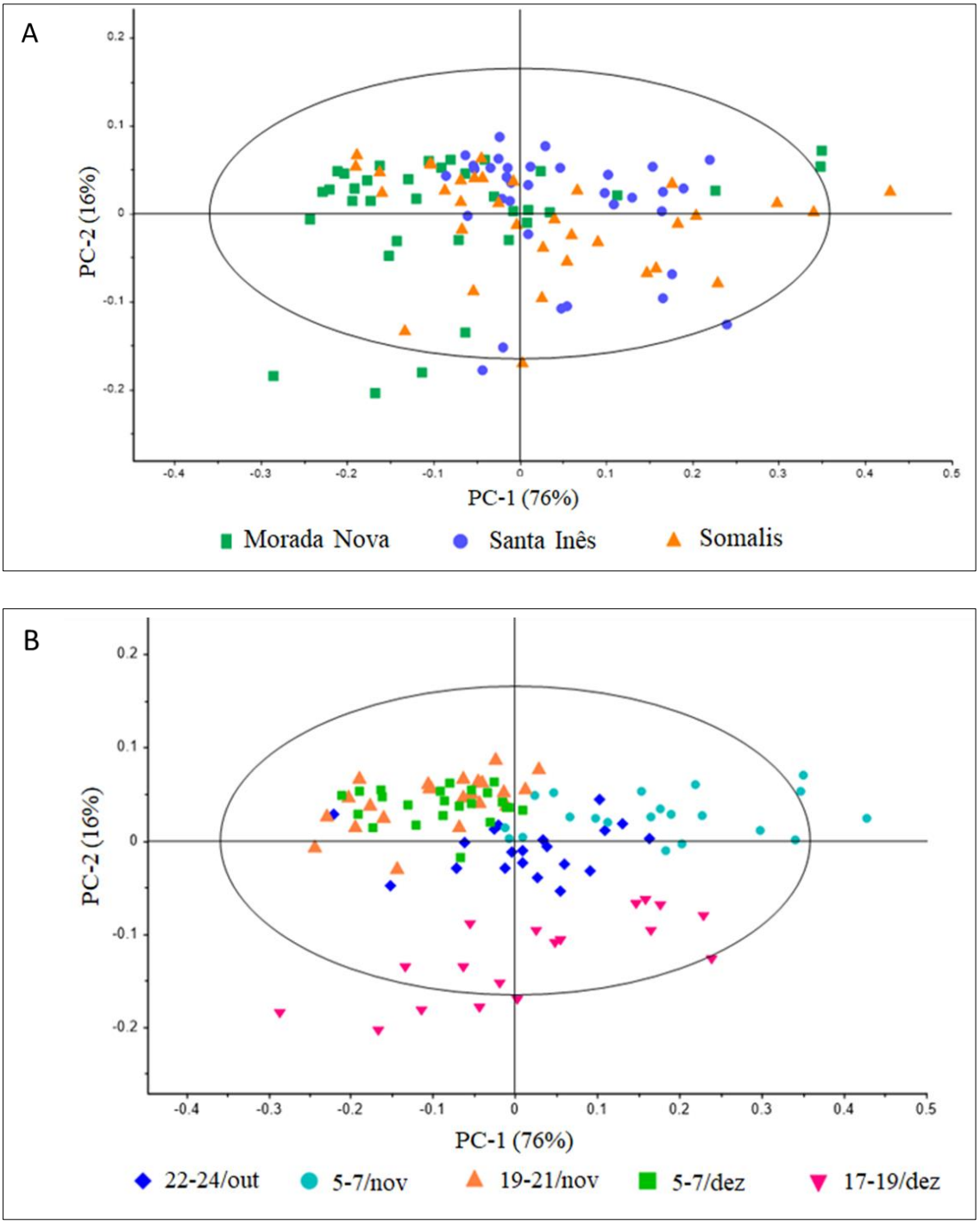


Figura 3. Análise de Componentes Principais dos espectros fecais de ovinos mantidos no sistema ILPF na Caatinga.PC-1 (76 %) versus PC-2 (16 %) e intervalo de confiança de Hotelling ($P < 0.005$) **A** – PCA das raças. B – PCA dos períodos.

A PCA sugeriu baixa variabilidade dos dados, no qual os pontos de fatores permaneceram predominantemente dentro de T^2, modelando 92 % da variação dos dados

individuais indicando similaridade entre as amostras. As amostras que permaneceram fora de T^2 não foram consideradas como *outliers*, dado que cada ponto de fator representa um 'peso' na dispersão dos dados no plano bidimensional.

Observou-se que a maior dispersão dos dados na PCA da Figura 3A e Figura 3B que permaneceram predominantemente fora de T^2 eram referentes as amostras coletadas no período 17-19/dez da TSC. Essa variabilidade dos dados remete as mudanças na composição química e botânica dos estratos nativos (pasto nativo e estrato herbáceo) e cultivado (capim-massai) apresentados na Tabela 3.

Na Figura 3A observa-se que as amostras referentes ao período 17-19/dez da TSC abrangeram as três raças, evidenciando que as alterações na composição do alimento selecionado dos três genótipos apresentaram comportamentos similares.

A modelagem SIMCA, apresentada na Tabela 4, identificou que os espectros fecais das raças apresentaram valores superiores a 80 % de similaridade. Portanto, não houve grande variabilidade na alimentar entre os genótipos.

Tabela 4. Graus de similaridade (%) entre os espectros fecais das raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis.

Raças	Santa Inês	Morada Nova	Somalis	Amostras
Santa Inês	35	29	29	35
Similaridade	100 %	83 %	83 %	
Morada Nova	34	31	34	35
Similaridade	97 %	89 %	97 %	
Somalis	34	28	34	35
Similaridade	97 %	80 %	97 %	
Total	-	-	-	105

Quando analisados os graus de similaridade entre as raças observou-se que Santa Inês apresentou-se 100% similar ao próprio grupo e 83% de similaridade com os demais genótipos. Para Morada Nova, observa-se comportamento contrário, no qual houve maior grau de similaridade com as demais raças (97%) e menor similaridade com o próprio grupo. Já a raça Somalis apresenta o mesmo grau de similaridade com Santa Inês (97 %) e maior dissimilaridade com Morada Nova.

De acordo com a SIMCA pode-se inferir que as diferenças encontradas denotam "evidências na seleção alimentar" distintas/similares entre os grupos genéticos, já que a análise não mostra as diferenças da ligação química ou do nutriente presente no espectro fecal. Nesse aspecto, as dissimilaridades entre as raças, Tabela 4, podem estar correlacionadas ao comportamento gregário e alimentar que estão relacionadas ao porte, seletividade alimentar e rusticidade aferido a cada grupo genético, já que os animais eram contemporâneos e tinham mesma categoria.

A classificação SIMCA, apresentada na Tabela 5, entre os períodos de amostragem estão relacionadas as flutuações na qualidade da forragem que se alteraram durante a época de estiagem e das chuvas de transição que variaram em função dos teores de MS, DIVMO e PB observados (Tabela 3).

Tabela 5. Graus de similaridade (%) entre os espectros fecais dos períodos de amostragem coletados na época Seca e na Transição Seca-Chuva (TSC).

Períodos	22-24/out	05-07/nov	19-21/nov	05-07/dez	17-19/dez	amostras
		Seca		TSC		
22-24/out	19	1	0	0	2	20
Similaridade	95 %	5 %	0 %	0 %	10 %	
05-07/nov	10	21	0	0	0	21

Similaridade	48 %	100 %	0 %	0 %	0 %	
19-21/nov	16	1	22	22	0	23
Similaridade	70 %	4 %	96 %	96 %	0 %	
05-07/dez	11	0	22	22	0	23
Similaridade	48 %	0 %	96 %	96 %	0 %	
19-21/dez	5	0	0	0	18	18
Similaridade	28 %	0 %	0 %	0 %	100 %	
Total	-	-	-	-	-	105

As dissimilaridades observadas na Tabela 5 indicam que os animais exerceram seletividade alimentar que variou em função da qualidade bromatológica do pasto. No período 17-19/dez observou-se alta similaridade apenas com o próprio grupo explicando a dispersão dos dados na Figura 3b. que pode ser explicada pela redução da MS e consequente elevação da DIVMO e PB (Tabela 3).

As amostras de 19-21/nov e 05-07/dez apresentaram 96 % de similaridade, indicando que a precipitação acumulada de 32,0 mm no início da TSC (Figura 1) não foi suficiente para desencadear alterações na composição química do alimento selecionado pelos animais. Nesse mesmo período apenas o capim-massai apresentou redução significativa da MS, mas não foi observada elevação na DIVMO (Tabela 3).

3.2.3 Projeção e previsão dos modelos nutricionais NIRS fecal de DIVMO e PB

A projeção dos espectros fecais das matrizes do ILPF sobre o banco de dados dos modelos NIRS fecal de PB e DIVMO estão apresentados na Figura 4.

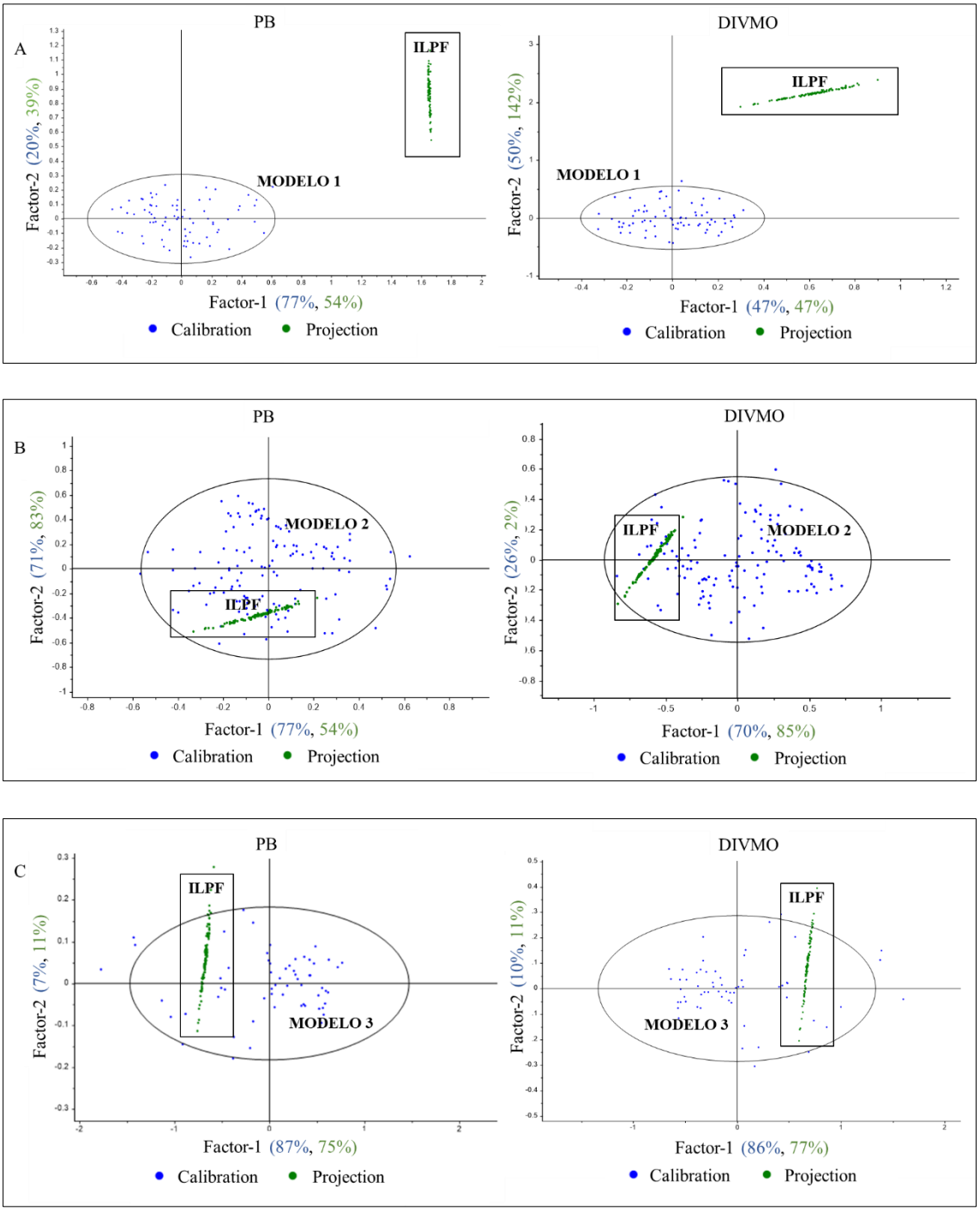


Figura 4. PC-1 versus PC-2 e intervalo de confiança de Hotelling (95 %) da projeção dos Modelos FNIRS de PB (Proteína Bruta) e DIVMO (Digestibilidade in vitro da Matéria Orgânica) sobre os espectros fecais coletados de ovinos mantidos no sistema ILPF na Caatinga. A - Projeção do Modelo 1 sobre matriz os espectros ILPF. B - Projeção do

Modelo 2 sobre matriz espectros ILPF. C - Projeção do Modelo 3 sobre matriz espectros ILPF.

As projeções denotam que o grau de similaridade entre as amostras do ILPF e sobre as matrizes dos modelos NIRS podem estar relacionadas com as variáveis respectivas ao clima, tempo, ambiente são relativas ao sítio de pastejo e pelas espécies vegetais endêmicas. No qual observou-se correlações na ocorrência de espécies botânicas em comum, no qual observou-se três espécies similares ao banco de dados do Modelo 1; treze espécies similares para o Modelo 2 e quinze espécies similares para o Modelo 3. A ocorrência botânica similares é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Ocorrência botânica dos estratos arbóreo, arbustivo e herbáceo do ILPF, Sobral – CE, 2018 e ocorrência das espécies nos modelos NIRS fecal.

ILPF			Modelos		
Nome Popular	Família	Gênero e espécie	1	2	3
Catingueira	*Fabaceae*	*Poincianella bracteosa (Tul.) L.P.Queiroz*	✓	✓	✓
Jucá	*Fabaceae*	*Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz*		✓	✓
Jurema Branca	*Fabaceae*	*Mimosa verrucosa*			✓
Jurema Preta	*Fabaceae*	*Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.*		✓	✓
Sabiá	*Fabaceae*	*Mimosa caesalpinifolia Benth*			✓
Pau Branco	*Boraginaceae*	*Auxemma oncocalyx*			
Melosa	*Acantaceae*	*Ruellia aspérula*			
Cabeça Branca	*Rubiaceae*	*Borreria verticillata (L.) G.Mey*		✓	

Macambura	*Bromeliaceae*	*Bromelia laciniosa Mart. ex Schult*		✓	
Imburana	*Burseraceae*	*Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett*		✓	✓
Mandacarú	*Cactaceae*	*Cereus jamacaru*		✓	
Feijão Bravo	*Capparaceae*	*Cynophalla flexuosa (L.) J.Presl*		✓	✓
Feijão de Boi	*Capparaceae*	*Capparis flexuosa (L.) L.*			
Mofumbo	*Combretaceae*	*Combretum leprosum*	✓		✓
Marianinha	*Commelinaceae*	*Commelina erecta*			✓
Jitirana	*Convolvulaceae*	*Borreria verticillata (L.) G.Mey*	✓	✓	✓
Tiririca	*Cuperaceae*	*Cyperus haspan*			
Quebra Pedra	*Euphorbiaceae*	*Phyllanthus acutifolius*			
Pau-Mocó	*Fabaceae*	*Luetzelburgia auriculata*			
Mata-Pasto	*Fabaceae*	*Senna obtusifolia (L.) H.S.Irwin & Barneby*		✓	✓
Pata-de-Vaca	*Fabaceae*	*Bauhinia forficata*			
Bamburral	*Lamiaceae*	*Hyptis suaveolens Poit.*		✓	✓
Paco-Paco	*Malvaceae*	*Wissadula hernandioides.*			
Pega Pinto	*Nyctaginaceae*	*Boerhavia diffusa (Jacq.)*		✓	✓
Marmeleiro	*Euphorbiaceae*	*Croton sonderianus Mull. Arg*		✓	✓
Andropogon	*Poaceae*	*Andropogon L.*			
Capim Guiné	*Poaceae*	*Megathyrsus maximus*			
Capim Massai	*Poaceae*	*Megathyrsus maximus*			
Capim Tanzania	*Poaceae*	*Megathyrsus maximus*			
Milhã Dourada	*Poaceae*	*Paspalum sp.*			✓
Milheto	*Poaceae*	*Pennisetum glaucum*			

Sorgo	*Poaceae*	*Sorghum bicolor*	

✓ Ocorrência da espécie botânica. Modelo 1 = Embrapa Caprinos e Ovinos (Laboratório de Nutrição Animal); Modelo 2 [13] e Modelo 3[14].

A projeção da matriz do Modelo 3 [14] sobre os espectros do ILPF (Figura 4) apresentou o maior grau de similaridade entre os espectros com 50 % e menor distância de Mahalanobis, sendo H = 5,8 para o modelo de PB e H = 7,8 para o modelo de DIVMO, como apresentada na Tabela 7, indicando maior adequação do modelo preditor às amostras do ILPF.

Tabela 7. Previsão dos teores percentuais de Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) na dieta dos grupos genéticos Santa Inês, Morada Nova e Somalis pastejando no sistema ILPF Caatinga no final da época Seca e início da Transição Seca-Chuva (TSC) utilizando modelos NIRS fecal.

Modelos	Raças	Seca		TSC				H	SIMCA
		22- 24/out	05 -07/nov	19-21/nov	05-07/dez	19-21/dez	μ		
Modelo 1									
PB	Santa Inês	17.1Aa	15.2Bb	15.6Bb	15.3Cb	15.4Cb	15.7	15.5	0
	Morada Nova	16.7Ab	18.0Aa	17.0Aab	18.6Ba	18.1Ba	17.7		
	Somalis	15.1Bc	15.3Bc	17.1Ab	20.2Aa	19.5Aa	17.4		
	μ	16.3	16.2	16.6	18.0	17.6			
DIVMO	Santa Inês	67.8Bb	75.1Aa	73.9Aa	69.6Ab	73.2Aa	71.9	12.1	
	Morada Nova	73.4Aa	70.4Bab	69.2Bb	65.4Bc	65.3Bc	68.8		
	Somalis	73.4Aa	71.3Ab	75.7Aa	71.2Ab	70.3Ab	72.4		
	μ	71.5	72.3	72.9	68.7	69.6			
Modelo 2									
PB	Santa Inês	27.4Aa	25Ab	25.3Bab	24.2Bb	25.1Bb	25.4	8.0	0
	Morada Nova	25.1Bc	24.3Ac	27.8Ab	32.9Aa	30.1Ab	28		
	Somalis	25.0Ba	23.9Aa	25.9ABa	22.7Bb	23.0Bb	24.1		
	μ	25.8	24.4	26.3	26.6	26.1			
DIVMO	Santa Inês	51.1	51.8	50.6	51.4	55.2	52	8.0	

	Morada Nova	51.4	49.6	50.3	50.1	50.1	50.3		
	Somalis	50.6	50.6	52.9	51.7	51.6	51.5		
	μ	51	50.7	51.3	51	52.3			
				Modelo 3					
	Santa Inês	19.5	19.6	18.4	18.6	19.1	19.0AB		
PB	Morada Nova	18.2	19.2	19.4	20	20.1	19.4A	5.8	
	Somalis	18.5	17.9	17.8	18.1	18	18.1B		
	μ	18.7	18.9	18.5	18.9	19.1			50
	Santa Inês	50.4Aa	43.0ABb	39.5Bb	37.7Bb	40.3Bb	42.2		
DIVMO	Morada Nova	47.1ABb	45.5Ab	47.0ABb	55.6Aa	54.7Ab	50.0	7.8	
	Somalis	41.2Bb	40.9Bb	48.4Aa	51.2Aa	50.9Aa	46.5		
	μ	46.2	43.2	45.0	48.2				

Medidas repetidas no tempo analisadas pelo teste t-Student a 5 % de significância e desdobramento dos efeitos raça*período. Diferem entre si, médias na coluna seguidas de diferentes letras MAIÚSCULAS e nas linhas, diferem entre si, médias seguidas de diferentes letras minúsculas. H = Distância de Mahalanobis (admensional); SIMCA = grau de similaridade (%).

De acordo com a previsão, o teor de PB na composição da dieta dos ovinos não variou em função do tempo, mas em razão do efeito racial (P = 0,0021) em que as raças Santa Inês e Morada Nova selecionaram alimento mais rico em proteína com cerca de 19 % (P = 0,4023) em relação a Somalis com 18 % (P = 0,0008).

Os valores de PB estimados quando corrigidos para o consumo de PB para mantença, considerando que os animais pastejando em áreas de pasto nativo consumem em média de 2,8% do Peso corporal [21], correspondem a 196,3 g d^{-1} para Santa Inês, 119,4 g d^{-1} para Morada Nova e Somalis.

A DIVMO apresentou interação entre período*raça (P < 0,0001) sugerindo que a seleção do nutriente variou conforme características intrínsecas aos hábitos alimentares de cada raça. Quando realizada conversão dos valores de DIVMO em Nutrientes

Digestíveis Totais [3], a raça Santa Inês consumiu em média 446,9 g d $^{-1}$, enquanto Morada Nova e Somalis foi de 331,3 e 329,7 g d $^{-1}$, respectivamente.

3.4 Avaliação da previsão NIRS fecal

De acordo com as previsões, as dissimilaridades entre as raças (Tabela 4) podem estar relacionadas com o porte, fator que altera as exigências nutricionais especialmente para os teores de DIVMO.

Através da análise SIMCA foi possível identificar que a variabilidade na composição química da dieta (Tabela 3) durante os períodos de avaliação que corroboraram com as variações da composição química do pasto (Tabelas 5). Dessa forma, pode-se inferir que os animais que selecionaram maiores teores de DIVMO adaptaram-se melhor às condições pastoris do sistema ILPF, como foi observado nas raças Morada Nova e Somalis (Tabela 7).

Para análise da composição da dieta de animais pastejando em pastagem nativa utilizando a técnica NIRS fecal, é necessário o conhecimento das variáveis físicas e ambientais que originaram os modelos como: a área de pastejo; condições meteorológicas; vegetação. A padronização dos procedimentos analíticos, laboratoriais e o conhecimento do banco de dados utilizado para a calibração do modelo também são ações essenciais para identificar as características similares entre o modelo previsor e o analito a fim de conferir maior acurácia na previsão.

Os Modelos NIRS fecal são ferramentas eficazes para predição do consumo nutrientes para ovinos em pastejo na Caatinga. No entanto, recomenda-se o desenvolvimento de mais estudos para adequação e calibração de modelos para aplicação em diferentes biomas e nos diferentes sistemas de produção de pequenos ruminantes.

4. CONCLUSÕES

1. A análise exploratória permitiu a compreensão da variabilidade dos dados em função das variáveis ambientais, do sítio de pastejo e dos indivíduos analisados.
2. Variáveis climáticas e espécies endêmicas entre os sítios de pastejo do qual o modelo previsor e o analito. implicam em similaridades entre ambos
3. O período de transição seca-chuva alterou a composição da DIVMO da dieta selecionada pelos ovinos.
4. A raça Morada Nova apresentou maior consumo de PB e DIVMO (19,4 % e 50,0 %, respectivamente) que Santa Inês (19,0 % e 42,2%, respectivamente) e Somalis (18,1 % e 46,5 %, respectivamente).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silva MJ dos S, Silva DK de A, Magalhães ALR, Pereira KP, da Silva ÉCL, Cordeiro FSB, et al. Influence of the period of year on the chemical composition and digestibility of pasture and fodder selected by goats in caatinga. Rev Bras Saude e Prod Anim. 2017;18(3):402–16.
2. Tedeschi LO. ASN-ASAS SYMPOSIUM: FUTURE of DATA ANALYTICS in NUTRITION: Mathematical modeling in ruminant nutrition: Approaches and paradigms, extant models, and thoughts for upcoming predictive analytics. J Anim Sci. 2019;97(5):1921–44.
3. Cappelle ER, Valadares Filho SDC, Da Silva JFC, Cecon PR. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. Rev Bras Zootec. 2001;30(6):1837–56.

4. Schiborra A, Bulang M, Berk A, Susenbeth A, Schlecht E. Using faecal near-infrared spectroscopy (FNIRS) to estimate nutrient digestibility and chemical composition of diets and faeces of growing pigs. Anim Feed Sci Technol [Internet]. 2015;210:234–42. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.10.011

5. Lyons RK, Stuth JW. Fecal NIRS Equations for Predicting Diet Quality of Free-Ranging Cattle. J Range Manag. 1992;45(3):238.

6. Fu X, Ying Y. Food Safety Evaluation Based on Near Infrared Spectroscopy and Imaging: A Review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2016;56(11):1913–24.

7. Araujo Filho JA de, Vale L V, Neto RA, Barbosa P, Serpa MSM. Dimensões de parcelas para amostragem do estrato herbáceo da caatinga raleada. Anais da 23ª Reunião Anual da SBZ. 1986. p. 268.

8. AOAC. Métodos oficiais de análise da Association of Official Analytical Chemists. 15 ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists; 1990.

9. Tilley JMA, Terry RA. a Two-Stage Technique for the in Vitro Digestion of Forage Crops. Grass Forage Sci. 1963;18(2):104–11.

10. Senger CCD, Kozloski G V., Bonnecarrère Sanchez LM, Mesquita FR, Alves TP, Castagnino DS. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. Anim Feed Sci Technol. 2008;146(1–2):169–74.

11. Chagas ACS, Oliveira MCS, Carvalho CO, Molento MB. Método famacha: um recurso para o controle da verminose em ovinos. Circ Técnica - Embrapa Pecuária Sudeste. 2007;1:1–8.

12. Kozloski GV, Netto DP, Oliveira L de, Maixner AR, Leite DT, Maccari M, et al.

Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. Ciência Rural. 2006;36(2):599–603.

13. Silva JK da. Monitoramento De Atributos Nutricionais Em Caprinos Sob Pastejo Na Caatinga Paraibana , Empregando a Tecnologia Nirs. Universidade Federal Rural da Paraíba; 2016.
14. Maciel M do V. Monitoramento nutricional da dieta de pequenos Ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco. Universidade Federal da Paraíba; 2016.
15. Mees C, Souard F, Delporte C, Deconinck E, Stoffelen P, Stévigny C, et al. Identification of coffee leaves using FT-NIR spectroscopy and SIMCA. Talanta. 2018;177(June):4–11.
16. Ludlow M, Ng T. Leaf Elongation Rate in Panicum maximum var. trichoglume Following Removal of Water Stress. Funct Plant Biol. 1977;4(2):263.
17. Lopes MN, Cândido MJD, Pompeu RCFF, da SILVA RG, de LACERDA CF, Bezerra MA, et al. Gas exchange in massai grass fertilized with nitrogen and grazed by sheep. Biosci J. 2020;36(1):152–60.
18. Sabin JG, Ferrão MF, Furtado JC. Análise multivariada aplicada na identificação de fármacos antidepressivos. Parte II: Análise por componentes principais (PCA) e o método de classificação SIMCA. Rev Bras Ciências Farm. 2004;40(3):387–96.
19. Osborne BG, Fearn T. Discriminant analysis of black tea by near infrared reflectance spectroscopy. Food Chem. 1988;29(3):233–8.
20. Bagchi TB, Sharma S, Chattopadhyay K. Development of NIRS models to predict protein and amylose content of brown rice and proximate compositions of

rice bran. Food Chem [Internet]. 2016;191:21–7. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.038

21. NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Press NA, editor. Washington, D.C.; 2007. 362 p.

ANEXO C

https://journals.sagepub.com/author-instructions/JNS#Formatting

SAGE Vancouver

1. General

1. Reference numbers have full points in the reference list.
2. Please ensure that publications are referenced in the order in which they appear in the text.
3. Journal titles should be abbreviated according to the standard in the Index Medicus. If unsure, please check for any inconsistencies within reference lists. For STM journals, please refer also tothe following: http://scieng.library.ubc.ca/coden/.
4. Do not separate initials with spaces or full points, but add a full point after last initial before the title.
5. Up to three authors may be listed. If more, then list the first three authors and represent the rest byet al. Fewer author names followed by et al. is also acceptable. Where et al. is used, it should always be upright, not italic in both references and textual citations.
6. Last Names containing de, van, von, De, Van, Von, de la, etc. should be listed under D and V respectively. List them as: De Roux DP and not Roux DP, de. When cited in the main text withoutthe first name, use capitals for De, Van, Von, De la, etc. (Van Dijk, year)
7. Names containing Jr or II should be listed as follows:
    - Author Last Name Initial Jr (year)
    - Author Last Name Initial II (year)

2. Text citations

Please use superscript numerals *after* the punctuation (STM) or numbers in square brackets (HSS), andcheck that it corresponds to the correct number in the reference list.

3. Reference styles

Book

1. Huff D. *How to lie with statistics*. 4th ed. London: Penguin, 1991, p.51.

Chapter in book

1. Huff D and Black TL. Comprehensive statistics. In: Miller C and Smith H (eds) *How to lie with statistics*.4th ed. London: Penguin, 1991, pp.51–55.

Journal article

1. Ludbrook J, Miller T and Russel A. Musculovenous pumps in the human lower limb. *Am Heart J* 1966; 71:635–641.

2. Araki C, Black TL, Patberg FT, et al. Significance of calf muscle pump function in venous ulceration. *JVasc Surg* 1994; 20: 872–879.

Journal article published ahead of print

1. Ludbrook J. Musculovenous pumps in the human lower limb. *Am Heart J*. Epub ahead of print 12 June2011. DOI: 10.1177/09544327167940.

Website

1. Smith JR. Choosing your reference style. *Online Referencing 2(3)*, http://orj.sagepub.com (2003,accessed 12 October 2008).

2. National Center for Professional Certification. Factors affecting organizational climate and retention,www.cwla.org./programmes/triechmann/2002fbwfiles (2002, accessed 10

Conference paper

1. Peters J. Musculovenous pumps in the human lower limb. In: *ASME conference on automatic transmissions* (ed A O'Brien), Pisa, Italy, 29 May–2 June 2003, paper no. GE1234, pp.4–10. New York:ASME.

Thesis/dissertation

1. Clark JM. *Referencing style for journals*. PhD Thesis, University of Leicester, UK, 2002.

Patent and patent applications

1. Smith ST. *Referencing styles for journals – a new method*. Patent 12346-ZH, USA, 2011.

2. Jones P. Referencing styles for journals – a new method. Patent application 12346-ZHA, USA, 2011.

Report (published/unpublished)

1. MacDonald S. The state of social welfare in the UK. Report, University of Durham, UK, June 2011.

2. Citigroup Ltd. *How to make your money work for you*. Report for the Department of Finance. Report no.123345, 13 June 2011. Oxford: OUP.

SAE/JSAE etc. papers

1. Clark JM. A new exhaust gasket manifold for powertrains. SAE paper 2002-0101234, 2002.

Newspaper/magazine

1. Clark JM. Referencing style for journals. *The Independent*, 21 May 2006, p.10.

Package insert (medical etc.)

1. Eisai Inc. Aloxi (package insert). New York: Esai Inc, 2008.

Manual (automotive etc.)

1. Fiat. Driver's manual, Fiat Uno 4-litre diesel model, December 2010.

Standard

1. ISO 27799:2008. Information security management in health.

CAPÍTULO IV

BALANÇO NUTRICIONAL DE OVELHAS PASTEJANDO EM SISTEMA ILPF NA CAATINGA UTILIZANDO NIRS FECAL

RESUMO

O balanceamento da dieta de animais em pastejo é, muitas vezes, impreciso, especialmente nas regiões semiáridas devido a sazonalidade na disponibilidade dos nutrientes no pasto. Utilizando modelos NIRS fecal objetivou-se realizar o balanço proteico e energético de ovelhas Santa Inês (n = 7), Morada Nova (n = 7) e Somalis (n = 7) pastejando um sistema integrado na Caatinga. Através de análises quimiométricas (PCA, SIMCA e Distância de Mahalanobis) selecionou-se o modelo nutricional para previsão da composição de Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) e Proteína Bruta (PB). Constatou-se que os animais consumiram cerca de 46.24 % de DIVMO e 18.82 % de PB. O balanço proteico foi positivo para os três genótipos avaliados que consumiram cerca de 100 g d^{-1} de PB além das exigências de mantença. O balanço energético foi estimado com base no consumo de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) e se apresentou positivo para as raças Somalis (35.8 g d^{-1}) e Morada Nova (57.0 g d^{-1}). Constatou-se déficit de 187,0 g d^{-1}de NDT para a raça Santa Inês, sendo necessário suplementação com um concentrado energético em cerca de 0.5% do peso corporal. A previsão dos modelos NIRS fecal indicou que em áreas de cuja vegetação predominante é de Caatinga Nativa o teor proteico da dieta não é limitante para a produção animal. A técnica pode auxiliar na tomada de decisão de quando e quanto suplementar animais pastejando em áreas livres reduzindo perdas econômicas com a suplementação.

Palavras-Chave: Agrossilvipastoris. Energia metabolizável. NDT. Proteína Metabolizável. Pastejo.

.

ABSTRACT

The balance of grazing animals' diet is often imprecise, especially in semi-arid regions due to seasonality in the availability of nutrients in pasture. Using fecal NIRS models, the objective was to estimate out the protein and energy balance of Santa Inês (n = 7), Morada Nova (n = 7) and Somalis (n = 7) ewes by grazing in integrated system in the Caatinga. Through chemometric analyzes (PCA, SIMCA and Mahalanobis distance), the nutritional model was selected to predict the composition of digestibility of organic matter *in vitro* (DIVMO) and crude protein (CP). It was found that the animals consumed about 46.24% of DIVMO and 18.82% of CP. The protein balance was positive for the three intake genotypes that consumed about 100 g d^{-1} of CP in addition to the maintenance requirements. The energy balance was estimated based on the consumption of Total Digestible Nutrients (TDN) and was positive for the Somali (35.8 g d^{-1}) and Morada Nova (57.0 g d^{-1}) breeds. A deficit of 187.0 g d-1of TDN was found for the Santa Inês breed, requiring supplementation with an energy concentrate in about 0.5% of the body weight. The prediction of the fecal NIRS models indicated that in areas of predominant vegetation is from Caatinga Nativa the protein content of the diet is not limiting to produce an animal. The technique can assist in the decision making of when and how much to supplement animals grazing in free areas promote reduction with supplementation.

Keywords: Agroflorest. Metabolizable energy. TDN. Metabolizable Protein. Pasture.

INTRODUÇÃO

As recomendações nutricionais para ovinos adotadas no Brasil foram desenvolvidas em outros países e muitas vezes foram extrapoladas de outras espécies, em diferentes climas tornando as estimativas das exigências nutricionais pouco precisas (ROGÉRIO et al., 2016). Essa imprecisão está fortemente associada a fatores como condições ambientais, nível nutricional, atividade em pastejo, sexo, raça, entre outros (RESENDE et al., 2008).

Dentre os estudos com exigências para ovinos, cabe destaque os trabalhos de Cannas et al., (2004); Tedeschi et al. (2010); Tedeschi et al. (2015), que desenvolveram modelos de predição de exigência nutricional de caprinos e ovinos em condição de pastagem e Cabral et al. (2008) que trabalharam com exigência e suplementação animal no semiárido brasileiro. Para as condições semiáridas além do conhecimento das exigências nutricionais específicas para as condições de pastagem que o animal está inserido faz-se necessário a estimativa da composição química do alimento consumido a pasto.

Sabe-se que a composição da dieta de animais em pastejo na Caatinga depende da qualidade e da disponibilidade de forragem que variam em função da época do ano ocasionada pela distribuição irregular das chuvas desencadeando mudanças na composição da forragem e pelas relações material vivo/material morto e folha/colmo (SILVA et al., 2017) tornando impreciso o balanceamento da dieta para animais mantidos a pasto quando são utilizados apenas valores tabelados.

Pereira et al., (2018) relatam que animais pastejando na Caatinga nativa apresentam um excesso de nitrogênio na dieta, levando a um aumento nos custos energéticos resultando em maior gasto de energia para a eliminação da ureia, o mesmo também foi relatado por Silva et al. (2017), pois ao passo que a vegetação nativa não limita a oferta de proteína o excesso leva a um desbalanço nutricional, causando perdas na eficiência.

Uma técnica rápida para análise do balanço nutricional de proteína e energia pode ser viabilizada por meio da espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS) para análise fecal, desde que se tenha modelos calibrados para a variável de análise e às condições pastoris. Portanto, a técnica permite estimar a composição química da dieta consumida por herbívoros a partir da química fecal das frações indigestíveis nas fezes (GONZÁLEZ et al., 2018).

A tecnologia NIRS não se utiliza técnicas invasivas e pode auxiliar na tomada de decisão de como aplicar as estratégias suplementação dos animais a pasto e reduzir as perdas energéticas e econômicas. Dessa forma, o balanço de nutrientes pode ser determinado pela subtração do consumo (estimado pelo modelo NIRS) pela exigência do animal no período avaliado (REES; LITTLE, 1980).

Inicialmente a técnica NIRS fecal foi aplicada por Lyons e Stuth, (1992) em bovinos; por Leite e Stuth, (1995) em caprinos e por Li et al., (2007) em ovinos, onde os autores desenvolveram modelos nutricionais de proteína e digestibilidade da matéria orgânica que apresentaram eficiência na previsão da qualidade da dieta de animais em pastejo.

No Brasil, Maciel (2016) e Silva (2016) calibraram e validaram modelos nutricionais NIRS fecal para pequenos ruminantes pastejando vegetação nativa e pastagem enriquecida nas condições semiáridas da Caatinga. Diante do exposto, objetivou-se prever dos teores de Proteína Bruta e Digestibilidade da Matéria Orgânica *in vitro* utilizando esses modelos NIRS fecal para monitorar os balanços de energia e proteína de ovinos pastejando em área de Caatinga manipulada em um sistema ILPF.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área experimental

O ensaio foi conduzido em um sistema integrado Lavoura-Pecuária-floresta na Caatinga localizado na Fazenda Três Lagoas, Sobral – Ceará, latitude 3°44'53.41"S e longitude 40°21'47.10"O, durante o período de 17 de out de 2018 a 21 de dez de 2018 (65 dias). O clima da região é definido como tipo BSh, semiárido quente, segundo Köppen-Geiger. A precipitação e a temperatura média do período foi de 30.1°C e 115.6 mm (Figura 1).

A área experimental é em um sistema integrado de 5.8 hectares implantando em março de 2018 em uma área de Caatinga nativa que foi raleada em faixas. Nas faixas suprimidas foi realizado o plantio de culturas agrícolas (sorgo - *Sorghum bicolor* ou milheto - *Pennisetum glaucum)* em consórcio com gramínea perene (capim-massai - *Megathyrsus maximus).*

Ao findar a época chuvosa, em junho de 2018, a biomassa foi colhida e ensilada mecanicamente. Esse processo rebaixou o pasto a altura de 20 cm que, posteriormente, permitiu a rebrota do capim massai e deixou como biomassa residual a palhada das culturas de sorgo e milheto.

O monitoramento da disponibilidade de biomassa total no ILPF se deu a cada 15 dias no período seco (PS) e a cada 8 dias no período de transição seca-chuva (TSC), totalizando 6 períodos de amostragem. As amostragens do capim-massai e das dicotiledôneas herbáceas procederam-se mediante lançamento de moldura (1.0 m x 0.5 m) aleatoriamente pela área, totalizando 18 pontos amostrais a cada período de coleta.

As amostras foram coletadas deixando uma altura residual de 20cm do solo. Para amostragem do pasto nativo alocou-se um transecto de 15m de comprimento onde a cada cinco metros foi lançada uma moldura de 1.0 m x 0.25 m (ARAUJO FILHO et al., 1986) totalizando 90 pontos amostrais por período de coleta.

Para estimar a massa de forragem total, apresentada na Figura 1, multiplicou-se o resultado calculado na moldura, cobertura do solo na moldura e pela área total de pasto introduzido (2.2 ha) e área total de Caatinga íntegra, denominada pasto nativo (3.6 ha).

Análises Bromatológicas

A qualidade do pasto foi avaliada pelas análises de Matéria Seca (MS) segundo a (AOAC, 1990); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Ácido (FDA) (VAN SOEST et al. 1991), com adaptações de Senger et al., (2008); Proteína Bruta (PB) utilizando o método de combustão em equipamento LECO® (CN628, St. Josesh, MI, EUA) e Digestibilidade *in vitro* Da Matéria Orgânica (DIVMO) (TILLEY; TERRY, 1963 com adaptações de SENGER et al., 2008 em duas fases).

Animais e Coleta de fezes

O uso dos animais experimentais foi aprovado pelo Comitê de Ética da Embrapa Caprinos e Ovinos com protocolo 015/2018. Foram utilizadas ovelhas (*Ovis aries*) marrãs não paridas das raças Santa Inês (n = 7); Morada Nova (n = 7) e Somalis (n = 7) com idades de 349 ± 5.7 dias, 430 ± 6.4 dias e 540 ± 4.9 dias e peso corporal de 37.8 ± 1.7 kg; 23.5 ± 1.8 kg e 22.5 ± 1.9 kg.

Para assegurar que não apresentavam alta carga parasitária foi utilizado o método Famacha© (CHAGAS et al., 2007) considerando grau 'dois' para entrada na área experimental. Os animais permaneceram na pastagem das 8h00 às 15h00 e tinham como única fonte de alimentação a forragem disponível na área (capim-massai e pasto nativo), água *ad libitum* e suplemento mineral.

A distância percorrida pelos ovinos no sistema (km) foi monitorada para posterior cálculo das exigências de energia líquida para deslocamento (ACT) dos animais. Utilizou-se nove Global Positioning System - GPS GARMIN® modelo Etrex30 durante três dias consecutivos iniciados no dia 1°; 33°; 63° dias após entrada dos animais na área. O equipamento foi acoplado em uma bolsa abotoada no pescoço de três animais de cada raça adotados como referência. Para leitura dos dados utilizou-se o *software* GPS TrackMaker® Professional, versão #4.9.

No mesmo período foi mensurado a Espessura da Camada de Gordura subcutânea (ECG) utilizando-se aparelho de ultrassom Kai Xin 5000® equipado com um transdutor linear de 4,5 MHz (SOUZA et al., 2016) ao qual o transdutor foi disposto perpendicularmente ao comprimento do músculo *Longissimus dorsi* nos dias 0 (antes da entrada dos animais na área), 35 e 65.

Após o período de adaptação (6 dias) foi monitorado o peso corporal (PC) dos animais e realizada a coleta de fezes para obtenção do espectro NIR (*Near Infrared Reflectance*) utilizando equipamento NIR FOSS© 5000 (Silver Spring, MD, USA) na faixa de 1100 a 2500 nm com sensibilidade de 2 nm na região do infravermelho próximo.

Os primeiros seis dias experimentais foram utilizados para adaptação dos animais para permitir que as análises fecais representassem a dieta consumida (KOZLOSKI et al., 2006). As amostras fecais foram obtidas diretamente da ampola retal (n = 21) por três dias consecutivos nos turnos manhã (7h30) antes da entrada dos animais na área experimental e tarde (15h30) após saída da área experimental (21 animais x 3 dias consecutivos x 2 turnos x 6 períodos = 756 amostras).

Devido aos horários fixos de coleta alguns animais não tinham fezes na ampola retal, portanto, totalizaram-se 566 amostras (75% do total) que foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas em *freezer* a -20^{o}C até processamento.

Após descongeladas as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 55°C até atingir peso constante, moídas em moinho tipo *Willey* com peneiras de 1mm de diâmetro e armazenadas em sacos de papel com as respectivas identificações. Em seguida, submetidas a padronização da umidade para leitura espectral em equipamento NIR

FOSS© 5000 (Silver Spring, MD, USA) na faixa de 1100 a 2500 nm com sensibilidade de 2 nm na região do infravermelho próximo. A coleta, armazenamento e manipulação das fezes seguiu protocolo de manejo adotado nos ensaios relatados por Silva (2016) e Maciel (2016).

Modelos NIRS fecal

Foram utilizados três modelos NIRS fecal de Proteína Bruta (PB) e três modelos de Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO), Tabela 1, desenvolvidos no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos (LANA/CNPC) calibrados por Silva (2016) e Maciel (2016), seguindo recomendações de Lyons e Stuth (1992) utilizando amostras de extrusas como referência (variável dependente) e dos espectros fecais (variáveis independentes) para modelagem dos dados.

Tabela 1. Modelos NIRS fecal de Proteína Bruta (PB) e Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica (DIVMO) desenvolvidos em áreas de pastagem nativa da Caatinga durante as épocas: Seca, Transição seca-chuva, Chuva e Transição chuva-seca.

R^2 e RMSEC dos Modelos NIRS				
Modelo	PB		DIVMO	
	R^2	RMSEC	R^2	RMSEC
1	0.63	2.34	0.67	7.02
2	0.81	1.35	0.84	2.84
3	0.50	2.15	0.46	4.71

Descrição dos Modelos NIRS				
Modelo	Localização	Clima	Temp	Prec
		Koppen	°C	mm
1	Rio Grande do Norte	Bw	26.0	605
2	Pernambuco	BSh	26.0	366
3	Paraíba	BSh	25.0	400

Temp = Temperatura média anual; Prec = Precipitação média anual; R^2 = Coeficiente de determinação; RMSEC = Raiz quadrada média do erro padrão da calibração. Modelo 1 = (LANA/CNPC. Modelo 2 = (SILVA, 2016). Modelo 3 = (MACIEL, 2016).

Análises quimiométricas

Utilizou-se o *software The Unscrambler*® versão 10.5.1 (Camo Inc, AS, Norway) para a previsão da composição química da dieta consumida pelos animais pastejando no ILPF. Inicialmente aplicou-se o pré-tratamento MSC (*Multiple Scatter Correction*) e Análise dos Componentes Principais (PCA) com delimitação dos limites do *Hotelling* (T^2) para verificar se o objeto pertence a determinada classe com confiança de 95%.

A projeção dos modelos NIRS sobre a matriz de dados do ILPF foi analisada com base na Modelagem Independente por Analogia de Classe (SIMCA) para avaliar o grau de similaridade entre os espectros com grau de confiança de 95 % e pela distância de Mahalanobis (H) para calcular a distância no espaço multidimensional entre as populações baseando-se nos pontos de fatores gerados pelo modelo na PCA. Para a aplicabilidade do modelo considerou-se o maior grau de similaridade e a menor H.

Balanço proteico e energético

As exigências de mantença foram estimadas com base no peso corporal (PC) segundo a SCA (1990) e as exigências de proteína (PM) e energia metabolizável (EM), energia líquida gasta para deslocamento (ACT), segundo recomendações de (CANNAS et al., 2004). A**s** exigências de EM foram convertidas em nutrientes digestíveis totais (NDT) segundo recomendações de Brody (1947). Para conversão da PM em PB considerou-se UIP 40% (proteína não degradável ingerida), seguindo recomendações do (NRC, 2007).

Para obter o Consumo diário de energia utilizou-se os valores preditos pelo modelo de NIRS fecal de DIVMS que foi convertido em NDT, segundo as recomendações de (CAPPELLE et al., 2001). Os valores de PB preditos foram convertidos em g d^{-1} tomando como base a ingestão de matéria seca (IMS), segundo (NRC, 2007). O balanço de nutrientes foi determinado pela subtração do consumo (estimado pelo modelo NIRS) pela exigência do animal no período avaliado (REES; LITTLE, 1980).

Análise estatística

Para avaliar a aplicabilidade dos modelos aos analitos através das análises de PCA, SIMCA e H, utilizou-se *software Unscrambler*® versão 10.5.1 com grau de confiança de

95%. A composição química do pasto, valores estimados pelos modelos NIRS e exigências foram analisadas pelo *software* SAS® versão 9.0, função PROC MIXED para medidas repetidas no tempo ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E RESULTADOS

Qualidade do pasto

As diferentes estratificações proporcionadas pela integração das culturas no sistema ILPF contribuíram para a manutenção da cobertura do solo devido a preservação da flora nativa e enriquecimento da pastagem com gramíneas exóticas.

O raleamento em faixas de 10 m e 20 m de largura também não alterou a produção total de biomassa e a cobertura do solo, cuja cobertura nas faixas enriquecidas com capim-massai foi 27.8 ± 5.7 % apresentando altura de 27.1 ± 3.9 cm. O mesmo foi observado para as faixas de vegetação nativa que apresentaram cobertura média de 78.3 ± 10.4 %. Já a área total coberta pelas dicotiledôneas herbáceas foi de aproximadamente 10%.

A massa de forragem disponível no sistema ILPF, apresentada na Figura 1, não apresentou alterações significativas durante a época seca e no início da TSC.A indisponibilidade do capim massai manteve-se constante com média de 447.4 kg de MS, enquanto o pasto nativo apresentou produção média de 5838.6 kg de MS. Constatou-se efeito significativo (P<0.001) entre os estratos, onde observando-se os valores médios do período avaliado, a biomassa de forragem do pasto nativo foi cerca de 13 vezes superior a biomassa de forragem do cv. Massai e cerca de 45 vezes superior a biomassa das dicotiledôneas herbáceas.

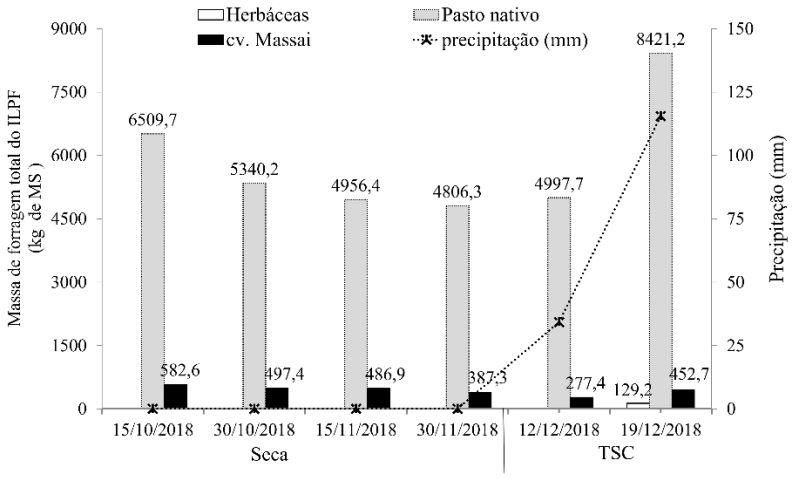


Figura 1. Massa de forragem total (kg de MS) e precipitação pluviométrica (mm) ocorrida durante as épocas Seca e Transição Seca-Chuva (TSC) no sistema integrado Lavoura-Pecuária-Floresta na Caatinga em Sobral – CE, 2018.

Na época de TSC constatou-se incremento significativo de aproximadamente 36% de massa de forragem no sistema predominantemente de pasto nativo, resultante da precipitação acumulada de 115.6 mm. As chuvas de transição também desencadearam a emergência das dicotiledôneas herbáceas, oriundas do banco de sementes da área, que elevou a massa de forragem em aproximadamente 129.2 kg.

A alta produção de biomassa do pasto nativo ocorreu devido a caducidade da vegetação da Caatinga, processo natural de senescência foliar característica da região, conhecida como serrapilheira. Nas faixas de vegetação nativa a alta cobertura do solo (78.3 ± 10.4 %) deveu-se a predominância das espécies bamburral (*Hyptis suaveolens)* e pau-branco (*Auxemma oncocalyx)*.

Quanto a composição química dos estratos capim-massai e pasto nativo, apresentados na Tabela 2, observou-se interação estrato*período ($P < 0.001$) para os teores de MS, FDN, FDA e PB. O mesmo não foi observado para a variável DIVMO, cuja concentração foi semelhante entre os estratos durante a época seca constatando-se elevação ($P < 0.001$) de 15 % no período 19/dez corroborando com o período em que havia maior disponibilidade de forragem no ILPF.

Tabela 2. Composição química do Capim massai (*Megathyrsus maximus* cv. Massai) e do Pasto Nativo durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) no sistema ILPF na Caatinga.

Estrato	Seca				TSC		μ
	15/out	30/out	15/nov	30/nov	12/dez	19/dez	
			Matéria Seca %				
Massai	59.4Ab	58.1Bb	71.8Aa	75.4Aa	45.6Bc	38.3Ac	58.6
Pasto Nativo	59.9Ac	88.7Aa	70.2Ab	84.4Aa	76.8Aab	47.5Ac	71.3
μ	59.7	73.4	71.0	79.9	61.2	44.4	
			Fibra em Detergente Neutro %				
Massai	75.4Aa	74.8Aa	73.7Aa	78.7Aa	80.6Aa	79.0Ba	77.0

Pasto Nativo	66.4Bd	67.9Acd	71.7Abcd	74.7Abc	78.8Ab	89.1Aa	74.8
µ	70.9	71.3	72.7	76.7	79.7	84.0	
Fibra em Detergente Ácido %							
Massai	37.1Ba	39.2Ba	37.7Ba	41.9Ba	42.3Ba	37.8Ba	39.3
Pasto Nativo	52.7Ab	50.5Ab	52.4Ab	52.6Ab	54.8Ab	82.5Aa	57.6
µ	44.9	44.8	45.0	47.2	48.5	60.2	
Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica %							
Massai	33.3	38.1	34.9	34.0	30.7	49.0	36.6
Pasto Nativo	33.5	37.1	34.8	29.9	26.8	38.7	33.5
µ	33.4B	37.6B	34.9B	31.9B	28.7B	43.8A	
Proteína Bruta %							
Massai	5.9Ab	4.3Ab	6.5Ab	6.0Ab	11.3Aa	14.6Aa	8.3
Pasto Nativo	5.1Aa	4.4Aa	6.6Aa	5.8Aa	6.8Ba	9.2Ba	6.3
µ	5.4	4.4	6.5	5.9	9.0	12.5	

Medidas repetidas no tempo analisadas pelo teste t-Student a 5% de significância. Médias nas linhas seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si. Médias nas colunas seguidas de diferentes letras MAIÚSCULAS diferem entre si.

A concentração de MS do capim massai foi inferior ao do pasto nativo apenas nos períodos 30/out e 12/dez. Em geral a concentração de MS desses estratos apresentou mesmo comportamento, no entanto, observa-se que para o cv. Massai a perda de umidade foi mais lenta durante a época seca e o ganho de umidade assim como a elevação na concentração de PB foi mais rápido na TSC quando comparado com a vegetação nativa.

Essas alterações na MS refletem diretamente na qualidade da forragem, portanto o mecanismo das gramíneas C3 contribuem significativamente para a elevação da eficiência de produção nos sistemas integrados. Os componentes químicos FDN não apresentaram variação significativa entre os estratos, enquanto a FDA do pasto nativo foi superior ao do capim-massai elevando-se 27.7% na TSC (12/dez).

A variação na PB apresentou maior ralação a disponibilidade hídrica, já que não diferiram entre os estratos durante a época Seca, mas elevaram-se na TSC. O florescimento das dicotiledôneas herbáceas na TSC também elevou consideravelmente a qualidade do pasto e apesar da baixa massa de forragem do estrato herbáceo no sistema, a composição química dessa fração foi de 37.8 % de MS; 68.6 % de FDN; 40.2 % de FDA; 53.8 % de DIVMO e 6.8% de PB.

O fator estacional da vegetação nativa influencia na qualidade e quantidade do alimento disponível na pastagem incorrendo em limitações na exploração pecuária (SOUZA et al., 2016) pela redução do consumo e o desempenho dos animais. A presença dos diferentes extratos na composição da dieta dos animais, sobretudo do componente exótico podem contribuir para auxiliar no balanceamento da dieta oferecida nos sistemas integrados de exploração, onde o enriquecimento da pastagem nativa com o capim-massai conferiu maior qualidade à forragem.

Projeção e Modelos NIRS fecal

Sabe-se que a baixa digestibilidade da forragem no pasto nativo e a expressiva percentagem de PB indisponível ligada a FDA tornam esse nutriente limitante ao desempenho animal (SANTANA et al., 2011). Dessa forma, os modelos NIRS fecal de PB e DIVMS apresentados na Tabela 2 podem estimar o consumo dos nutrientes.

A partir das análises quimiométricas constatou-se que o Modelo 3 (Tabela 2) mostrou-se mais adequado para a previsão já que o mesmo apresentou as menores distâncias H com média de 5.8 para o modelo de PB e 7.8 para o modelo de DIVMO com 50.5% de similaridade entre os conjuntos espectrais, conferindo maior similaridade do modelo previsor aos espectros do ILPF.

Os demais modelos não apresentaram grau de similaridade na análise SIMCA. O Modelo 1 apresentou H = 15.6 para o modelo de PB e de H = 12.1 para o modelo de DIVMO e o Modelo 2 apresentou H = 8.0 para os modelos de PB e DIVMO.

Os resultados obtidos sugerem que variáveis qualitativas e descritivas que geraram os modelos como análise bromatológica, variáveis climáticas, localização, relativa ao sítio de pastejo e composição botânica foram os fatores a serem observados para aplicação do modelo preditor. Na Tabela 3 estão descritas a as predições de DIVMO e PB respectivas a variação da composição química do alimento consumido pelos ovinos ao longo do período experimental.

Tabela 3. Predição dos teores de Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica e Proteína Bruta no alimento consumido por ovelhas em pastejo no sistema integrado na Caatinga durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) utilizando o modelo NIRS fecal.

Raças	Seca		TSC			μ
	22/out	05/nov	19/nov	05/dez	19/dez	
Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica %						
Santa Inês	50.4Aa	43.0ABb	39.5Bb	37.7Bb	40.3Bb	42.2
Morada Nova	47.1ABb	45.5Ab	47.0ABb	55.6Aa	54.7Aab	50.0
Somalis	41.2Bb	40.9Bb	48.4Aa	51.2Aa	50.9Aa	46.5
μ	46.2	43.2	45.0	48.2	48.6	
Proteína Bruta %						
Santa Inês	19.5	19.6	18.4	18.6	19.1	19.0AB
Morada Nova	18.2	19.2	19.4	20.0	20.1	19.4
Somalis	18.5	17.9	17.8	18.1	18.0	18.1B
μ	18.7	18.9	18.5	18.9	19.1	

Medidas repetidas no tempo analisadas pelo teste t-Student a 5% de significância e desdobramento dos efeitos Raça*Período. Médias nas linhas seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si. Médias nas colunas seguidas de diferentes letras MAIÚSCULAS diferem entre si.

A predição da digestibilidade estimada pelo modelo 3 indicou que houve efeito raça*período para consumo de DIVMO, em resposta da qualidade do pasto, especialmente quanto aos teores de matéria seca. A raça Santa Inês selecionou alimento com maior teor de DIVMO (50.4 %) apenas no início do período experimental decrescendo em, aproximadamente, 10% no início da TSC. A raça Somalis selecionou alimento com menor teor de DIVMO. A raça Morada Nova selecionou alimentos com média 46.5 % de DIVMO na época Seca elevando-se em de 8.6 % na TSC.

A previsão indicou efeito raça em que o teor de PB na dieta da raça Morada Nova e Santa Inês (19 %) foi significativamente superior a Somalis com 18.1 %. Os teores de proteína consumida foram próximos aos relatados por Leite (2002) em áreas de Caatinga raleada/enriquecida e superiores aos relatos de Formiga et al., (2011).

Os teores de PB observados (estimados pelo modelo NIRS fecal), indicaram que os animais exerceram habilidade para selecionar espécies e partes da planta de maior valor nutricional mesmo durante a época de estiagem compondo uma dieta de maior valor nutritivo quando comparada com a qualidade da forragem disponível.

Costa et al. (2018), relataram que em áreas de pastagens nativas do semiárido apenas o aporte de energia prontamente disponível é limitante e, em muitos casos, parece ser o principal complicador para adequado desempenho ponderal dos animais, que devido insuficiência dos nutrientes digestíveis totais não favorece uma maior eficiência na ingestão e aproveitamento dos nutrientes presentes no pasto.

Desempenho e Estimativa das exigências nutricionais das ovelhas

De acordo com o desempenho dos animais no sistema, o PC e ECG dos animais não apresentaram variação significativa ao longo do período experimental, Tabela 4, constatando-se apenas efeito entre raças. O em que o PC da raça Santa Inês foi significativamente superior ($P < 0.0001$) às raças Somalis e Morada Nova devido ao maior porte dos animais, enquanto o ECG foi maior para Somalis com 1.7 ± 0.03 cm, seguido por Santa Inês com 1.0 ± 0.03 cm e Morada nova com 0.7 ± 0.13 cm.

Tabela 4. Peso Corporal, exigências de mantença e consumo de Proteína Bruta e Nutrientes Digestíveis Torais de ovelhas pastejando no sistema ILPF na Caatinga durante o final da época Seca e no início da Transição Seca-Chuva (TSC) em Sobral - CE.

Período	Seca			TSC		μ
	22/out	05/nov	19/nov	05/dez	19/dez	
Santa Inês						
PC médio (kg)	35.4	36.3	37.4	36.4	34.2	35.9
PM ($PC^{0.75}$)	14.5	14.8	15.1	14.8	14.1	14.7
IMSm ($g/kg^{0.75}$)	70.0	70.4	70.4	70.4	69.6	70.2
IMSm (%PC)	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	2.9
IMSm ($g\ d^{-1}$)	1016.6	1041.1	1064.7	1043.4	984.8	1030.1
NDTm ($g\ d^{-1}$)	642.6	662.9	684.1	667.0	613.1	653.9
NDTc ($g\ d^{-1}$)	545.5	481.2	453.8	425.9	428.1	466.9
PBm ($g\ d^{-1}$)	58.5	59.7	61.0	59.8	56.9	59.2
PBc ($g\ d^{-1}$)	198.1	201.8	193.3	199.0	189.5	196.3
Morada Nova						
PC médio (kg)	21.6	22.3	23.1	22.1	21.9	22.2
PM (PC0.75)	10.0	10.3	10.5	10.2	10.1	10.2

IMSm (g/kg$^{0.75}$)	57.6	61.5	62.6	61.4	60.9	60.8
IMSm (%PC)	2.7	2.8	2.9	2.8	2.8	2.8
IMSm (g d^{-1})	577.3	631.1	659.4	625.9	616.9	622.1
NDTm (g d^{-1})	229.8	283.0	309.4	278.9	270.4	274.3
NDTc (g d^{-1})	290.6	307.6	331.3	369.2	358.0	331.3
PBm (g d^{-1})	37.6	39.8	41.4	39.5	39.1	39.5
PBc (g d^{-1})	108.0	120.9	125.1	124.8	118.0	119.4
			Somalis			
PC médio (kg)	22.6	22.7	24.1	23.7	22.6	23.1
PM (PC$^{0.75}$)	10.4	10.4	10.9	10.7	10.4	10.5
IMSm (g/kg$^{0.75}$)	62.2	62.1	63.8	63.4	62.1	62.7
IMSm (%PC)	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9
IMSm (g d^{-1})	644.7	645.3	693.5	681.2	643.6	661.7
NDTm (g d^{-1})	299.5	298.0	342.9	331.7	296.5	313.7
NDTc (g d^{-1})	285.9	284.3	358.4	371.5	348.5	329.7
PBm (g d^{-1})	40.4	40.4	42.7	42.1	40.3	41.2
PBc (g d^{-1})	119.2	115.5	123.6	123.2	115.8	119.5

Variáveis não apresentaram diferença significativa pelo teste t-Student (P = 0.05). PC = Peso corporal; PM = Peso Metabólico; IMSm = Ingestão de Matéria Seca para mantença; NDTm = Exigências de Nutrientes Digestíveis Totais para mantença; NDTc = Nutrientes Digestíveis Totais consumido; PBm = Exigências de Proteína Bruta para mantença; PBc = Proteína Bruta consumida.

A energia gasta para deslocamento e atividade física dos animais (CANNAS et al., 2004) no sistema não alterou as exigências de EMm que foram de 1.36 Mcal d $^{-1}$ para Santa Inês e de 1.26 Mcal d $^{-1}$ para Morada Nova e Somalis. Contudo, as exigências de IMS e PM para mantença também não apresentaram diferenças significativas, cujas exigências foram de 2.8 ± 0.2 % do PC e 29.8 ± 5.9 g d $^{-1}$, respectivamente.

De acordo com os teores de PB consumido pelas ovelhas estimado pelo modelo NIRS, observa-se um balanço positivo. O balanço nutricional apresentado na Figura 2, indica que o rebanho consumiu em média 100 g d $^{-1}$ de PB além do necessário para atendimento das exigências de mantença, em que a raça Santa Inês apresentou maior superávit de cerca 137.2 g d $^{-1}$ enquanto da raça Morada Nova e Somalis foram de 79.9 g d $^{-1}$ e 78.3 g d $^{-1}$, respectivamente.

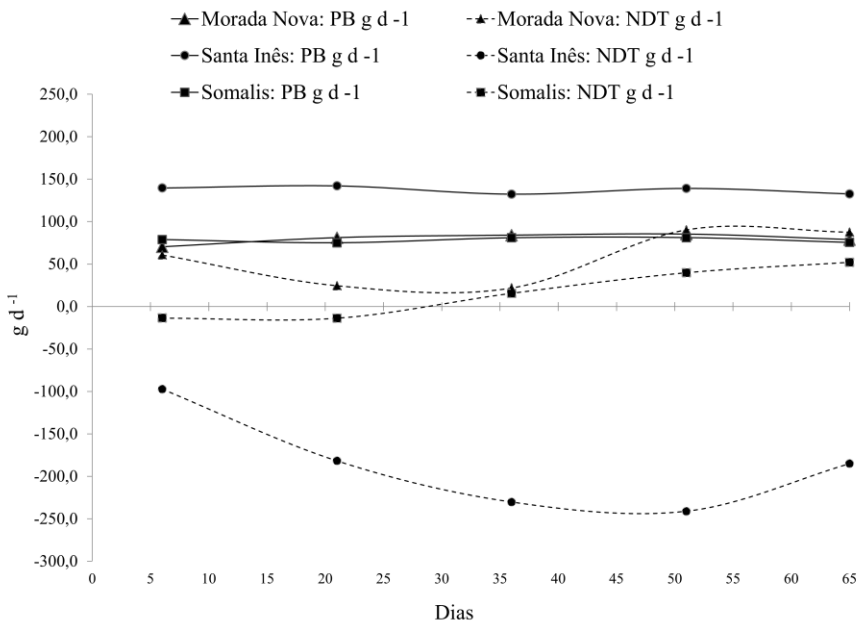


Figura 2. Atendimento das exigências de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) e de Proteína Bruta (PB) dos ovinos pastejando no sistema ILPF na Caatinga.

O consumo de NDT da raça Santa Inês não foi suficiente para atender as exigências de mantença, cujo déficit foi em média 187.0 g d $^{-1}$. Apesar disso não constatou-se variação significativa no PC, possivelmente devido o curto tempo de permanência dos animais na área experimental. No entanto, para adequado atendimento das exigências de mantença da raça seria necessário suplementação de 0.5 % do PC de um concentrado energético.

A raça Somalis também apresentou déficit de 13.6 g d $^{-1}$ durante o final da época seca. Em seguida, o atendimento de NDT apresentou comportamento ascendente, em que os animais consumiram em média 35.8 g d $^{-1}$ além do requisito mínimo das exigências de mantença.

A raça Morada Nova apresentou balanço energético positivo durante todo o período experimental, consumindo em média 57.0 g d $^{-1}$ de NDT além das exigências mínimas. Esse comportamento pode estar relacionado a maior capacidade exploratória para selecionar alimento, pois o mesmo desempenho não foi observado na raça Somalis que possui o mesmo porte.

O não atendimento das exigências de NDT da raça Santa Inês pode estar relacionado ao porte do animal em que as exigências de IMS para mantença em g d^{-1}, sendo estas superiores a Somalis e Morada Nova (Tabela 5). Por outro lado, de acordo com o balanço proteico, o teor de PB se prontamente disponível seria suficiente para

atender as exigências das raças Morada Nova e Somalis ganhando até 75.0 g d^{-1}, enquanto Santa Inês poderia ser mantida no sistema ganhando até 88.0 g d^{-1} (NRC, 2007).

Diagnóstico nutricional a partir da previsão dos Modelos NIRS fecal

Os resultados estimados a partir do modelo NIRS fecal corroboraram com dados apresentados por Leite et al. (2002); Resende et al. (2008); Formiga et al. (2011); Santana et al. (2011), Silva et al., (2017) e Costa et al. (2018) para animais pastejando em áreas Caatinga nativa. Os autores Leite et al. (2002) e de Silva et al. (2017) também destacam que a pastagem nativa da Caatinga possui elevado aporte proteico e que este não é um componente limitante na dieta dos animais, especialmente na época Seca. Já a baixa digestibilidade da forragem é ocasionada pela presença de taninos e componentes lignificados que limitam o consumo de matéria seca e consequentemente interferem no desempenho animal.

O sistema integrado na Caatinga foi capaz de atender as exigências nutricionais de mantença dos ovinos das raças Morada Nova e Somalis durante o final da época Seca e início da TSC. O regime pluviométrico da região foi responsável por desencadear alterações na fração energética na forragem disponível na pastagem que apresentou disponibilidade limitada e/ou insuficiente para atender as exigências de mantença de raças de maior porte, como Santa Inês.

O déficit de NDT poderia ser corrigido com alimentos o milho grão que possui 87.3 % (BERNARDES et al., 2015); forragens verdes in natura ou silagem de boa qualidade que apresentam cerca de 56.0 a 65.0 % (GURGEL et al., 2019) que poderia ser cultivados em consórcio com o capim-massai no período chuvoso para fornecimento como suplementação na época seca. Adotando o manejo de suplementação alimentar, além de atender os requerimentos energéticos de mantença dos animais poderia contribuir para elevar a taxa de lotação do sistema.

Portanto, a técnica NIRS fecal juntamente aos modelos nutricionais de previsão é uma ferramenta que pode auxiliar na tomada de decisão de quando e quanto suplementar os animais pastejando em áreas livres ao permitir monitorar o consumo dos nutrientes com precisão reduzindo perdas econômicas com a suplementação. Para tornar as previsões NIRS válidas ou confiáveis faz-se necessário conhecer o banco de dados utilizado para a calibração do modelo previsor assim como os indicadores correspondentes ao clima e ao tempo.

CONCLUSÕES

A técnica NIRS fecal foi eficaz para realizar o diagnóstico nutricional de ovinos pastejando em sistema ILPF na Caatinga. Os ovinos das raças Morada Nova, Somalis e Santa Inês pastejando em sistema ILPF na Caatinga não apresentaram déficit no balanço proteico. O balanço energético indicou adequado atendimento das exigências de NDTm das raças Morada Nova e Somalis, já ovelhas Santa Inês faz-se necessário a suplementação de um concentrado energético de 0.5 % do PC para atender as exigências de mantença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Métodos oficiais de análise da Association of Official Analytical Chemists**. 15 ed ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 1990.

ARAUJO FILHO, J. A. et al. Dimensões de parcelas para amostragem do estrato herbáceo da caatinga raleada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. Resumo 228. p. 268., 1986.

BERNARDES, G. M. C. et al. Consumption, performance and economic analysis of the feeding of lambs finished in feedlot as the use of high-grain diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 67, n. 6, p. 1684–1692, 2015.

BRODY, S. **Bioenergetics and growth: ith special reference to the efficiency complex in domestic animals.** New York: Reinhold Publishing Corporation, 1945. 1023p.

CABRAL, L. da S. et al. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.3, p. 529-542, 2008.

CANNAS, A. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 149–169, 2004.

CAPPELLE, E. R. et al. Estimativas do Valor Energético a partir de Características Químicas e Bromatológicas dos Alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837–1856, 2001.

CHAGAS, A. C. S. et al. **Método famacha: um recurso para o controle da verminose em ovinos.** Circular Técnica - Embrapa Pecuária Sudeste, v. 1, p. 1–8, 2007.

COSTA, H. H. A. et al. Efeito da suplementação com sulfato de zinco ou propilenoglicol em ovinos em uma pastagem nativa da Caatinga no período chuvoso: desempenho, características da carcaça e da carne. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 993–1003, 2018.

FORMIGA, L. D. A. da S. et al. Valor nutritivo da vegetação herbácea de caatinga enriquecida e pastejada por ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 2015–2015, 2011.

GONZÁLEZ, L. A.; KYRIAZAKIS, I.; TEDESCHI, L.O. Precision nutrition of ruminants: approaches, challenges and potential gains. **Animal**, v. 12, n. s2, p. 246-261, 2018.

GURGEL, A. L. et al. Produção, qualidade e utilização de silagens de capins tropicais na dieta de ruminantes **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v. 13, n. 11, p. 1–9, 2019.

KOZLOSKI, G. V. et al. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 599–603, 2006.

LEITE, E. R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no Nordeste do Brasil. **I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte**, v. 12, n. 2, p. 119–128, 2002.

LEITE, E. R.; STUTH, J. W. Fecal NIRS equations to assess diet quality of free-ranging goats. **Small Ruminant Research**, v. 15, n. 3, p. 223–230, 1995.

LI, H. et al. Faecal near infrared reflectance spectroscopy to predict diet quality for sheep. **Small Ruminant Research**, v. 68, n. 3, p. 263–268, 2007.

LYONS, R. K.; STUTH, J. W. Fecal NIRS Equations for Predicting Diet Quality of Free-Ranging Cattle. **Journal of Range Management**, v. 45, n. 3, p. 238, 1992.

MACIEL, M. V. **Monitoramento nutricional da dieta de pequenos ruminantes utilizando espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS) no sertão de Pernambuco.** 2016. 136p. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants.** 2007, 362p.

PEREIRA, G.F. et al. Consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos alimentados com fenos de gramíneas tropicais em diferentes intervalos entre cortes. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 70, n. 3, p. 897-904, 2018.

REES, M. C.; LITTLE, D. A. Differences between sheep and cattle in digestibility, voluntary intake and retention time in the rumen of three tropical grasses. **The Journal of Agricultural Science**, v. 94, n. 2, p. 483–485, 1980.

RESENDE, K. T. de et al. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 161–177, 2008.

ROGÉRIO, M. C. P. et al. Manejo alimentar de caprinos e ovinos nos trópicos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 23, p. 326–346, 2016.

SANTANA, D. F. Y. et al. Caracterização da caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 69–78, 2011.

SENGER, C. C. D. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 1–2, p.

169–174, 2008.

SCA - STANDING COMMITTEE ON AGRICULTURE. **Feeding standards for Australian livestock, ruminants. Ruminants Subcommittee.** CSIRO Publishing: Melbourne, 1990.

SILVA, J. K. da. **Monitoramento de atributos nutricionais em caprinos sob pastejo na caatinga paraibana, empregando a tecnologia NIRS**. 2016. 154 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Areia. 2016.

SILVA, M. J. dos S. et al. Influence of the period of year on the chemical composition and digestibility of pasture and fodder selected by goats in caatinga. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 18, n. 3, p. 402–416, 2017.

SOUZA, S. F. de et al. Aplicação da ultrassonografia para avaliação de condição corporal e acabamento de carcaça em pequenos ruminantes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 19, n. 3, p. 34–42, 2016.

TEDESCHI, L. O.; CANNAS, A.; FOX, D. G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Small Ruminant Research**, v. 89, n. 2-3, p. 174-184, 2010.

TEDESCHI, L. O et al. The role of ruminant animals in sustainable livestock intensification programs. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 22, n. 5, p. 452-465, 2015.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. a Two-Stage Technique for the in Vitro Digestion of Forage Crops. **Grass and Forage Science**, v. 18, n. 2, p. 104–111, 1963.

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.

ANEXO D

https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/about/submissions

APRESENTAÇÃO E PREPARO DOS MANUSCRITOS

Os artigos submetidos à Revista Caatinga devem ser originais, ainda não relatados ou submetidos à publicação em outro periódico ou veículo de divulgação. **A Revista Caatinga publica ARTIGO E NOTATÉCNICA.**

PREPARO DO MANUSCRITO

Digitação: o texto deve ser composto em programa Word (DOC) ou compatível e os gráficos em programas compatíveis com o Windows, como Excel, e formato de imagens: Figuras (GIF) e Fotos (JPEG). Deve ter no máximo 20 páginas, tamanho A4, digitado com espaçamento 1,5, fonte TimesNew Roman, estilo normal, tamanho 12 e parágrafo recuado por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. Páginas e linhas devem ser numeradas; os números de páginas devem ser colocados na margem inferior, à direita e as linhas numeradas de forma contínua. Se forem necessárias outras orientações, entre em contato com o Comitê Editorial.

Tamanho: o manuscrito não deverá ultrapassar 2,0 MB.

Organização: o artigo científico deverá ser organizado em título, nome do(s) autor(es), resumo, palavras-chave, título em inglês, abstract, keywords, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos (opcional), e referências.

Título: deve ser escrito em maiúsculo, negritado, centralizado na página, no **máximo com 15 palavras**,não deve ter subtítulo e abreviações. O nome científico deve ser indicado no título apenas se a espécie for desconhecida. Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusão, agradecimentos e referências) deverão ser escritos em letra maiúscula, negrito e justificado à esquerda.

Autores(es): nomes completos, sem abreviaturas, em letra maiúscula, um após o outro, separados por virgula e centralizados. Essas informações deverão constar apenas na versão final do artigo. **Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé com os endereços deverão ser omitidos.**

Para a inclusão do(s) nome(s) do(s) autor(es) e do(s) endereço(s) na **versão final do artigo** deve-se, como nota de rodapé na primeira página, indicar, para cada autor, afiliação completa (Unidade/Setor, Instituição, Cidade, Estado, País), endereço completo e e-mail de todos os autores. O autor correspondente deverá ser indicado por um "*".

No rodapé devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação) e referências às instituições colaboradoras. OBS.: Caso dois ou mais autores tenham as mesmas especificações, não precisa repetir asinformações, basta acrescentar, apenas, o e-mail e o ORCID ao final. Só serão aceitos, no máximo, 5(cinco) autores por artigo submetido: ressaltamos que, salvo algumas condições especiais, poderá ser incluído um sexto autor (não mais que isso) mediante apresentação de justificativas. A justificativa deverá ser anexada, no ato da submissão, em "Documentos Suplementares", para que o Comitê Editorial proceda com a devida análise. Caso isso não ocorra, a submissão de artigo com número superior a 5 (cinco) autores não será aceita.

** Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori.*

** Todos os autores deverão, OBRIGATORIAMENTE, cadastrarem-se no sistema.

Resumo e Abstract: **no mínimo 100** e no **máximo 250 palavras**.

Palavras-chave e Keywords: a primeira letra maiúscula. Devem ter, no mínimo, três e, no máximo, cinco palavras, não constantes no Título/Title e separadas por ponto (consultar modelo de artigo).

Obs.: Em se tratando de artigo escrito em idioma estrangeiro (Inglês), o título, resumo e palavras-chave deverão, também, constar em Português, mas com a sequência alterada, vindo primeiro no idioma estrangeiro.

Introdução: **no máximo, 550 palavras**, contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa.

Conclusão: deve ser em texto corrido, sem tópicos**.**

Agradecimentos: logo após as conclusões, poderão vir os agradecimentos a pessoas ou instituições, indicando, de forma clara, as razões pelas quais os faz.

Tabelas: sempre **com orientação em ‘’retrato’’ , fonte Times New Roman, estilo normal, tamanho**

12. Serão numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. **Não usar linhas verticais**. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que **as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não ultrapassando 17 cm.**

Obs.: Os números nunca são separados por vírgulas, sempre por pontos.

Ex.:

FPE[4]	N	Min	Max	Average	SD	CV(%)	ASS[1]	KT[2]	LT[3]
Canola extract – batch 1									
Test	25	20.13	34.66	26.48	4.40	16.6	0.371^{ns}	1.940^{ns}	0.235*
EAq	25	0.50	22.50	8.98	6.66	74.2	0.390^{ns}	2.249^{ns}	0.241*

Figuras: sempre **com orientação em ‘’retrato’’**. Gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura** sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. A resolução deve ter qualidade máxima com pelo menos 300 dpi. **As figuras devem apresentar 8,5 cmde largura, não ultrapassando 17 cm**. A fonte empregada deve ser a Times New Roman, corpo 10 enão usar negrito na identificação dos eixos. As linhas dos eixos devem apresentar uma espessura de 1,5 mm de cor preta. A Revista Caatinga reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.**

Equações: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times NewRoman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. As equações devem apresentar o seguinte padrão de tamanho:

REFERÊNCIAS

Devem ser digitadas em espaço 1,5 cm e separadas entre si pelo mesmo espaço (1,5 cm). Precisam ser apresentadas em ordem alfabética de autores; justificar (Ctrl + J). Este periódico utiliza a **NBR 6023 de agosto/2002 da ABNT**. **UM PERCENTUAL DE 70% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10ANOS**.

O título do periódico não deve ser abreviado e recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

UNIDADES E SÍMBOLOS DO SISTEMA INTERNACIONAL ADOTADOS PELA REVISTA CAATINGA

Números mencionados em sequência devem ser separados por **ponto e vírgula** (;). Ex: 2,5; 4,8; 5,3

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. O comportamento de animais em pastejo sofre influência dos fatores ambientais como época do ano alterando suas exigências de mantença.
2. O uso de modelos NIRS fecal mostrou-se eficaz para monitorar o balanço nutricional de ovinos pastejando em áreas de pastagem no bioma Caatinga.
3. Considerando que os modelos NIRS fecal utilizados possuem caráter global, ou seja, englobam características intrínsecas de diferentes grupos genéticos de caprinos e ovinos pastejando em diferentes áreas no bioma da Caatinga, a análise de Mahalanobis e análise SIMCA não apresentaram parâmetros ótimos para validação dos dados.
4. Recomenda-se, para realizar a previsão da composição dos nutrientes ingeridos por ovinos pastejando em áreas de Caatinga, 1) o uso de modelos globais para reduzir o tempo de análise dos dados; 2) a partir da matriz global, utilizar a PCA para identificar o grupo de amostras com maior similaridade espectral para aplicação do modelo NIR que apresenta maior especificidade como os analitos; 3) previsão do consumo do nutriente respectivo ao modelo de caráter não global e 4) avaliação do balanço nutricional.