



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO CURSO
SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

DAYANNY BEZERRA DE LIMA SIQUEIRA

**ORIENTAÇÃO NUTRICIONAL UTILIZANDO O NIRS (ESPECTROSCOPIA
NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO) PARA CAPRINO LEITEIRO NO
CARIRI PARAIBANO**

**SUMÉ - PB
2023**

DAYANNY BEZERRA DE LIMA SIQUEIRA

**ORIENTAÇÃO NUTRICIONAL UTILIZANDO O NIRS (ESPECTROSCOPIA NO
INFRAVERMELHO PRÓXIMO) PARA CAPRINO LEITEIRO NO
CARIRI PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Tecnóloga em Agroecologia.

Orientador: Professor Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo.

**SUMÉ - PB
2023**



S618o Siqueira, Dayanny Bezerra de Lima.

Orientação nutricional utilizando NIRS (espectroscopia no infravermelho próximo) para caprino leiteiro no Cariri Paraibano. / Dayanny Bezerra de Lima Siqueira. - 2023.

40 f.

Orientador: Professor Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia.

1. Caprinocultura leiteira. 2. Caprinos. 3. Nutrição de caprinos. 4. Espectroscopia no infravermelho próximo. 5. Dieta de caprinos. 6. Proteína bruta. 7. Digestibilidade. 8. LabNIR - Laboratório de Infravermelho - CDSA/UFPA. I. Araújo, Tiago Gonçalves Pereira. II. Título.

CDU: 636.3(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

DAYANNY BEZERRA DE LIMA SIQUEIRA

**ORIENTAÇÃO NUTRICIONAL UTILIZANDO O NIRS (ESPECTROSCOPIA
NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO) PARA CAPRINO LEITEIRO NO
CARIRI PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Tecnóloga em Agroecologia.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo.
Orientador – UFCG/CDSA**

**Professora Dra. Ana Cristina Chacon Lisboa.
Examinadora UATEC/CDSA/UFCG**

**Zootecnista Dr. Agenor Correia de Lima Junior.
Examinador UATEC/CDSA/UFCG**

Trabalho Aprovado em: 16 de fevereiro de 2023.

SUMÉ - PB

A Deus, que me presenteia todos os dias com a energia da vida, e aos meus pais que me deram força e coragem para atingir meus objetivos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus pais, Severina Bezerra da Silva e João Lima de Siqueira, que sempre estiveram do meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida. Obrigada por todo suporte que me deram dentro e fora de casa, e por todo amor dedicado. Eu os amo mais que tudo.

A minha amada avó paterna, Rita da Silva Lima (*in memoriam*) que se fez presente em toda minha vida, me apoiando e me mostrando o lado mais belo da vida. A você minha avó, todo meu amor e saudades eternas.

Aos meus irmãos, Beatriz Bezerra de Lima Siqueira, Elisete Bezerra de Lima Siqueira, Luiz Felipe Bezerra de Freitas Silva, Maria Heloisa Bezerra de Freitas Silva e Rodrigo Bezerra da Silva Dantas Valadares, por todo apoio e amor durante essa jornada e em toda minha vida.

A minha namorada, Giselle Cristinne de Amorim Borba pela dedicação oferecida, pelos momentos de companheirismo e pela compreensão aos momentos de ausência.

A minha sobrinha Maitê Bezerra de Freitas Dantas, e a minha afilhada Liz Alexandre Florencio da Silva, fontes inesgotáveis de amor e ternura, que trouxeram luz para minha vida.

Aos meus professores de curso, por todos os ensinamentos e confiança em mim, em especial ao meu orientador Dr. Tiago Gonçalves Pereira Araújo, por me orientar me incentivando e mostrando que tenho capacidade para muito mais, e por se preocupar como um pai se preocupa com o bem-estar de um filho.

A EMBRAPA – Caprinos e Ovinos, e aos meus orientadores Dr. Lucas Oliveira, Dr. Marco Bomfim, Dra. Sueli Freitas dos Santos, pela oportunidade de fazer parte dessa equipe enquanto estagiária, por todos ensinamentos, e conselhos ao longo desse desafio.

A todos os colaboradores que fazem parte da UFCG-CDSA, e trabalham diariamente para fazer do nosso Centro um lugar melhor.

Aos amigos que construí ao longo desses anos de curso, Eva Hidalina de Lucena, Heloisa Carla de Medeiros Dantas, Igor Jeferson Ferreira da Silva, Jessica Alexandre da Silva, José Eduardo Fernandes Bezerra, Laís Hortência da Silva, Tarlan Alexandre de Lima, Valdeir Alexandre da Silva, Valéria Bezerra de Freitas, e Viviane Alexandre da Silva, por toda força e incentivo, por serem meu refúgio em momentos de incertezas, e por se tornarem minha segunda família.

Aos amigos do Grupo de Estudos em Produção Animal e Alimentos – GEPAAL, em especial Beatriz Brito Ferreira, Brendo Junior Pereira de Farias, Diego Gomes de Sousa, José Walber Farias Gouveia, Levi Wallace Sousa de Lima e Pâmela Monique Valões da Cruz, pelos momentos compartilhados dentro e fora da instituição de ensino.

As minhas amigas, Pamela Wiliane Bezerra de Oliveira, Samary Santos, e Sara Bezerra da Silva, que sempre me apoiaram enaltecendo minhas qualidades e capacidade de ir além.

Ao meu filho de quatro patas, Floki, por me dar amor incondicional, por ser calma e fonte inesgotável de lambeijos.

Por fim, a todos que participaram de alguma forma para que esse momento pudesse acontecer, me incentivando e se fazendo presente de alguma forma. A todos vocês, minha eterna gratidão.

Muito obrigada!

Sou o gibão do vaqueiro,
Sou cuscuz, sou rapadura
Sou vida difícil e dura
Sou nordeste brasileiro

Sou cantador violeiro, sou alegria ao chover
Sou doutor sem saber ler, sou rico sem ser grã-fino
Quanto mais sou nordestino, mais tenho orgulho de ser

Da minha cabeça chata, do meu sotaque arrastado
Do nosso solo rachado, dessa gente maltratada
Quase sempre injustiçada, acostumada a sofrer
Mesmo nesse padecer, sou feliz desde menino
Quanto mais sou nordestino, mais orgulho tenho de ser

Da terra de cultura viva, Chico Anysio, Gonzagão,
de Renato Aragão, Ariano e Patativa.
Gente boa, criativa
Isso só me dá prazer, por isso, eu tenho orgulho em dizer
Meu obrigado ao destino,
Quanto mais sou nordestino, mais tenho orgulho de ser

Bráulio Bessa

RESUMO

A pecuária de pequenos ruminantes é uma atividade de extrema relevância na região nordeste do país, tanto no âmbito sociocultural como no econômico. Um dos principais desafios enfrentados por produtores é a nutrição adequada do rebanho. Com isso, objetivou-se nessa pesquisa determinar dietas customizadas para pequenos ruminantes no cariri paraibano, utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo. A pesquisa foi realizada no LabNir, sediado na UFCG – Campus Sumé, e foram coletadas amostras fecais de 10% do rebanho de sete propriedades representativas do cariri paraibano, posteriormente foram analisados os índices de PB (Proteína Bruta) e DMO (Digestibilidade de Matéria Orgânica) por meio da tecnologia NIRS, e formulada dietas customizadas de acordo com as exigências nutricionais desses animais, visando menor custo-benefício. Foi constatado que nos meses de maior pluviometria os índices de PB e DMO foram mais satisfatórios, e nos meses de menos pluviometria os resultados foram menos satisfatórios, porém se mantiveram dentro do padrão. Pode-se concluir que o método de espectroscopia no infravermelho próximo apresentou elevada eficácia para estimar teores de PB e DMO.

Palavras-chave: Dieta; digestibilidade; proteína bruta.

SIQUEIRA, Dayanny Bezerra de Lima. **Nutritional Guidance Using NIRS (Spectroscopy in the Near Infrared) for Dairy Goat in Cariri Paraíba.** 2023.43f. (Course Completion Work – Monograph) Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé – Paraíba – Brasil, 2023.

ABSTRACT

The livestock of small ruminants is an activity of extreme relevance in the northeast region of the country, both in the sociocultural and economic scope. One of the main challenges faced by producers is proper herd nutrition. Thus, the objective of this research was to determine customized diets for small ruminants in the Paraíba Cariri, using near infrared spectroscopy. The research was carried out at LabNir, headquartered at UFCG - Campus Sumé, and fecal samples were collected from 10% of the herd from seven properties representative of the Paraíba cariri, later the CP (Crude Protein) and BMD (Organic Matter Digestibility) rates were analyzed.) using NIRS technology, and customized diets were formulated according to the nutritional requirements of these animals, aiming at lower cost-effectiveness. It was found that in the months of higher rainfall, the BP and BMD indices were more satisfactory, and in the months of less rainfall, the results were less satisfactory, although they remained within the standard. It can be concluded that the near-infrared spectroscopy method was highly effective in estimating CP and BMD contents.

Keywords: Diet; digestibility; crude protein.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Solver, ferramenta do Microsoft Excel.....	29
Figura 2 -	Exemplo de boletim customizado para categoria "cabra em lactação" de uma propriedade.....	30
Figura 3 -	Boletim nutricional.....	33
Fotografia 1 -	LabNir, UFCG/ CDSA.....	20
Fotografia 2 -	Forma e estufa utilizada para colocar amostras em estufas.....	23
Fotografia 3 -	C.....	24
Fotografia 4 -	Amostra em "vial" já inserido no MicroNir para análise.....	25
Fotografia 5 -	Curva gerada pelo MicroNir com dados de proteína e digestibilidade.....	26
Gráfico 1 -	Representação com média da PB e DMO por coleta no Cariri paraibano.....	31
Tabela 1 -	Especificação das propriedades e número de amostras por coleta.....	23
Tabela 2 -	Lista com alimentos fornecidos e preço por Kg.....	27
Tabela 3 -	Cálculo de DMO e EM.....	27
Tabela 4 -	Exigências nutricionais por categoria.....	28
Tabela 5 -	Dados de PB e EM.....	28
Tabela 6 -	Sugestão de dieta proposta pelo Solver.....	29
Tabela 7 -	Conversão da proposta do Solver para sacos.....	30
Tabela 8 -	Fragmento da planilha de cálculo de dieta.....	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	PANORAMA DA CAPRINOCULTURA NO NORDESTE E CARIRI PARAIBANO.....	14
3.2	SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS NO SEMIÁRIDO.....	14
3.3	PASTO NATIVO DO SEMIÁRIDO NORDESTINO.....	15
3.4	PROTEÍNA BRUTA.....	16
3.5	DIGESTIBILIDADE.....	17
3.6	EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS EM PROTEÍNA E DIGESTIBILIDADE.....	18
3.7	ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS).....	19
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	20
4.2	COLETA DAS AMOSTRAS.....	20
4.3	TRATAMENTO DAS AMOSTRAS.....	23
4.4	LEITURA DAS AMOSTRAS EM MICRONIR.....	24
4.5	FORMULAÇÃO DA RECOMENDAÇÃO NUTRICIONAL.....	26
4.6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A pecuária de pequenos ruminantes é uma atividade de extrema relevância quando se trata das zonas áridas e semiáridas do planeta, seja no âmbito sociocultural, ou no econômico. Essa atividade representa para o semiárido brasileiro, uma das mais importantes atividades do agronegócio, e tem se constituído em um dos principais fatores para segurança alimentar e geração de emprego das famílias rurais (LIMA, 2009).

A criação de caprinos faz parte das atividades do ser humano desde os primórdios e foi importante para auxiliar no surgimento de assentamentos fixos, fornecendo assim carne, leite e pele. Atualmente a criação de caprinos continua visando a extração desses insumos (SAMPAIO *et al.*, 2009).

No Brasil a caprinocultura se torna cada vez mais uma atividade de grande importância econômica. No Nordeste brasileiro essa produção é uma atividade marcante, abrigando cerca de 11,49 milhões de cabeças, o que corresponde a 95% do rebanho nacional que é estimada em 12,1 milhões de animais (IBGE, 2020).

Nessa região, um dos principais desafios enfrentado por produtores é a nutrição adequada do rebanho, devido principalmente à variação da qualidade da forragem ao longo do ano, evidentemente nos teores proteicos e, energéticos. Agregando assim, a dificuldade de estimar o consumo. Essa flutuação na qualidade nutricional se dá principalmente as condições ambientais, pois nessa região o desenvolvimento do pasto nativo está atrelado a variabilidade espacial e temporal das chuvas (ANDRADE *et al.*, 2020).

A estimativa da qualidade das plantas forrageiras é necessária para entender a qualidade da dieta e assim montar estratégias de suplementação que são adequadas. Existem dificuldades para se realizar essa estimativa nutricional da dieta que o animal está ingerindo, devido a variabilidade de espécies de plantas nativas com potencial forrageiro e a seletividade do animal. Sendo assim, a maioria das metodologias são laboratoriais, necessitando, portanto, o desenvolvimento de técnicas mais rápidas e eficazes para o monitoramento da qualidade da dieta desses animais a pasto (EMBRAPA, 2015).

O AssessoNutri é um serviço de assessoria nutricional remoto oferecido pela Embrapa – Caprinos e Ovinos, em parceria com a UFCG-CDSA, que oferece orientação nutricional a custo mínimo para pequenos ruminantes. Por meio da

tecnologia NIRS (espectroscopia no infravermelho próximo), que permite a identificação das deficiências dos animais em pastagens, orientando o uso correto da suplementação alimentar (EMBRAPA, 2020).

A tecnologia NIRS, tem sido utilizada como método de análise dessas estimativas nutricionais, e tem se destacado por ser um método preciso, possibilitando a obtenção de resultados com agilidade, sendo utilizado para avaliar a qualidade da dieta, tais como os parâmetros de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO) dos animais em pastejo a partir das análises fecais (COUGHENOUR e MAKKAR, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se determinar dietas customizadas para pequenos ruminantes no cariri paraibano utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar por meio de espectroscopia de infravermelho próximo os níveis de proteína bruta e digestibilidade da matéria orgânica fecal de pequenos ruminantes;

Formular dietas customizadas para os pequenos ruminantes de cada propriedade estudada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PANORAMA DA CAPRINOCULTURA NO NORDESTE E CARIRI PARAIBANO

O Brasil possui atualmente um rebanho de 12,1 milhões de caprinos, distribuídos nas diferentes regiões do país, sendo a região do Nordeste a que possui o maior rebanho nacional com aproximadamente 11,49 milhões de animais, equivalente a 95 % do rebanho nacional, o que corresponde a um crescimento de 4,3% em relação a 2019 (IBGE, 2020).

Entre os dez Estados maiores produtores de caprinos no Brasil, oito estão localizados na região Nordeste. Apesar das taxas de crescimento que foram negativas em 15 estados da federação, quando se considera a variação anual dos rebanhos caprinos entre 2019 e 2020, as taxas crescimento do rebanho caprino em nível nacional mantiveram-se positivas, impulsionadas pela região Nordeste (EMBRAPA, 2021).

O Nordeste brasileiro, por apresentar um clima semiárido, e ter a Caatinga como Bioma predominante, com sua flora composta por árvores e arbustos rústicos, e boa adaptação no que diz respeito às condições climáticas da região, torna-se propício ao desenvolvimento da caprinocultura, fator esse que traz benefícios à população local, visando os produtos como carne e leite que são explorados (CORREIA *et al.*, 2011).

O rebanho Paraibano é o quinto maior do Brasil com 546.036 cabeças, e o primeiro em produção leiteira com cerca de 5.627.000 litros/ano o que corresponde a 22% da produção nacional, sendo o município de Monteiro o maior produtor com aproximadamente 684 mil litros/ano e detentor do maior rebanho, seguido por Sumé com 491 mil litros/ano (IBGE, 2017).

3.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS NO SEMIÁRIDO

O Semiárido brasileiro possui extensão territorial de 1,03 milhões de km² com uma população estimada de 27.830.765 habitantes, e abrange uma parte do norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, os sertões da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí e mais 45 municípios do sudeste do Maranhão (BRASIL, 2017).

O tipo climático é Bsh, segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se por temperaturas elevadas, baixa umidade do ar, alta insolação e elevadas taxas de evaporação, mas especialmente pela escassez e irregularidade acentuada na distribuição de chuvas, tanto no tempo quanto no espaço, com a predominância de longos períodos de estiagem possuindo estação chuvosa curta e mais concentrada nos meses de verão com precipitação que situa-se entre 250 e 600 mm/ano, podendo atingir até 800 mm/ano (FERREIRA *et al.*, 2009).

O Cariri Paraibano é uma região localizada no estado da Paraíba e seu clima varia de semiárido e sub-áridos secos tropicais, seu tempo de chuva geralmente ocorre durante três a quatro meses no ano com médias pluviométricas anuais de 250 a 900 mm, distribuídas em tempo e espaço irregulares, e temperaturas média anual pode ser considerada elevada - ficando entre 25°C e 27°C, com insolação média em torno de 2800 horas/ano (NASCIMENTO; ALVES, 2008).

A caprinocultura é uma atividade pecuária de extrema importância para as regiões áridas e semiáridas do planeta, em resposta à capacidade destes animais se adaptarem a estas condições edafoclimáticas pelo qual predomina essas regiões. Levando em consideração que grande parte dos sistemas de produção de ruminantes é feita a pasto, a grande variação nos aspectos quantitativos e qualitativos do pasto, em consequência das diversidades climáticas, solos e disponibilidade de água podem influenciar a produção do (DEMINICS *et al.*, 2009).

No Nordeste brasileiro, a principal, fonte de alimento para os ruminantes em sua maioria é a vegetação nativa do Bioma Caatinga, que é composta por uma imensa diversidade de espécies com potencial forrageiro e ainda há poucas informações e grande variação na composição química e produção de forragem, durante o ano, devido à influência da sazonalidade e irregularidade das chuvas. O que acaba dificultando o real conhecimento da nutrição dos rebanhos. (SOUZA *et al.*, 2013).

3.3 PASTO NATIVO DO SEMIÁRIDO NORDESTINO

A Caatinga se destaca como sendo um bioma exclusivamente brasileiro, encontrando-se totalmente inserido no semiárido, com exceção da região leste de Minas Gerais (SANTOS *et al.*, 2010). O bioma Caatinga ocupa uma área de aproximadamente 734.478 km² do Nordeste brasileiro, se caracteriza principalmente

pelas diversas adaptações às multiplicidades do meio em que está inserido, possui um patrimônio biológico bastante diversificado, com ocorrência de diversas espécies nativas. (LOPES *et al.*, 2021).

A vegetação da Caatinga é constituída um ecossistema com grande diversidade de espécies e elevada incidência de espécies nativas. De acordo com um levantamento florístico de todo o território brasileiro, o Bioma apresentou um total de 4.322 espécies de plantas com sementes, sendo 744 endêmicas deste bioma, o que corresponde a 17,2% do total de táxons registrados (FORZZA *et al.*, 2012).

As árvores geralmente são baixas e de médio porte, os arbustos amplamente ramificados, frequentemente armados com espinhos ou acúleos, com folhas pequenas, com estrato herbáceo formado por plantas anuais sendo a maioria terófitos, bromélias terrestres e cactos rasteiros (FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

O bioma Caatinga é considerado um ecossistema frágil devido aos escassos recursos hídricos e às pressões antrópicas, principalmente a exploração intensiva da região pela agricultura e pecuária (LOPES, 2021). De acordo com (SILVA *et al.*, 2017) na estação das águas, a camada herbácea ressurgue na Caatinga, apresentando uma variedade de plantas nativas e exóticas naturalizadas. Dentre os quais, podem apresentar características forrageiras, podendo ser exploradas pelos animais através do pastejo direto. Entretanto, na estação seca, as folhas das espécies lenhosas passam a compor a maior parte da dieta dos animais, no decorrer do ano, no qual as forrageiras sob pastejo sofrem grande influência de variáveis climáticas, o que causa oscilações na quantidade de massa produzida, afetando diretamente na qualidade da forragem disponível ao animal.

3.4 PROTEÍNA BRUTA

Entende-se por proteína bruta, a proteína que contem nitrogênio proteico e o nitrogênio não proteico. Para a determinação da proteína bruta, multiplica-se o nitrogênio total encontrado por um fator que converte o nitrogênio em proteína. Esse fator é específico para cada tipo de proteína e depende da porcentagem de nitrogênio na composição da proteína (CINTRA, 2018).

As proteínas são substâncias compostas por uma sequência de aminoácidos unidos por ligações covalentes, cuja extensão pode ultrapassar milhares de aminoácidos em conformações bastante complexas, pelo qual exerce um papel

fundamental no organismo animal, participa na formação e manutenção de tecidos, contração, transporte de nutrientes e hormônios e enzimas síntese (MEDEIROS & MARINO, 2015).

A deficiência prolongada deste nutriente pode causar redução de volume no sangue, fígado e músculos podendo prejudicar a imunidade animal e a eficiência do uso de alimentos, devido a alterações nas funções do rúmen. o seu excesso pode causar perda energética e econômica. O conteúdo de energia é considerado crítico ao ajustar dietas para ruminantes, especialmente os ricos em fibras, isso significa que a disponibilidade de energia é regulada por um fornecimento de proteína na dieta. Atrasos por deficiência energética diminui o crescimento animal, fertilidade, ganho de peso, produção de leite e outros parâmetros produtivos (SILVA *et al.*, 2010).

Em condições onde os animais são criados sob pastagem, o teor proteico da pastagem verde é geralmente suficiente para atender ao requisito de proteína de ovelhas. No entanto, ainda é necessário um sistema para definir requisitos proteicos, para identificar e quantificar a necessidade de suplementar com proteína, especialmente para animais de alta produção ou para animais em que estão sob forragem de menor qualidade (DOVE, 2010).

3.5 DIGESTIBILIDADE

A eficiência dos sistemas de produção animal depende diretamente do consumo de alimentos e de seu aproveitamento por parte do animal, dessa forma, ter o conhecimento da composição química dos alimentos e sua digestibilidade é fundamental para a formulação de dietas balanceadas que irão proporcionar maiores ganhos produtivos (CAMPOS *et al.*, 2010).

O valor nutricional de um alimento é dado em função de sua composição química, de sua digestibilidade e da natureza dos produtos da digestão desse alimento. Com base nisso, a digestibilidade de MO é uma das características mais importantes utilizadas para avaliar a qualidade nutricional na alimentação (FANCHONE *et al.*, 2009). Visto que, a estimativa da digestibilidade é reconhecida como um parâmetro do valor nutricional do alimento, sendo definida como a fração do alimento ingerido que pode ser absorvida no trato digestivo e não recuperada na excreção fecal. (GOULARTE *et al.*, 2011).

A estimativa da digestibilidade é um dos parâmetros importantes a ser avaliado na estimativa do valor nutricional dos alimentos (FERREIRA *et al.*, 2009).

Um dos primeiros sistemas para avaliação de alimentos foi desenvolvido por Henneberg, em 1894, na Estação Experimental de Weende, na Alemanha (Salman *et al.*, 2010), usado na determinação das diferentes concentrações de umidade, compostos nitrogenados, cinzas, extratos solúveis em éter e porções fibrosas insolúveis em ácido e álcali (CHURCH, 2006).

Com base nas problemáticas de estimar o valor nutricional dos alimentos, estudos recentes indicam que a tecnologia de reflectância no infravermelha próxima, espectroscopia (NIRS) pode ser considerado um método valioso, pratico, que de forma simples consegue estimar a variedade de componentes químicos dos alimentos (BERCHIELLI *et al.*, 2005).

3.6 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS EM PROTEÍNA E DIGESTIBILIDADE

A maximização da produtividade animal é alcançada considerando-se alguns fatores tais como: genéticos, sanitários e nutricionais. No qual, o manejo nutricional é um dos principais fatores que afetam a produção de ruminantes, pois a alimentação determina a maior parcela dos custos da atividade. (MORAES *et al.*, 2010).

No entanto, a adequação de dietas para os animais requer o conhecimento das suas exigências nutricionais e do valor nutritivo dos alimentos, que, por meio de métodos específicos, são combinados em proporções adequadas, de modo a conciliar o atendimento das exigências nutricionais dos animais. Além disso, estão aliados à redução de transtornos digestivos e à redução de custos e perdas de nutrientes (CABRAL *et al.*, 2008).

Nas exigências de proteína pelo animal, considera-se a manutenção do funcionamento do ambiente ruminal, de forma que supra as quantidades mínimas necessárias para manter o processo fermentativo dos microrganismos ruminais e, conseqüentemente, o processo de degradação ruminal do alimento ingerido (ALBERTINI *et al.*, 2015).

3.7 ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS)

A busca pelo conhecimento do conteúdo nutricional de cada alimento, relacionado ao seu aproveitamento digestivo e metabólico, tem crescido cada vez mais levando a necessidade de buscas por técnicas eficazes, rápidas e de baixo impacto ambiental (ALMEIDA *et al.*, 2018).

O NIRS vem sendo utilizado em diversas áreas: agrícola e pecuária apresentando bons resultados de precisão, tanto em informações quantitativas quanto qualitativas. A associação da espectroscopia NIR com a quimiometria, a qual utiliza métodos matemáticos e estatísticos correlaciona à informação eletromagnética (espectro) com a informação da composição química e física (método de referência) da amostra (López *et al.*, 2013), sendo possível a determinação dos parâmetros relacionados com grupos orgânicos.

É uma técnica rápida e possui vantagens em relação as demais no mercado pois não costumam exigir mão-de-obra intensiva no processamento de amostras, no qual permite amostragem em larga escala, facilitando assim a tomada de decisão oportuna sobre o uso estratégico da nutrição, suplementos ou ajustes na formulação de ração, e permite a determinação de múltiplos de valores de proteína bruta (PB) e matéria orgânica digestível (DOM) (Stuth *et al.*, 2003).

A tecnologia NIRS possibilita análises de alimentos com precisão a baixo custo, sendo que, para que a técnica possa ser empregada para cada propriedade de interesse, é preciso construir um bom modelo multivariado de calibração, que utiliza procedimentos matemáticos e quimiométricos apropriados, associados à química clássica para a obtenção de resultados precisos por meio de amostras padrão que posteriormente serão utilizadas na captura dos espectros (PASQUINI, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no LabNir – Laboratório de Espectroscopia de Infravermelho Próximo (Fotografia 1), sediado na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA, na cidade de Sumé-PB, que fica a uma altitude de 532 metros ao nível do mar, possui um clima BSh (clima Semiárido quente), e tem a Caatinga como bioma característico, está entre as coordenadas geográficas 07°40'18" de Latitude Sul e 36°52'48" Longitude Oeste, e ocorreu no período do dia 03 de março de 2022 a 13 de setembro de 2022.

Fotografia 1 – LabNir, UFCG/ CDSA



Fonte: Dados da Pesquisa.

4.2 COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras fecais foram coletadas de animais de sete propriedades distintas, juntamente com a equipe da Embrapa – Caprinos e Ovinos, constituída por 5

membros. Essas propriedades são pertencentes ao Cariri Paraibano, localizadas no Sítio Riacho da Roça e Sítio Abertas, ambas pertencentes ao município de Sumé – PB, Sítio Tanques II do município de Zabelê – PB, Sítio Pitombeira e Sítio Boa Vista das Pedras, ambas pertencentes ao município de Ouro Velho – PB, Sítio Acácio de São José dos Cordeiros - PB, e Sítio Barreiros de Livramento – PB. As coletas foram realizadas no período de 03 de março de 2022 a 13 de setembro de 2022, divididas em três coletas: a primeira no mês de março, a segunda no mês de junho e a terceira no mês de setembro, totalizando um número de 87 amostras fecais (Tabela 01). Em cada propriedade foram coletadas amostras de 10% do rebanho.

Tabela 1 - Especificação das propriedades e número de amostras por coleta.

PROPRIEDADE	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	COLETA		
			MARÇO	JUNHO	SETEMBRO
Propriedade 1	Sítio Riacho da Roça, Sumé - PB	7°36'59.6" S 36°58'10.5" W	5 amostras	5 amostras	5 amostras
Propriedade 2	Sítio Abertas, Sumé - PB	7°38'59.2" S 36°58'05.5" W	5 amostras	5 amostras	5 amostras
Propriedade 3	Sítio Tanques, Zabelê - PB	8°02'33.3" S 37°08'05.1" W	12 amostras	0 amostras	10 amostras
Propriedade 4	Sítio Pitombeira, Ouro Velho - PB	7°37'06.2" S 37°10'33.5" W	7 amostras	0 amostras	0 amostras
Propriedade 5	Sítio Boa Vista das Pedras, Ouro Velho - PB	7°41'11.6" S 37°09'20.2" W	5 amostras	0 amostras	0 amostras
Propriedade 6	Sítio Acácio, São José dos Cordeiros - PB	7°22'06.9" S 36°48'35.0" S	13 amostras	0 amostras	0 amostras
Propriedade 7	Sítio Barreiros, Livramento - PB	7°20'11.7" S 37°01'52.8" W	10 amostras	0 amostras	0 Amostras
					Total: 87 amostras

Fonte: Dados da pesquisa.

4.3 TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

Após a coleta, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos do tipo transparente, devidamente identificados até a chegada no Laboratório de Espectroscopia no Infravermelho Próximo. - LabNir. Ao chegar no laboratório as amostras foram encaminhadas à estufa a 65°C, em formas de alumínio (Fotografia 2).

Fotografia 2 - Forma e estufa utilizada para colocar amostras em estufas



Fonte: Dados da Pesquisa.

Ao passar 24h na estufa, as amostras foram moídas a 1mm em moinho tipo Willey (Fotografia 3), e colocadas em envelopes de papel. Os envelopes com as amostras já moídas e identificadas, voltaram para a estufa por um período de 3 horas para retirada total da umidade. Em seguida, os envelopes com as amostras moídas foram colocados em dessecador, por um período de 30 minutos para estabilização da temperatura. Logo depois as amostras seguiram para leitura em equipamento MicroNir.

Fotografia 3 - c.

Fonte: Dados da Pesquisa.

4.4 LEITURA DAS AMOSTRAS EM MICRONIR

Após retiradas das amostras do dessecador, as mesmas foram colocadas em “vial” para análise, esses devidamente identificados. A partir disso os “vials” foram preenchidos com até 90% da capacidade, isso porque a parte não preenchida fica para manuseio e identificação do mesmo. Foram feitas três leituras por amostra, para se obter uma média de leitura eficaz. Para isso os “vials” foram girados a 120° entre essas três leituras, evitando dessa forma que a leitura seja efetuada de um ponto já lido (Fotografia 4).

Fotografia 4 – Amostra em “vial” já inserido no MicroNir para análise.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Já no programa do MicroNir, no ícone “tipos de amostras”, foi selecionado a curva de calibração para os parâmetros de proteína e digestibilidade. Logo após a amostra foi identificada no programa e a amostra foi analisada (Fotografia 5).

Fotografia 5 - Curva gerada pelo MicroNir com dados de proteína e digestibilidade.



Fonte: Dados da Pesquisa.

4.5 FORMULAÇÃO DA RECOMENDAÇÃO NUTRICIONAL

Com os resultados predicados pelo NIRS, os dados de PB e DIVMOS foram passados para o programa Microsoft Excel, e posteriormente foram geradas as formulações de dieta.

Passo a passo no programa Microsoft Excel:

- Alimentar tabela com preço de alimentos utilizados para dieta de pequenos ruminantes (Tabela 2).
- Inserir tabela com dados da DIVMOS para gerar automaticamente a EM (Energia Metabolizada) (Tabela 4).
- Copiar exigências nutricionais pré-estabelecidas, de acordo com a categoria demandada (Tabela 5).
- Na planilha de formulação foram adicionados o valor da PB gerado pelo NIRS, e a Energia Metabolizada (Figura 1).
- No Excel foi utilizada a ferramenta “Solver” para calcular qual alimento deve-se levar em consideração para suprir as exigências nutricionais, com o menor custo (Tabela 6).
- Após o “Solver” dar uma resposta, foi gerado automaticamente uma proposta com proporção de dieta por kg com o menor custo, e que atenda as exigências nutricionais (Tabela 7).
- Posteriormente essa proposta foi convertida para sacos, onde a tabela alimentada gera uma proporção dos alimentos que a dieta irá conter (Figura 2). - Depois de estabelecida a proporção da dieta, os boletins nutricionais foram gerados e customizados a partir da exigência o rebanho de cada produtor (Gráfico 1). Já na customização a mistura da dieta foi considerada para sacos, meio sacos, e baldes, que são as medidas de pesagem que os produtores geralmente utilizam.

Depois de customizados de acordo com as exigências nutricionais de cada animal, por categoria, os boletins foram convertidos em PDF e Vídeo como alternativa de devolutiva para os produtores de maneira rápida e dinâmica.

Tabela 2 – Lista com alimentos fornecidos e preço por Kg.

Carbonato de cálcio					
Casca de Soja (Glycine max)					
Cloreto de amônio					
Farelo de algodão (Gossypium spp.)					
Farelo de soja (Glycine max)	0,25	2,40	3,5	190,00	50,00
Farelo de trigo (Triticum spp.)	0,40	21,80	1,83	56,00	30,00
Fosfato bicálcico					
Gliricidia (Gliricidia sepium), feno					
Jurema preta (Mimosa tenuiflora), feno					
Leucena (L. leucocephala), feno					
Mamona (Ricinus communis), torta destoxificada					
Mandioca (Manihot esculenta), raspa desidratada					
Mandioca (Manihot esculenta), maniva					
Melaço de cana (S. officinarum)					
Milho (Zea mays), grão	0,12	74,80	1,76	130,00	60,00
Milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS)	0,12	58,50			
Óleo de soja					
Ovinofós			4,62		
Palha de Soja (Glycine max)					
Palha de trigo (Triticum spp.)					
Palma forrageira (Opuntia ficus) fresca	0,20	10,36	0,1	2,7864	PDR = 60% da I
Polpa cítrica					
Resíduo de cervejaria, seco	0,15	11,39	2,00	50,00	25
Resíduo de cervejaria, úmido					
Resíduo de mandioca (M. utilissima)					
Sabiá (Mimosa caesalpiniaefolia), feno					
Sal comum					

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 3 - Cálculo de DMO e EM

DIVMO (%)	72,30
DIVMO (g/Kg)	723,00
EM (MJ/KgMS)	11,35
EM (Mcal/Kg)	2,71

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 4 - Exigências nutricionais por categoria.

		Kg ou g/d	ou Mcal/Kg			Kg ou g/d	ou Mcal/Kg			Kg ou g/d	ou Mcal/Kg
Reprodutor manutenção	PV, Kg	65,00		Final gestação	PV, Kg	45,00		Cabrito crescimento	PV, Kg	25,00	
	CMS	1530,00	2,35		CMS	1040,00	2,31		CMS	910,00	3,64
	EM	2,86	1,87		EM	2,54	2,44		EM	1,65	1,81
	PB	94,94	6,21		PB	114,01	10,96		PB	78,16	8,59
	Ca	2,60	0,17		Ca	5,80	0,56		Ca	4,31	0,47
	P	2,30	0,15		P	3,20	0,31		P	2,16	0,24
Cabra 1 Litro	PV, Kg	45,00		Cabra 3 Litros	PV, Kg	45,00		Cabra 3 Litros Consumo restrito	PV, Kg	45,00	
	CMS	1600,00	3,56		CMS	2500,00	5,56		CMS	1950,00	4,33
	EM	4,18	2,62		EM	5,43	2,17		EM	5,43	2,78
	PB	153,29	9,58		PB	316,50	12,66		PB	316,50	16,23
	Ca	7,65	0,48		Ca	16,25	1,02		Ca	16,25	0,83
	P	3,83	0,24		P	8,13	0,51		P	8,13	0,42

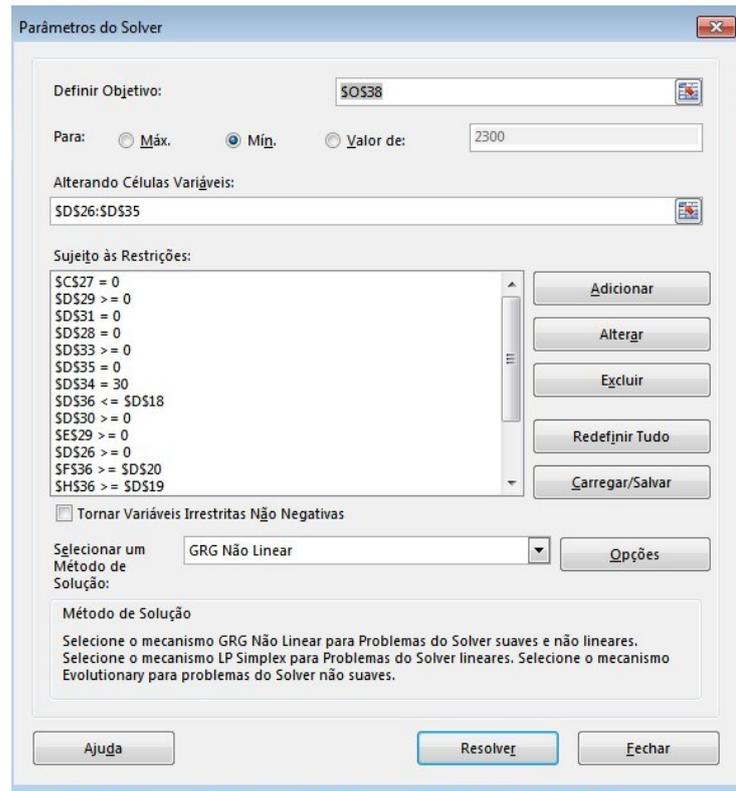
Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 5 - Dados de PB e EM.

FDN (%)	Lignina (% FDN)	PB (%)	Amido (% CNE)	EE (%)	Cinzas (% MS)	Ca (%)	P (%)	Sódio (% MS)	EM (Mcal/kg)	PDR (%MS)	AMIDO (Kd/h)
63,00		14,32				1,82	0,10		2,71	8,59	30,00%
30,72	14,78	4,32	0,00	0,79	11,80	2,50	0,24	0,08	2,32	2,79	20,00%
75,80	7,50	7,20	5,00	1,20	8,20	0,40	0,20	0,00	1,94	0,00	0,00%
43,24	3,80	17,13	100,00	2,51	5,60	0,17	0,99	0,11	2,69	12,08	40,00%
14,10	19,00	46,00	90,00	5,50	6,20	0,38	0,71	0,00	3,07	31,60	25,00%
50,77	20,31	29,81	10,00	8,48	4,69	0,28	0,51	0,00	2,46	24,10	35,00%
62,92	9,32	24,90	100,00	7,87	3,83	0,32	0,55	0,00	2,63	78,03	15,00%
13,40	2,80	9,50	90,00	4,40	1,50	0,05	0,32	0,00	3,30	3,60	12,00%
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	12,00	8,70	14,70	0,00	0,00	0,00%
32,00	13,44	10,80	0,00	2,40	4,10	0,00	0,00	0,00	2,69	0,00	0,00%
Kg ou g/d	% ou Mcal/Kg										
45,00											
2300,00	5,11										
4,32	1,88			kp forragem (%/h)	5%						
159,78	6,95			kp concentrado (%/h)	7%						
9,50	0,41			kp líquido (%/h)	13%						
5,90	0,26										

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 1 - Solver, ferramenta do Microsoft Excel



Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 6 - Sugestão de dieta proposta pelo Solver.

		fornecimento balde de 12 kg
SOMA CONCENTRADO mn	535,23	22,42
	Em % MN	Em %MS
VOLUMOSO	87,21	79,37
CONCENTRADO	12,79	20,63
COMPOSIÇÃO DO CONCENTRADO (para 100 kg)	KG	custo
Farelo de trigo (<i>Triticum spp.</i>)	1,33	2,43
Farelo de soja (<i>Glycine max</i>)	0,00	-
Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i>), torta	0,00	-
Resíduo de cervejaria, seco	0,00	-
Milho (<i>Zea mays</i>), grão	93,07	163,80
Ovinofós	5,61	25,90
		-
TOTAL (R\$/Kg)	100,00	R\$ 1,92
	% PB CONCENTRADO	7,98
	custo por dia	R\$ 1,03

Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 7 - Conversão da proposta do Solver para sacos.

	peso do saco	Proporção mistura	kg na mistura
Milho	60,00	93,1%	56
Farelo de soja	50,00	0,0%	0
Farelo de trigo	30	1,33%	0
sal mineral	25,00	5,61%	1
alimento		0%	0
alimento		0%	0
soma		1	57,64

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 2 - Exemplo de boletim customizado para categoria "cabra em lactação" de uma propriedade.



Serviço de Assessoria Nutricional
Remota para Pequenos Ruminantes

Boletim de Orientação Nutricional
Caprinos leiteiros

Microrregião: Cariris Paraisbanos Boletim n. 04 Junho, 2022

Animais	Mistura da ração						Quantidade de ração
	Milho	Farelo de soja	Farelo de trigo	Cevada seca	Ureia pecuária	Sal mineral	
 Cabra solteira recuperação							
 Cabras em lactação	60 1 sacco (60 Kg)		30 30 2 sacos (60kg)			12,5 meio sacco (12,5 Kg)	 1 balde para 32 cabras
 Crescimento e engorda							
 Reprodutor							

<ul style="list-style-type: none">  50 kg - sacos de farelo de soja  60 kg - sacos de milho  30 kg - sacos de farelo de trigo  25 kg sacco de sal mineral  12 kg - balde de construção  250 g - pote de margarina 	<p>Este Boletim fornece recomendações com base em colétes de <i>Nesqueleto</i> em bebês caprinos, do Cariri Paraisbanos e com base em Unidades de referência considere a suplementação com volumoso e base de palma e capins/legum; além do consumo de vagens de algaroba no pasto</p> <p>O AssessoNutri é operado com parceria dos Programas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>AgroNordeste</i>, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com financiamento do Ministério, do Projeto Dom Hélder Câmara e do Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (Fida) e atuação da Embrapa; - <i>InovaSocial</i> (Programa de Apoio à Inovação Social e ao Desenvolvimento Territorial Sustentável), com financiamento do BNDIS e atuação Embrapa; - <i>Rota do Nordeste</i>- Apoio de Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Técnico responsável: Equipe AssessoNutri
Contato: cnpc.assessonutri@embrapa.br

Apoio:



Financiamento:



Fonte: Dados da Pesquisa.

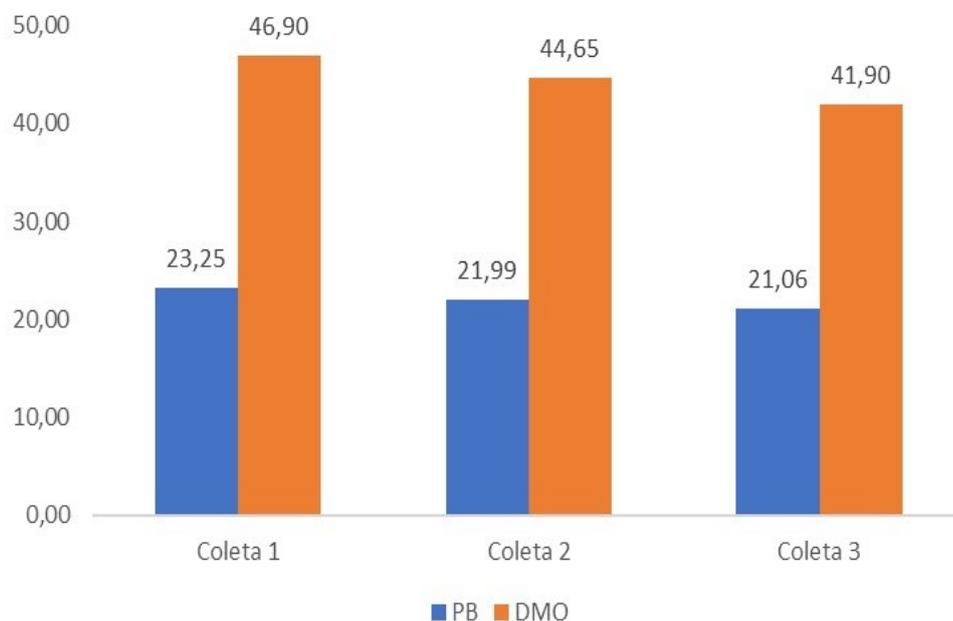
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados do NIRS, foi observada uma média geral de PB e DMO referente as 3 coletas realizadas nas 7 propriedades selecionadas. A média no índice PB nas dietas fornecidas para esses animais foi de 22,10% e de DMO foi de 44,58%.

Vários autores publicam quantidades de proteína, com base na matéria seca da ração. DA SILVA (2021), sugere que para cabras em lactação o ideal seria um concentrado com 14 a 16% de proteína bruta.

O valor de 22,10% pode ser justificado por ser uma média da PB de todas as propriedades, e dessa forma o valor varia conforme a categoria de cada animal.

Gráfico 1 - Representação com média da PB e DMO por coleta no Cariri paraibano.

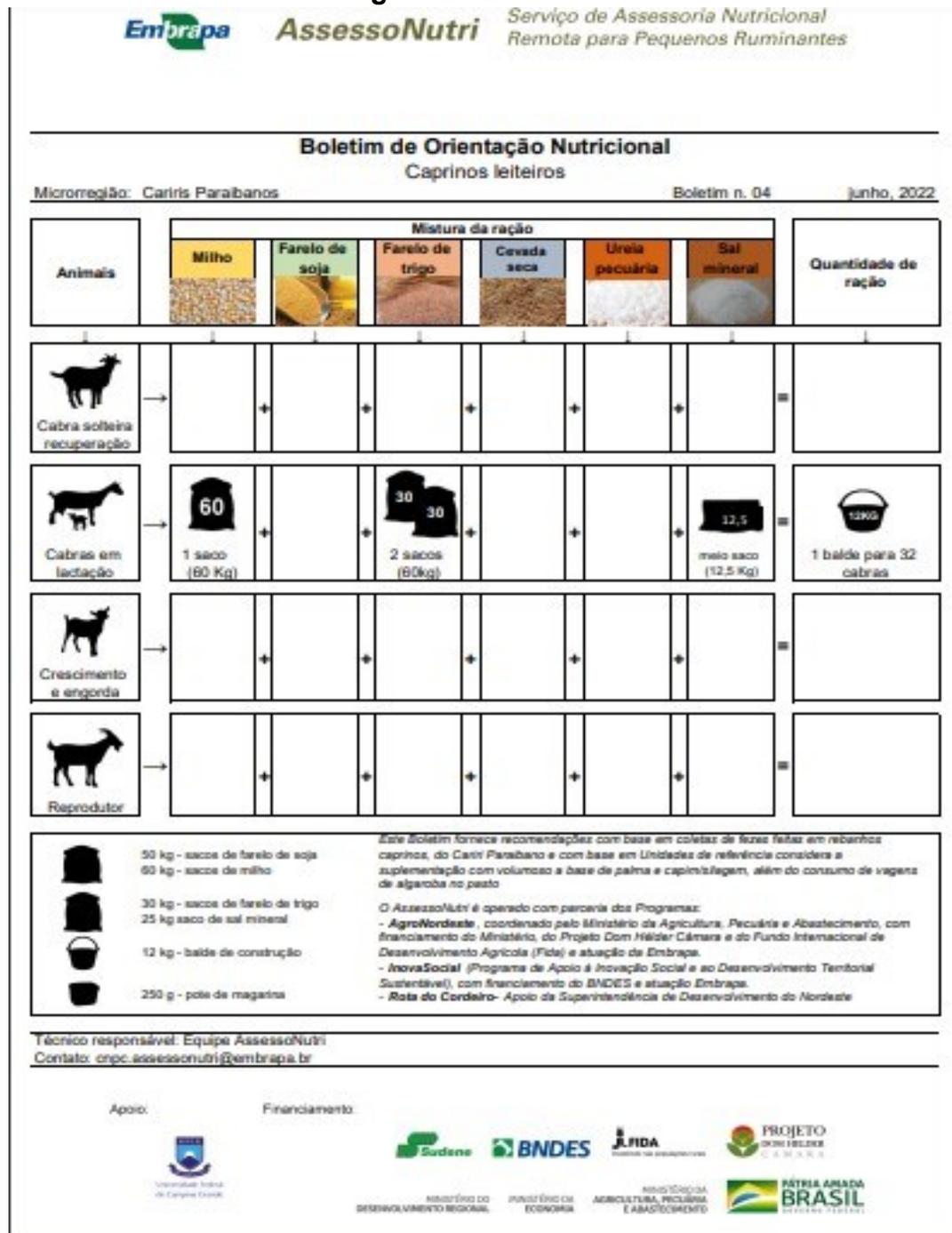


Fonte: Dados da Pesquisa

Observa-se também que na coleta 1 referente ao mês de março, houve os maiores percentuais de PB E DMO, e na coleta 3 referente ao mês de setembro houve os menores percentuais, podendo ser justificado pela variação de chuvas ao decorrer do ano.

Dentre as variáveis climáticas, a temperatura e a pluviosidade são as que mais afetam o valor nutritivo das forrageiras, o que faz com que em altas temperaturas aumente os componentes da parede celular, tais como a lignina, enquanto reduz a

Figura 3 - Boletim nutricional



Fonte: Dados da Pesquisa.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento da proteína bruta e da digestibilidade dos alimentos se faz necessário para que as dietas sejam formuladas de acordo com os requerimentos nutricionais dos animais, e de acordo com a disponibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos utilizados, afim de suprir as necessidades nutricionais do animal, visando custo benefício para o produtor.

Diante dos resultados, pode-se concluir que o método de espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) apresentou elevada eficácia para estimar teores de DMO e PB.

REFERÊNCIAS

- Albertini, T. Z., de Medeiros, S. R., GOMES, R. D. C., & FELTRIN, G. Exigências nutricionais, ingestão e crescimento de bovinos de corte. **Embrapa Gado de Corte- Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2015.
- Almeida, M. T. C., Delphino, T. R., Paschoaloto, J. R., Carvalho, V. B., Perez, H. L., D'Aurea, E. M. O., ... & Ezequiel, J. M. B. **Predições da espectroscopia no infravermelho próximo podem determinar a digestibilidade e o consumo alimentar de cordeiros confinados**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 70, p. 597-605, 2018.
- ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, D.L.S.; MELO JUNIOR, J.L.A.; MAGALHÃES, A.L.R.; MELO, F.D.L.A.; MEDEIROS, A.N. Temporal rainfall variability as inductor of the phenology of Brazilian semiarid species. **Australian Journal of Crop Science**, v.14, p.299-307, 2020.
- ARAÚJO, G.G.L. **Alternativas Alimentares para Caprinos e Ovinos no Semiárido** In:PECNORDESTE-2003, 04, Fortaleza - CE, 2003. 18p.
- BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, T. T.; CARVALHO, E. N. V. M.; FEITOSA, J. V.; LOPES, A. D. **Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- BRASIL – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Delimitação do Semiárido**, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/ptbr/assuntos/projetos-e-iniciativas/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 21 de dez.2022.
- CABRAL, L. D. S., Neves, E. D. O., Zervoudakis, J. T., Abreu, J. D., Rodrigues, R. C., Souza, A. D., & OLIVEIRA, I. D. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.
- Campos, P.R.S.S.; Valadares Filho, S.C.; Detmann, E.; Cecon, P.R.; Leão, M.I.; Lucchi, B.B., De Souza, S.M.; Pereira, O.G. **Consumo, digestibilidade e estimativa do valor energético de alguns volumosos por meio da composição química**. Rev Ceres, 2010.
- CINTRA, Patricia. **Apostila de Bromatologia**. Dourados: Centro Universitário da Grande Dourados. 2018.
- Church, S.M. The history of food composition databases. Nutri Bull, 2006, 31:15-20.
- CORREA, B. R.; SIMÕES, S. V. D.; PEREIRA FILHO, J. M.; AZEVEDO, S. S.; MELO, D. B.; BATISTA, J. A.; MIRANDA NETO, E. G.; CORREA, F. R. **Sistemas produtivos de caprinocultura leiteira no semiárido paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção**. Pesq. Vet. Bras. 33(3):345-352, março 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/kJzLLTwc3Y87qJL6YxP9HTk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 de jan. de 2023.

COUGHENOUR, M. B.; MAKKAR, H. P. S. FAO: Conducting national feed assessments. **Animal Production and Health Manual**, n.15, 2012.

DA SILVA, E. I. C.; FONTAIN, E. C. da S. Energia e proteína na formulação de dietas para ruminantes. In: DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Curso de formulação e fabricação de dietas para ruminantes**. São Bento do Una: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2021

DEMINICIS, B. B.; ARAÚJO, S. A.; JARDIM, J.G. **Nutrição e alimentação de ovinos e caprinos: visão geral e análise econômica**. A lavoura, v.112, n.675, p.29-34, 2009.

DOVE, H. Balancing nutrient supply and nutrient requirements in grazing sheep. **Small Ruminant Research**, v. 92, n. 1-3, p. 36-40, 2010.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Composição botânica e qualidade do pasto selecionado por ovelhas em caatinga raleada e enriquecida**, 2015.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação Produção Animal**, 2020.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55950624/tecnologia-de-infravermelho-sera-usada-para-reduzir-custos-com-alimentacao-de-animais-no-semiarido>. Acesso em: 15 de dez.2022.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pesquisa pecuária Municipal 2020: rebanho de caprinos e ovinos**. Boletim n 16, 2021.

FANCHONE, Audrey; ARCHIMÈDE, Harry; BOVAL, Maryline. Comparison of fecal crude protein and fecal near-infrared reflectance spectroscopy to predict digestibility of fresh grass consumed by sheep. **Journal of animal science**, v. 87, n. 1, p. 236-243, 2009.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. D. Vegetação e Flora da Caatinga. *Ciência e cultura*, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000400014>.

FERREIRA, MA; SILVA, FM; BISPO, SV; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009.Supl. Especial.

Forzza, R. C., Baumgratz, J. F. A., Bicudo, C. E. M., Canhos, D. A., Carvalho Jr, A. A., Coelho, M. A. N., ... & Zappi, D. C. New Brazilian floristic list highlights conservation challenges. **BioScience**, v. 62, n. 1, p. 39-45, 2012.

Goularte, S. R., Ítavo, L. C. V., Ítavo, C. C. B. F., Dias, A. M., Morais, M. G., Santos, G. T., & Oliveira, L. C. S. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 414-422, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário. 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em 14 de janeiro de 2023.

Lima G.F.C. 2009. **Reservas estratégicas de forragem de boa qualidade para bovinos leiteiros**, p.11-35. In: Brito A.S., Nobre F.V. & Fonseca J.R.R. (Eds), Bovinocultura Leiteira: informações técnicas e de gestão. SEBRAE/RN, Natal. 320p.

LOPES, D. C., STEIDLE NETO, A. J., SILVA, T. G., SOUZA, L. S., ZOLNIER, S., & SOUZA, C. A. Simulating Rainfall Interception by Caatinga Vegetation Using the Gash Model Parametrized on Daily and Seasonal Bases. **Water**, v. 13, n. 18, p. 2494, 2021.

LÓPEZ, A. et al. A review of the application of Near-Infrared Spectroscopy for the analysis of potatoes. **Agricultural Food Chemistry**, v. 61, n. 23, p. 54135424, 2013. Medeiros, S. R., & MARINO, C. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. **Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2015.

Moraes, E. H. B. K. D., Paulino, M. F., Moraes, K. A. K. D., Valadares Filho, S. D. C., Figueiredo, D. M. D., & Couto, V. R. M. **Exigências de proteína de bovinos anelados em pastejo**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 3, p. 601-607, 2010.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, G. G. **Potencial de produção de capim Buffel na época seca no semiárido pernambucano**. Revista Caatinga, 2007. v.20, p. 22-29.

NASCIMENTO; S. S. do; ALVES, J. J. A. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. **Revista Geográfica Americana**. v. 2, n. 3., 2008. Disponível em <https://revista.ufrn.br/rga/issue/download/177/4#page=2><https://revista.ufrn.br/rga/issue/download/177/4#page=288>. Acesso em: 15 de dez de 2022.

PASQUINI C. "Near Infrared Spectroscopy: Fundamentals, Practical Aspects and Analytical Applications", Journal of Brazilian Chemical Society, Vol 14, No. 2, 198 – 219, 2003.

Salman, A. K.;Ferreira, A. C. D.; Soares, J. P.G.; Souza, J. P. De. Metodologia para avaliação de alimentos para ruminante doméstico. Embrapa Rondônia Documentos 136. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010.

SAMPAIO, B & SAMPAIO, Y & LIMA, R. et al. **Perspectivas para a caprinocultura no Brasil: O caso de Pernambuco**. 2009.

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. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.

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. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 37, p. 18761883, 2008

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. 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, 2017.

SILVA, A. M. D. A., COSTA, R. G. D., PEREIRA FILHO, J. M., BAKKE, I. A., LÔBO, K. M. D. S., LIRA FILHO, G. E., & NÓBREGA, G. H. D. Nutritional value of silk flower hay for lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2739-2743, 2010.

SOUZA, C.; BARRETO, HF; GURGEL, V.; COSTA, **valor e dieta da vegetação semiárida de caatinga no Norte Riograndense do Brasil**. MOREIRA, Holos, v.3, p.196-204, 2013.

STUTH, J., JAMA, A., & TOLLESON, D. Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. **Field Crops Research**, v. 84, n. 1-2, p. 45-56, 2003.