



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

**MONITORAMENTO DE ATRIBUTOS NUTRICIONAIS EM CAPRINOS SOB
PASTEJO NA CAATINGA PARAIBANA, EMPREGANDO A TECNOLOGIA
NIRS**

JACIANELLY KARLA DA SILVA
Zootecnista

AREIA - PB
FEVEREIRO - 2016

JACIANELLY KARLA DA SILVA

**MONITORAMENTO DE ATRIBUTOS NUTRICIONAIS EM
CAPRINOS SOB PASTEJO NA CAATINGA PARAIBANA,
EMPREGANDO A TECNOLOGIA NIRS**

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

Área de concentração: Nutrição de Ruminantes

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros – Orientador Principal

Dr. Marco Aurélio Delmondes Bomfim

Prof. Dra. Ângela Maria Vieira Batista

AREIA - PB

FEVEREIRO DE 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia – PB.

S586m Silva, Jacianelly Karla da.

Monitoramento de atributos nutricionais em caprinos sob pastejo na caatinga paraibana, empregando a tecnologia NIRS / Jacianelly Karla da Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
xx, 154 f. : il.

Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Ariosvaldo Nunes de Medeiros.

1. Caprinos – Pastejo na caatinga 2. Dieta de ruminantes – Técnica do NIR 3. Tecnologia NIRS – Qualidade da dieta I. Medeiros, Ariosvaldo Nunes de (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 636.39(043.2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC - UFRPE

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “Monitoramento de atributos nutricionais em caprinos sob pastejo na Caatinga paraibana, empregando a tecnologia NIRS”

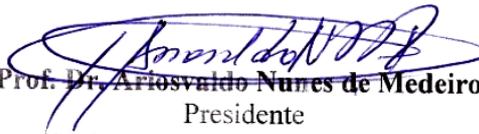
AUTORA: Jacianelly Karla da Silva

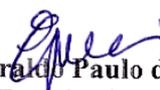
ORIENTADOR: Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros

JULGAMENTO

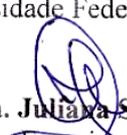
CONCEITO: APROVADA

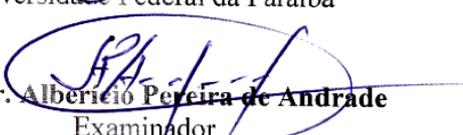
EXAMINADORES:


Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Everaldo Paulo de Medeiros
Examinador
EMBRAPA


Profa. Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba


Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Arcia, 29 de fevereiro de 2016

BIOGRAFIA DO AUTOR

JACIANELLY KARLA DA SILVA - nascida em 06 de Outubro de 1986, na cidade de Princesa Isabel - PB e residente no município Deodópolis - MS, onde estudou na Escola Estadual Scila Médici do primário ao primeiro ano do ensino médio, sendo o segundo ano do ensino médio cursado na Escola Estadual Francisco José Tomé - PE, e o terceiro ano do ensino médio cursado na Escola Estadual Lyceu Paraibano - PB, tendo concluído em 2004. Em 2005, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba. Foi bolsista de iniciação científica (CNPq) sob orientação do Professor Ariosvaldo Nunes de Medeiros, e Monitora da disciplina de Elementos dos Solos. Concluiu o curso Zootecnia em 2010 com a monografia intitulada “Identificação e avaliação da composição química dos alimentos utilizados na caprinocultura leiteira do cariri paraibano”. Em 2010, ingressou no curso de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba (nível mestrado). Concluiu em 2012, com a dissertação intitulada “Capim-elefante ensilado com farelo de trigo na dieta de cabras leiteiras”. Em 2012, ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, subprograma da Universidade Federal da Paraíba em Areia-PB, submetendo-se a defesa pública da tese em fevereiro de 2016. Desde a graduação até o doutorado, todas as pesquisas foram desenvolvidas sob a orientação do professor doutor Ariosvaldo Nunes de Medeiros.

“Um ladrão rouba um tesouro, mas não furta a inteligência”. Uma crise destrói uma herança, mas não uma profissão. Não importa se você não tem dinheiro, você é uma pessoa rica, pois possui o maior de todos os capitais: a sua inteligência. Invista nela.

Estude!

Augusto Cury

A minha progenitora Maria Marlange dos Santos, por ter me dado a vida e não ter medido esforços para me proporcionar uma educação decente, além de ser fonte de inspiração das minhas vitórias. Aos meus irmãos, Joseane da Silva, Josiene da Silva, Josicleide Mericiana da Silva, Josivaldo da Silva (In memorian) e Jacianetty Shyrley da Silva e ao meu noivo, Joedson Alison Melo de Oliveira que sempre me deram muito carinho, respeito, amizade e principalmente “AMOR”.

Dedico ...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pelo dom da vida, por ter me dado força para vencer mais essa etapa, e por ter certeza de que tudo que aconteceu em minha vida não foi por acaso e sim obra do senhor.

A Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização de um sonho.

A banca examinadora: Prof. Dra. Juliana Silva de Oliveira, Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade, Prof. Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno e ao Dr. Everaldo Paulo de Medeiros, pela contribuição no enriquecimento deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros pela grande oportunidade a mim concedida de fazer parte de sua equipe, com a qual pode diariamente exercitar o significado da palavra dedicação e espírito coletivo.

Aos meus pais Maria Marlange dos Santos e José da Silva, a minha avó Iracema Maria dos Santos Casusa pelo amor, ensinamentos e apoio em todos os momentos dessa caminhada, apoiando-me e incentivando-me em todas as horas difíceis e fáceis durante esta caminha, porém muito especial.

Agradeço aos meus irmãos Joseane (Jô), Josiene (Jô), Josicleide (Josy), Josivaldo (In memorian) e Jacianetty (Sheila) por serem os meus melhores amigos durante toda a minha caminha. Vocês a melhor parte de mim, a todos incondicionalmente.

Agradeço ao meu noivo e companheiro incondicional Joedson Alison Melo de Oliveira, pelo amor, carinho, apoio moral, intelectual e compreensão principalmente, nos momentos ausentes durante a realização de todo o doutoramento, especialmente nos meus momentos de estresse (Obrigada meu Amor).

Aos meus sobrinhos Jayne Leonardo da Silva (Nine), Kevin Eiddy Silva Hashimoto (Eidinho), Juan Sabino Frire Silva (Príncipe), Mariah Silva Honorato (Ouro) e a Maria Heloisa da Silva Lopes (Lolozinha), obrigada amores da titia.

Ao Dr. Marco Bomfim, Dr. Diego Galvani e a Dra. Ana Clara Cavalcante, pela valiosa contribuição que nos foi prestada durante toda a realização deste trabalho. Assim como a Dr. Everaldo Paulo de Medeiros pelas colaborações na elaboração das equações do NIRs.

Ao Paulo Henrique, Netinho e Marciene por ter contribuído durante toda a fase de coleta de dados e a todos os funcionários da Fazenda Experimental de São João do Cariri (CCA/UFPB).

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Juraci, Antônio (Duelo) e Antônio Costa, pela atenção e dedicação que me foram prestadas e aos funcionários do laboratório da Embrapa Caprino e Ovinos em Sobral.

Meu Agradecimento em especial vai ao meu amigo, ou melhor, meu irmão de coração (Messias José dos Santos Silva), que esteve junto comigo me apoiando, cuidando, orientando, durante os 4 anos de doutorado, mas em especial durante a execução do experimento em São João do Cariri. Assim como no processo de qualificação.

Aos queridos amigos Sebastião Alves (Tião), Cleityane Sabino, Denise Araújo (Tuca), Daniely Sales (Dany), Aianne (vizinha), Luciano (Vizinho), Isa e Gabriel pelo apoio e encorajamento em toda a minha caminhada, sendo meu braço direito e sempre pronto para me apoiar quando precisei.

Agradeço a Aldivan, Alma Violeta, Beatriz, Hugo, Dany, Romildo, Francenilda, Luana, Natália, Amanda e a todos os outros que não citei nomes, pelos momentos divididos e contribuições de modo direto e indireto para realização deste trabalho.

Quero expressar o mais profundo agradecimento a Alenice e a Karla Priscila pela dedicação especial, além de ter sido uma das mais sinceras amigas que pude construir durante meu Doutorado. Obrigada amigas pelo sincero companheirismo.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

	Página
<i>Lista de Tabelas</i>	xi
<i>Lista de Figuras</i>	xiv
<i>Resumo Geral</i>	xvii
<i>General Abstract</i>	xix
Considerações Iniciais	21
Capítulo 1 - Flutuações na produção e composição botânica e química da biomassa de área de caatinga pastejadas por caprinos	23
Resumo.....	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	28
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	53
Referências Bibliográficas.....	54
Capítulo 2 - Balanço proteico de caprinos em pastejo na caatinga	59
Resumo.....	60
Abstract.....	61
Introdução.....	62
Material e Métodos.....	64
Resultados e Discussão.....	72
Conclusões.....	90
Referências Bibliográficas.....	91
Capítulo 3 - Uso da espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRs) para prever a qualidade da dieta de caprinos sob pastejo na caatinga ..	98
Resumo.....	99

Abstract.....	101
Introdução.....	103
Material e Métodos.....	105
Resultados e Discussão.....	110
Conclusões.....	129
Referências Bibliográficas.....	130
Considerações Finais e Implicações.....	134
Anexos.....	135

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

	Página
Tabela 1 - Relação das famílias e espécies inventariadas e espécies endêmicas da Caatinga no Cariri Paraibano.....	34
Tabela 2 - Frequência das espécies subarborescentes e herbáceas presentes em área de caatinga no Cariri Paraibano no período de agosto de 2013 a julho de 2014.....	40
Tabela 3 - Frequência das espécies arbustivas e arbóreas presentes em área de caatinga no Cariri Paraibano no período de agosto de 2013 a julho de 2014.....	43
Tabela 4 - Flutuação de biomassa por estrato no período de agosto 2013 a julho de 2014 em (Kg Mn ha ⁻¹) e (Kg MS ha ⁻¹) em área de caatinga no Cariri paraibano.....	47
Tabela 5 - Teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) em (g kg ⁻¹ de MS) dos estratos encontrados na área de estudo, no período de agosto 2013 a julho de 2014 em área de caatinga no Cariri Paraibano.....	51

Capítulo 2

Tabela 1 - Disponibilidade de biomassa por período em área de caatinga no Cariri paraibano.....	67
Tabela 2 - Composição químico-bromatológica (g kg ⁻¹ de MS) da pastagem por período com base na matéria seca.....	68
Tabela 3 - Efeito do período sob a composição químico-bromatológica (g kg ⁻¹	

de matéria seca) e coeficiente de digestibilidade <i>In Vitro</i> na extrusa de caprinos sob pastejo na caatinga.....	72
Tabela 4 - Peso vivo, consumo médio diário de nutrientes por caprinos sob pastejo na caatinga.....	79
Tabela 5 - Balanços nutricionais de proteína bruta e proteína metabolizável (g dia ⁻¹) e recomendações de quantidade (g cab ⁻¹ dia ⁻¹) de suplementos em percentual de PB e PM para caprinos sob pastejo na caatinga.....	88

Capítulo 3

Tabela 1 - Quantidades de amostras que compõem o banco de dados por período e a quantidade de outliers removidos dos modelos de proteína bruta (PB) e digestibilidade <i>in vitro</i> de matéria orgânica (DIVMO).....	114
Tabela 2 - Resultados dos modelos de calibração utilizando a PLS para determinar a proteína bruta (PB) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópicas NIR.....	116
Tabela 3 - Resultados dos modelos de validação utilizando a PLS para determinar a proteína bruta (PB) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópicas NIR.....	117
Tabela 4 - Resultados dos modelos de previsão utilizando a PLS para determinar a proteína bruta (PB) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópicas NIR.....	118
Tabela 5 - Resultados dos modelos de calibração utilizando a PLS para determinar a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópica.....	122
Tabela 6 - Resultados dos modelos de validação utilizando a PLS para determinar a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica	

(DIVMO) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópicas NIR.....	123
Tabela 7 - Resultados dos modelos de previsão utilizando a PLS para determinar a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópicas NIR.....	124

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

	Página
Figura 1 - Mapa de Localização Geográfica do Município de São João do Cariri – PB.....	28
Figura 2 - Distribuição da temperatura média (°C); umidade relativa (%) e precipitação pluvial (mm) durante o período de abril de 2013 a julho de 2014.....	29
Figura 3 - Representação esquemática da área experimental na Estação Experimental em São João do Cariri – PB.....	30
Figura 4 - Participação (%) de biomassa por estrato em relação à precipitação pluvial no período de agosto 2013 a julho de 2014 em (kg MS ha ⁻¹) em área de caatinga no Cariri Paraibano.....	44

Capítulo 2

Figura 1 - Mapa de Localização Geográfica do Município de São João do Cariri – PB.....	64
Figura 2 - Distribuição da temperatura média (°C); umidade relativa (%) e precipitação pluvial (mm) durante o período de abril de 2013 a julho de 2014.....	65
Figura 3 - Representação esquemática da área experimental na Estação Experimental em São João do Cariri – PB.....	66
Figura 4 - Variação da composição químico-bromatológica da dieta selecionada em função da precipitação pluvial (P) por caprinos pastejando na caatinga.....	77
Figura 5 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína	

metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período de transição chuva/seca.....	82
Figura 6 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período seco.....	83
Figura 7 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período de transição seca/chuva.....	84
Figura 8 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período chuvoso.....	85

Capítulo 3

Figura 1 - Mapa de Localização Geográfica do Município de São João do Cariri – PB.....	105
Figura 2 - Distribuição da temperatura média (°C); umidade relativa (%) e precipitação pluvial (mm) durante o período de abril de 2013 a julho de 2014.....	106
Figura 3 - Espectros originais das 291 amostras de fezes na região de 950 a 1650 nm (a) e espectros pré-processados usando correção multiplicativa de espalhamento – MSC (b).....	111
Figura 4 - Espectros originais das 291 amostras de fezes na região de 1100 a 2500 nm (a) e espectros pré-processados usando correção multiplicativa de espalhamento - MSC (b).....	111
Figura 5 - Gráficos dos escores com pré-processamentos MSC da PC1 versus PC2 das amostras de fezes na região de 950 a 1650 nm (a) e 1100 a 2500 nm (b).....	112

Figura 6 - Relação da regressão da PLS no eixo X-Y com em sem presença de <i>outliers</i>	113
--	-----

MONITORAMENTO DE ATRIBUTOS NUTRICIONAIS EM CAPRINOS SOB PASTEJO NA CAATINGA PARAIBANA, EMPREGANDO A TECNOLOGIA NIRS

RESUMO GERAL

A pastagem nativa do bioma caatinga é a principal fonte de alimentação para maior parte dos rebanhos brasileiros. A determinação do valor nutricional destes animais criados a pasto é trabalhosa e onerosa principalmente pela dificuldade de se estimar a qualidade da forragem ingerida. Com isso, a técnica do (NIRS) mostra-se com uma alternativa para aferir a qualidade da dieta de ruminantes a pasto. Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo desenvolver e validar a técnica do NIRs fecal para monitoramento nutricional para caprinos criados em pasto nativo no cariri paraibano. O experimento foi desenvolvido em São João do Cariri-PB. A Composição florística e a determinação das frequências foram realizadas na área durante o período experimental. Foram utilizados 05 cabritos SPRD fistulados no rúmen, com peso inicial médio de $22,90 \pm 04$ kg. As amostras fecais e das extrusa foram coletadas mensalmente durante cinco dias consecutivos. Os espectros de reflectância difusa das fezes foram obtidos usando um espectrômetro NIR Perten ® DA 7500 e Foss 5000. Os espectros foram submetidos ao pré-tratamento matemático de correlação multiplicativa de sinal (MSC) e por uma análise de componentes principais (PCA). Os modelos foram construídos através da técnica de regressão por quadrados mínimos parciais (PLS) usando o pacote do software Unscrambler®, versão X.3. A composição florística foi representada por 86 espécies distribuídas em 62 gêneros e 29 famílias, esse número de espécies demonstra a complexidade e heterogeneidade da caatinga. Dentre as famílias identificadas, as que apresentaram a maior diversidade de espécies foram Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Poaceae. Para os estratos subarbustivo e herbáceo as famílias Cyperaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Poaceae e Rubiaceae foram as que apresentaram maior percentual de frequência. Os maiores percentuais de frequência para os estratos arbustivo/arbóreo ocorreram nas famílias Apocynaceae, Euphorbiaceae, e Fabaceae. Com relação à quantidade de biomassa disponível na área experimental, houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os meses e os estratos, sendo que a

disponibilidade de biomassa total variou de 777,07 a 1489,40 kg MS ha⁻¹ ao longo do período experimental. A composição químico-bromatológica apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os meses e os estratos. Estes resultados demonstram que as plantas da caatinga apresentam potencial forrageiro e bom valor nutricional podendo ser utilizadas eficientemente na alimentação animal. Verifica-se, que a proteína foi limitante na estação seca com déficits nas categorias de manutenção acrescida de ganhos de 100,150 e 200 g cab⁻¹d¹. No entanto, os balanços de proteína da estação chuvosa e das transições de chuva/seca e seca/chuva não foram limitantes para caprinos criados a pasto na caatinga. Os modelos desenvolvidos para prever o teor de proteína bruta para a estação seca e para as transições chuva/seca e seca/chuva apresentaram bons coeficientes de determinação e baixos erros, os valores da relação do desempenho de desvio (RPD) foram maiores que 2,0 na transição chuva/seca (TCS) e seca/chuva (TSC). Assim como, na estação de transições de chuva/seca, seca/chuva e seca para validação e previsão sendo classificados como modelos viáveis. No entanto, o modelo de calibração global e para a estação de chuva apresentou baixo coeficiente de determinação sendo classificados como modelos não confiáveis. Os modelos de calibração para a digestibilidade da matéria orgânica forneceu alto valor para os erros, baixo coeficientes de determinação e valores de RPD inferior a 1,4 demonstrando que esse modelo proporciona baixa confiabilidade. A tecnologia da espectroscopia do infravermelho próximo (NIR) proporcionou boa precisão na determinação do teor de proteína bruta para a estação da seca e para as transições chuva/seca e seca/chuva. No entanto, apresentou baixo desempenho na predição da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica. A espectroscopia NIRs fecal associada ao método de calibração multivariada (PLS) é uma técnica alternativa para a determinação do teor proteína bruta e digestibilidade da matéria orgânica da dieta de animais criados a pasto na caatinga de forma não destrutiva, não invasiva, menos laboriosa e que permite uma análise *in situ*. Os métodos de calibração desenvolvidos são estratégias viáveis para determinar a qualidade da dieta de caprinos criados a pasto na caatinga.

Palavras-chave: caatinga, calibração, multivariada, nutriente limitante, pequenos ruminantes, valor nutricional

MONITORING OF NUTRITIONAL ATTRIBUTES IN GOATS GRAZING PARAIBA'S CATINGA USING NIRS TECHNOLOGY

GENERAL ABSTRACT

The caatinga biome native pasture is the main source of food for most herds. The determination of the nutritional value of these animals raised on pasture is labor intensive and costly mainly because of the difficulty of estimating the quality of forage ingested. With this, the technique (NIRS) shows up with an alternative to evaluate the quality of the diet of ruminants on pasture. Thus objective with this study to develop and validate the technique of fecal NIRs for nutritional monitoring for goats raised on native pasture in Paraiba cariri. The floristic composition and determination of frequencies were conducted in the area during the trial period. Five SPRD goats fistulated in the rumen were used, with average initial weight of 22.90 ± 04 kg. Fecal and extrusa samples were collected monthly for five consecutive days. The experimental design was completely randomized, with four treatments and five repetitions. The diffuse reflectance spectra of feces was obtained using a NIR spectrometer ® 7500 Prop and Foss 5000. The spectra were subjected to a multiplicative correlation of signal pretreatment (MSC) and a principal components analysis (PCA). The models were built through the technique for partial least squares regression (PLS) using the Unscrambler ® software package, version X.3. The floristic composition was represented by 86 species, distributed in 62 genera and 29 families, the numbers of this species demonstrates the complexity and heterogeneity of the savanna biome. Among the identified families, those with the greatest diversity of species were: Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae and Poaceae. For sub shrub and herbaceous the family Cyperaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Poaceae and Rubiaceae showed the highest percentage frequency. The highest percentages of frequency for the shrub / tree layers occurred in the families Apocynaceae, Euphorbiaceae and Fabaceae. Regarding the amount of biomass available in the experimental area, there was a statistical difference ($P < 0.05$) between the months and strata, the availability of total biomass ranged between 777,07 to 1489,40 kg DM ha⁻¹ over the trial period. The chemical composition was statistically different ($P < 0.05$) between the months and the

strata. These results show that the native plants of caatinga biome have a forage potential and a good nutritional value and can be used efficiently in animal feed. It is found that the protein was a limitation in the dry season, with deficits in the maintenance categories plus gains 100, 150 and 200 g head⁻¹ /day⁻¹. However, the protein swings of the rainy season and the transitions rain/dry and dry/rain were not limiting for goats created in pasture in the caatinga. The models developed to predict the content of crude protein for the dry season and the rainy/dry transitions and dry/rain showed good determination coefficients and low errors, the deviation of performance relative values (RPD) they were higher than 2,0 in the rain/dry transition station (TCS) and dry/rain (TSC) in calibration. Just as, in the transitions station rain/dry, dry/rain the dry for validation and prediction being classified as viable models. However, the global calibration model and the rainy season had low coefficient of determination being classified as unreliable models. The calibration models for organic matter digestibility provided high value for the errors, low coefficients of determination and values of less than 1,4 RPD showing that these models provide low reliability. The technology of near-infrared spectroscopy (NIR) provided good accuracy in the determination of crude protein for the dry season and to rain/dry and dry/rain transitions. However presented poor performance on predict of in vitro digestibility of organic matter. Spectroscopy NIRs fecal associated with multivariate calibration method (PLS) is an alternative technique for the determination of crude protein and organic matter digestibility of animal diet raised on pasture in the bush nondestructively, non-invasive, less laborious and it allows in situ analysis. The calibration methods developed are viable strategies to determine the quality of goat diet raised on pasture in the bush.

Keywords: caatinga, calibration, multivariate, limiting nutrient, small ruminants, nutritional value

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A vegetação da caatinga é constituída, especialmente, de espécies herbáceas, arbustivas, arbóreas de pequeno porte, comumente dotadas de espinhos, caducifólias, perdendo suas folhas no início da estação seca e por serrapilheira. Sendo esta vegetação responsável pela manutenção de milhões de animais domésticos (Araújo Filho, 2013).

No entanto, a eficiência na produtividade dos ruminantes domésticos neste ecossistema é marcadamente influenciada pela irregularidade na oferta quantitativa e qualitativa de recursos forrageiros, tanto entre como dentro anos por causa da irregularidade pluviométrica no semiárido.

Desta forma, determinar a correta nutrição dos rebanhos é condição fundamental para a eficiência na produção animal. Além do suprimento de nutrientes para a produção, o adequado balanceamento da dieta tem implicações na saúde animal, eficiência econômica dos sistemas e no meio-ambiente, uma vez que a alimentação constitui-se no principal item de custo na maioria das unidades produtivas e que nutrientes em excesso podem ser excretados para o ambiente.

A concepção e o ajuste de sistemas de alimentação para animais criados em confinamento é relativamente simples uma vez que se tem o controle quantitativo e qualitativo sobre toda a dieta que o animal tem acesso. Por outro lado, a nutrição dos rebanhos criados a pasto é trabalhosa e dispendiosa principalmente pela dificuldade de se estimar a qualidade da forragem ingerida pelos animais que, associado ao consumo e às exigências nutricionais, serve de base para o balanceamento da dieta. Esta dificuldade é ainda mais marcante para animais criados em pasto nativo, dada a grande diversidade de forrageiras disponíveis para o animal que, associada à sua seletividade, torna a estimativa dos alimentos consumidos a pasto um grande desafio.

Todos estes desafios criaram um cenário contraditório na pesquisa em nutrição de pequenos ruminantes no Brasil. Se por um lado, há um predomínio da produção destes animais em pastagens nativas, por outro, há poucos trabalhos publicados na área de nutrição de pequenos ruminantes no Brasil. A ausência de técnicas mais simples e aplicáveis às condições de produção a pasto, o que tem desestimulado os nutricionistas a desenvolverem pesquisas neste tema.

Portanto há uma demanda pela padronização de metodologias que possam fazer a estimativa da dieta selecionada a pasto de forma mais simples, com a finalidade de se definir os nutrientes limitantes e balanços nutricionais ao longo do ano e subsidiar o desenvolvimento de estratégias de suplementação. Dentre estas técnicas destaca-se o uso da espectroscopia de reflectância na região do infravermelho próximo (NIRS).

Vários trabalhos conduzidos em outros países têm demonstrado a aplicação do NIRS para estimar a qualidade de dietas de animais em pasto nativo através da análise fecal (NIRS fecal). O uso desta tecnologia para este fim implica em um grande avanço na contribuição da nutrição para os sistemas de produção, uma vez que permite um rápido diagnóstico do status nutricional dos animais e a construção de estratégias de suplementação apropriada para cada região, rebanho ou mesmo animal.

O uso do NIRS fecal para determinar a composição da dieta de animais em pastejo iniciou há 20 anos e teve como pioneiro o Dr. Jerry Stuth da Texas A&M University, que desenvolveu um método onde, a partir do espectro das fezes, a proteína bruta e a digestibilidade da matéria orgânica da dieta selecionada pelos animais a pasto são preditas com acurácia.

Com isso este trabalho representa o ponto de partida para desenvolver uma ferramenta de monitoramento nutricional de pequenos ruminantes em pasto nativo da região semiárida brasileira para desenvolver programas de suplementação estratégica, utilizando a tecnologia da espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo.

Assim, objetivou-se realizar o levantamento da composição florística, da frequência e da cobertura do solo, assim como determinar a produção de biomassa, além de determinar o valor nutricional dos estratos herbáceo, subarbustivo, arbustivo-arbóreo e da serrapilheira, avaliar o balanço de proteína e desenvolver modelos espectrais na região visível do infravermelho próximo para o monitoramento nutricional de caprinos criados em pastagem nativa utilizando as fezes destes atributos de indicadores espectrais.

CAPITULO 1

Flutuações na Produção e Composição Botânica e Química da Biomassa em Área de Caatinga Pastejada por Caprinos

Flutuações na Produção e Composição Botânica e Química da Biomassa em Área de Caatinga Pastejada por Caprinos

RESUMO

Considerando a importância do bioma caatinga na alimentação de pequenos ruminantes da região semiárida, o presente trabalho objetivou realizar um levantamento da composição florística e da frequência, assim como determinar a produção de biomassa, composição botânica e valor nutricional dos estratos herbáceo, subarbustivo e arbóreo-arbustivo em áreas de caatinga. O experimento foi desenvolvido em São João do Cariri-PB. Foi determinada a massa de forragem total, composição botânica e composição química das plantas coletadas. A composição florística foi representada por 86 espécies distribuídas em 62 gêneros e 28 famílias, esse grande número de espécies presente demonstra a complexidade e heterogeneidade da caatinga. Dentre as famílias identificadas, as que apresentaram a maior riqueza de espécies foram Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Poaceae. Para os estratos subarbustivo e herbáceo as famílias Cyperaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Poaceae e Rubiaceae foram as que apresentaram maior percentual de frequência. Os maiores percentuais de frequência para os estratos arbustivo/arbóreo ocorreram nas famílias Apocynaceae, Euphorbiaceae, e Fabaceae. Com relação à disponibilidade de forragem apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os meses e os estratos, sendo que a disponibilidade de biomassa total variou de 777,07 a 1489,40 kg MS ha⁻¹ ao longo do período experimental. A composição químico-bromatológica apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os meses e os estratos, onde os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido variaram de 63,71 a 158,49 g kg⁻¹ de MS, 370,55 a 783,39 g kg⁻¹ de MS e 252,00 a 570,57 g kg⁻¹ de MS respectivamente. Estes resultados demonstram que as plantas da caatinga apresentam potencial forrageiro e bom valor nutricional podendo ser utilizadas eficientemente na alimentação animal.

Palavras-chaves: biomassa disponível, diversidade florística, semiárido, valor nutricional

Fluctuations in the Production and Composition of Botany and Biomass Chemistry of Grazed Caatinga Area

ABSTRACT

Considering the importance of the caatinga in the feeding of small ruminants in the semiarid region, the present work aimed to conduct a survey of the floristic composition and a frequency, determine the biomass production, botanical composition and nutritional value of herbaceous, tree and shrub strata in areas of savanna in Cariri. The experiment was conducted in São João do Cariri-PB. It was determined the mass of the total forage botanical composition and chemical composition of the collected plants. The floristic composition was represented by 86 species, distributed in 62 genera and 28 families, that large numbers of this species demonstrates the complexity and heterogeneity of the savanna biome. Among the identified families those that had the highest number of species were: Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae and Poaceae. For sub shrub and herbaceous the family Cyperaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Poaceae and Rubiaceae showed the highest percentage frequency. The highest percentages of frequency for the shrub / tree layers occurred in the families Apocynaceae, Euphorbiaceae and Fabaceae. Forage availability was statistically different ($P < 0.05$) between the months and strata, the availability of total biomass ranged between 777,07 to 1489,40 kg DM ha⁻¹ over the trial period. The chemical composition was statistically different ($P < 0.05$) between the months and the strata, the crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber ranged between 63,71 to 158,49 g kg⁻¹ of DM, 370,55 to 783,39 g kg⁻¹ of DM, and 252,00 to 570,57 g kg⁻¹ of DM respectively. These results show that the native plants of caatinga biome have a forage potential and a good nutritional value and can be used efficiently in animal feed.

Keywords: available biomass, floristic diversity, semiarid, nutritional value

INTRODUÇÃO

O Bioma caatinga compreende cerca de 900 mil km², o que corresponde a aproximadamente 54% da região Nordeste e 11% do território brasileiro (Andrade et al., 2006). Sendo que a caatinga constitui-se de um complexo vegetacional muito diversificado de espécies lenhosas caducifólias e herbáceas anuais.

De acordo com Araújo Filho (2013), a caatinga se destaca por possuir um contingente elevado de espécies forrageiras, que representam a principal fonte de alimento para os rebanhos criados no semiárido. Além disso, estas plantas utilizam estratégias complexas para manterem vivas frente às condições climáticas, ocasionando mudanças vegetacionais pela abscisão e rebrota dos constituintes.

Sendo, que no Semiárido os fatores controladores do ambiente como temperatura, a radiação solar e os aportes de nutrientes nos ecossistemas variam relativamente pouco durante o ano, a precipitação comumente ocorre em eventos descontínuos, em forma de pulsos de curta duração (NOY-MEIR, 1973).

O potencial forrageiro da caatinga é influenciado pelo regime de chuvas, resultando em menor produção de biomassa das espécies nativas o que provoca escassez de forragem de qualidade e em quantidade suficiente para nutrir os animais nas épocas secas. No período das águas, a caatinga rebrota, renovando o estrato herbáceo, que apresenta grande diversidade de plantas nativas e exóticas naturalizadas, a maioria com características forrageiras, as quais são aproveitadas pelos animais por meio do pastejo direto (Silva et al., 2004).

Segundo Araújo Filho (2013) em estudos realizados na caatinga foram registradas 932 espécies de plantas, das quais 380 são endêmicas. A lista de espécies existentes na caatinga ainda está incompleta, devido à falta de estudos na região. Mas o que se pode afirmar é que esta grande diversidade de plantas da caatinga desempenha um importante papel ecológico, econômico e social para a região, impulsionando estudos sobre a composição florística (Queiroz, 2011).

Mas para que se tenha um correto manejo da caatinga é imprescindível conhecer alguns parâmetros quantitativos e qualitativos da vegetação, como determinação da disponibilidade da massa de forragem, a composição florística, botânica e química das plantas. Pois alguns estudos relatam que na região do Nordeste brasileiro 70% das

espécies botânicas da caatinga participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes durante o período chuvoso, reduzindo sua ocorrência no período seco (Souza, 2013).

A caatinga apresenta boa disponibilidade de biomassa no período chuvoso, mas parte significativa desse material não é utilizada na alimentação dos animais. Assim, o conhecimento mais detalhado desses materiais poderá indicar formas de manejo dessa vegetação e melhorar a sua utilização. Moreira, (2006), enfatiza a necessidade do conhecimento das potencialidades forrageiras das espécies presentes na caatinga, antes de determinar qualquer prática de manejo a ser adotada.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho realizar o levantamento da composição florística, da frequência e da cobertura do solo, assim como determinar a produção de biomassa, composição botânica e valor nutricional dos estratos herbáceo, subarbustivo, arbustivo-arbóreo e da serrapilheira, em áreas de caatinga, no cariri paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de agosto de 2013 a julho de 2014, na Estação Experimental do Centro de Ciências Agrárias – UFPB, situado no município de São João do Cariri-PB, cuja posição geográfica está entre as coordenadas 7°23'30" latitude sul e 36°31'59" de longitude oeste, em uma altitude de 458 m, localizado na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri oriental. Na Figura 1 encontra-se a localização geográfica do município de São João do Cariri - PB, Brasil.

A vegetação é do tipo caatinga, apresentando grande diversidade em seus diferentes estratos. De acordo com a classificação de Köppen, predomina na região o clima Bsh-semiárido quente com chuvas de verão-outono, um fator que está associado à escassez de chuvas é a irregularidade das precipitações, havendo curtos períodos de chuvas e estação seca prolongada. A região apresenta temperatura média mensal máxima de 27,2 °C e mínima de 23,1 °C, precipitação média em torno de 400 mm por ano e umidade relativa do ar 0,70.

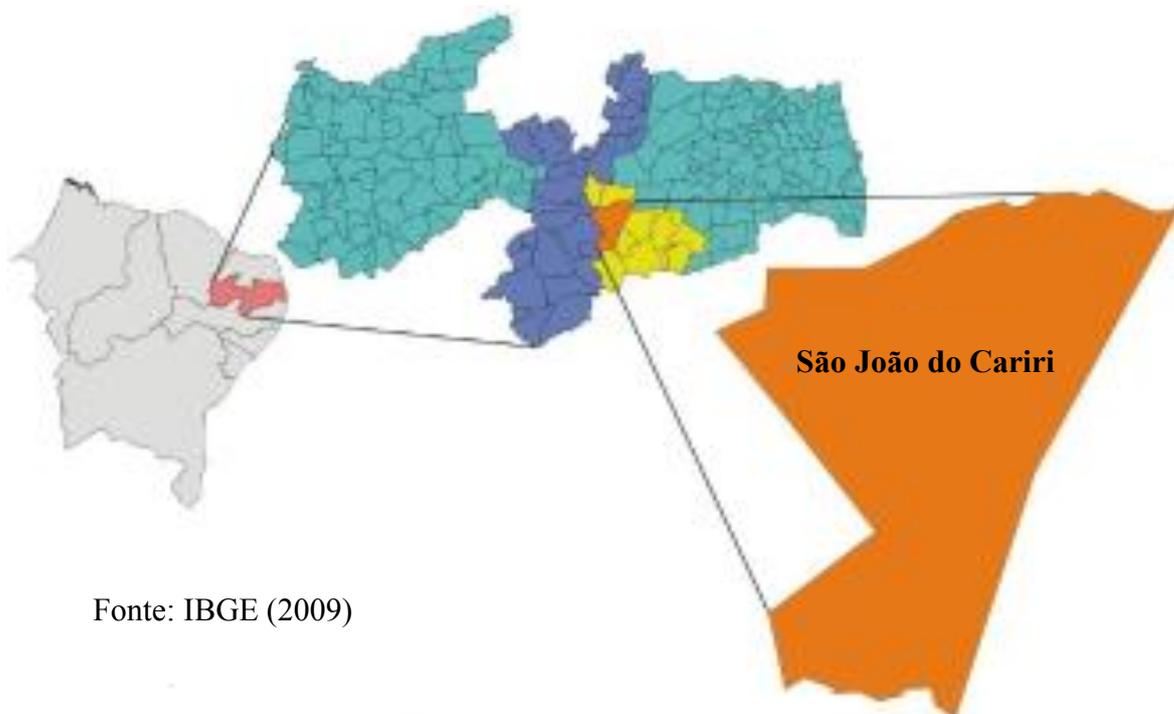


Figura 1- Mapa de Localização Geográfica do Município de São João do Cariri - PB

A distribuição dos dados médios mensais das variáveis climáticas ao longo do tempo (março de 2013 a julho de 2014) foi obtida a partir do banco de dados da estação meteorológica convencional localizada na Estação Experimental de São João do Cariri e pode ser verificada na Figura 2.

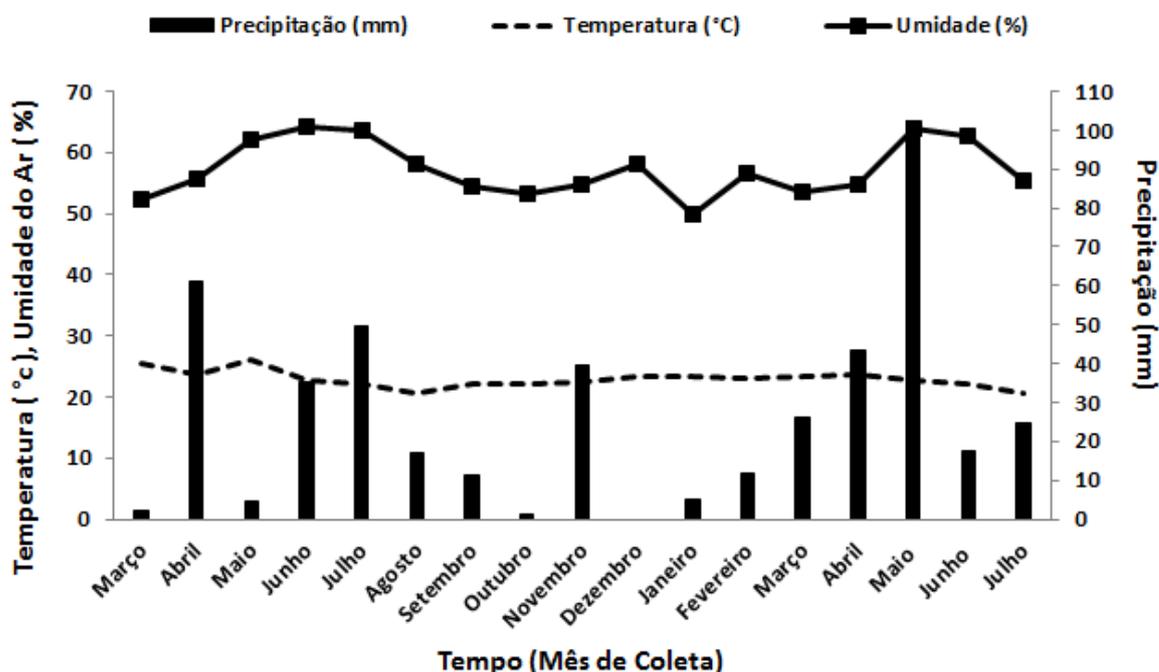


Figura 2 - Distribuição da temperatura média (°C); umidade relativa (%) e precipitação pluvial (mm) durante o período de abril de 2013 a julho de 2014, FONTE: Rede Hidrométrica do Nordeste. Posto da Bacia Escola São João do Cariri/PB.

Durante o período experimental o índice pluviométrico foi de 299,90 mm, a temperatura média variou de 20 a 24°C e a umidade relativa do ar de 0,53 a 0,64. Estes dados são de suma importância visto que em condições de caatinga o fator que mais interfere no crescimento e desenvolvimento da vegetação é a precipitação, seguidos da temperatura, radiação, umidade relativa do ar e evaporação (evapotranspiração).

A área experimental, inserida no contexto de vegetação da caatinga, compreende 26,4 ha, dividida em oito (8) piquetes de 3,3 ha, contendo em cada piquete três transectos paralelos, em cada transecto foram marcadas dez parcelas de 1x1 m distribuídos de forma equidistante, de aproximadamente 20 metros entre si, perfazendo um total de 30 parcelas por área (Figura 3).

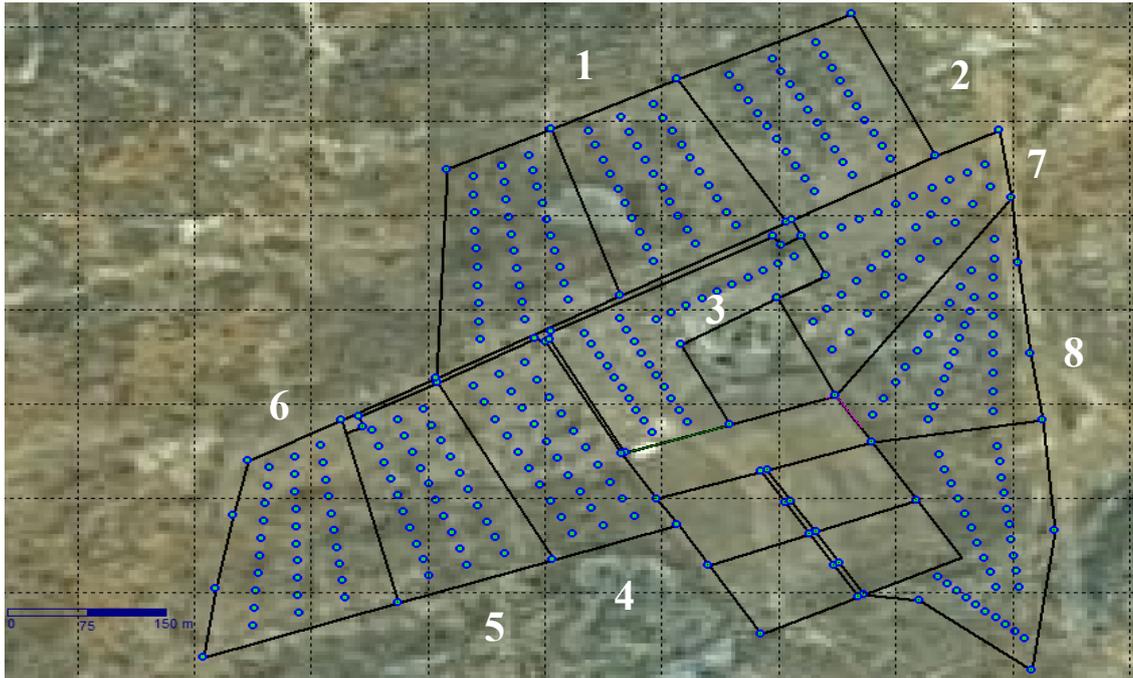


Figura 3 - Representação esquemática da área experimental na Estação Experimental em São João do Cariri – PB.

Os animais utilizados para o presente estudo foram selecionados de forma que representasse as condições de criação na região, logo foram utilizados cinco caprinos machos castrados sem padrão de raça definido, com cânula no rúmen. Os animais permaneceram na área experimental durante todo o ano, sem suplementação, recebendo água e mistura mineral “*ad libitum*”.

A determinação florística foi realizada através da identificação de todas as espécies presente na área. Para isto, foi realizada coleta das plantas e posterior identificação botânica. O material botânico foi coletado na fase reprodutiva, cerca de três exemplares de cada espécie quando possível, e em seguida herborizados e incorporados ao acervo do herbário na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia em Brasília, onde foram identificadas. A partir dos dados obtidos durante o levantamento florístico foi elaborada uma listagem contendo as famílias, com respectivos gêneros e espécies encontradas na área.

As espécies foram agrupadas em estrato herbáceo, subarbustivo, arbustivo e arbóreo. Para o estrato herbáceo foram consideradas as espécies de caule macio ou maleável, que não possuem caule lignificado, como subarbustiva planta lenhosa com altura média entre 50 cm e 1 metro com base lenhosa e o restante do caule de

consistência herbácea. No estrato arbustivo, as espécies que possuem ramificações partindo da base e tronco resistente, no estrato arbóreo foram consideradas as espécies que apresenta tronco.

A caracterização da comunidade vegetal foi realizada utilizando-se os seguintes parâmetros, conforme metodologia proposta por Rodal et al., (1992): Frequência Absoluta (FA) e Frequência Relativa (FR), conforme as seguintes fórmulas:

Frequência Absoluta (FA) = é a relação entre o número de parcelas em que determinada espécie ocorre e o número total de parcelas amostradas.

$$FA_i = (NUI / NUT) \times 100$$

Em que:

FA_i = Frequência absoluta;

NUI = Número de unidades amostrais com presença da espécie;

NUT = Número total de unidades amostrais.

Frequência Relativa (FR) = é a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

$$FR_i = (FA_i / \sum FA_i) \times 100$$

Em que:

FR_i = Frequência relativa;

$\sum FA_i$ = Soma de todas as frequências absolutas.

As avaliações da pastagem foram realizadas mensalmente no período agosto de 2013 a julho de 2014. Sendo que a estimativa da massa de forragem total e a composição botânica foram obtidas utilizando-se a metodologia descrita por Araújo Filho, (2013), sendo adaptado o tamanho do quadrado 1m² para as coletas das plantas herbáceas e da serrapilheira e de 5x2 m para o estrato arbustivo-arbóreo.

Para a avaliação do estrato herbáceo utilizou-se um quadrado de 1m², em que plantas amostradas foram cortadas rente ao solo. No caso do estrato arbustivo-arbóreo, o quadrado utilizado foi de 5x2 m em que as amostras foram retiradas simulando o pastejo dos animais, coletando biomassa disponível a uma altura de até 1,60 m e brotos terminais com diâmetro de até 6 mm.

A avaliação da cobertura do solo foi estimada pelo método visual de cada parcela amostrada, variando de 0 a 100%, onde foi considerado 0% de cobertura quando o solo encontrava-se totalmente exposto e 100% quando o solo estava completamente coberto pela vegetação.

Para a análise de pré-secagem, o material amostrado foi colocado em sacos de papel, identificados e levado para o Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), pertencente à Universidade Federal da Paraíba (UFPB) localizado no Centro de Ciências Agrárias, Areia - PB, onde foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar $\pm 55^{\circ}\text{C}$ até obter peso constante, em seguida foram moídas em moinho de faca do tipo Wiley providas de peneira com poros de um milímetro de diâmetro e armazenadas em recipientes plásticos.

As análises de composição química foram determinadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro Nacional de Pesquisas de Caprinos e Ovinos da Embrapa em Sobral - Ceará, determinado os teores de Matéria Seca (MS), matéria orgânica (MO), segundo metodologia descrita pela AOAC (1995). As determinações de Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas segundo Senger et al. (2008). O teor de nitrogênio total (N) foi determinado em sistema de combustão (Leco FP-528, Leco Corp. St. Joseph, MI, EUA). Para conversão dos valores de N, em Proteína Bruta (PB), foi utilizado o fator de correção 6,25.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x12 (Estrato*Tempo). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância, utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS, versão 9.2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vegetação da área amostrada foi representada por 86 espécies (73 identificadas e 13 não identificadas), distribuídas em 62 gêneros e 28 famílias, predominando o estrato herbáceo/subarbuscivo com 0,8082 das espécies encontradas, enquanto o estrato arbustivo/arbóreo participa com apenas 0,1918. Desse modo a flora herbáceo/subarbuscivo representa 59 espécies, enquanto a flora arbustivo/arbóreo participa com 14 espécies. O grande número de espécies presente corrobora com a premissa da grande complexidade e heterogeneidade existente na caatinga (Tabela 1).

Das famílias identificadas as que apresentaram o maior número de espécies foram Asteraceae (8), Convolvulaceae (7), Euphorbiaceae (7), Fabaceae (10) e Poaceae (8), fornecendo 0,4705 do total das espécies encontradas. A dominância destas famílias na área pode ser explicada pelo fato de poucas famílias deterem o maior número de indivíduos. Esse comportamento foi encontrado por Cassuce, (2012) que observou que as famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Rubiaceae.

De acordo com Giulietti et al., (2004), as famílias de maior ocorrência no Semiárido, principalmente em áreas de caatinga são Euphorbiaceae e Fabaceae. De forma similar a este estudo, Santos et al. (2008) estudando dois fragmentos de caatinga em Quixadá-CE, apontaram as famílias Euphorbiaceae e Fabaceae como as que apresentaram maior número de indivíduos. Assim como Bezerra (2009) trabalhando em áreas de caatinga também no Cariri Paraibano observou que a vegetação das áreas foi representada por 45 espécies distribuídas em 38 gêneros e 20 famílias e que as famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Fabaceae e Poaceae. Diversos autores têm citado Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae e Poaceae como famílias de grande representatividade em vários levantamentos realizados em área de caatinga (Rodal et al., 1992; Araújo et al., 1995; Andrade et al., 2005, Andrade, 2008, Borges, 2012, Cassuce, 2012). Dessa forma, vários trabalhos sobre composição florística têm demonstrado que a vegetação da caatinga apresenta grande diversidade de famílias, gêneros e espécies vegetais.

Na Tabela 1 observa-se que os estratos dominantes da vegetação são do tipo Arbustivo e herbáceo com a presença de poucas espécies arbóreas.

Tabela 1 - Relação das famílias e espécies inventariadas e espécies endêmicas da caatinga no Cariri Paraibano

Famílias	Nome Comum	Estrato
Espécies		
Amaranthaceae		
<i>Alternanthera tenella</i> Colla.	Alecrim	Herbáceo
<i>Gomphrena demissa</i> Mart. N.V.	Cabeça Branca	Herbáceo
Não identificada 1	-	-
Apocynaceae		
* <i>Aspidosperma pirifolium</i> Mart	Pereiro	Arbóreo
Asteraceae		
<i>Blainvillea acmella</i> (L.) Philipson	Canela de Urubu	Herbáceo
<i>Centratherum</i> sp.	Vassoura Roxa	Subarbustivo
<i>Centratherum punctatum</i> Cass	Perpétua Roxa	Herbáceo
<i>Chrysanthellum indicum</i> DC.	Crisântemo	Herbáceo
<i>Chromolaena maximilianii</i> (Schrader ex. DC) King & Robinson	Mata Pasto	Subarbustivo
<i>Delila biflora</i> (L.) Kuntze	Bamburral	Herbáceo
Não identificada 2	-	-
<i>Pectis oligocephala</i> (Gardner) Sch.Bip.	Limãozinho	Herbáceo
Boraginaceae		
<i>Euploca polyphylla</i> (Lehm.) J. I. Mello & Semir	Relógio	Herbáceo
<i>Heliotropium indicum</i> L.	Crista de Galo	Herbáceo
Bromeliaceae		
* <i>Bromelia laciniosa</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Macambira	Herbáceo
Cactaceae		
* <i>Cereus jamacaru</i> P. D.C.	Mandacaru	Arbóreo
* <i>Melocactus zehntneri</i> (Britton & Rose) Luetzelb.	Coroa-de-Frade	Herbáceo
* <i>Opuntia palmadora</i> Britt. e Rose	Palmatória	Herbáceo
* <i>Pilosocereus gounellei</i> (A. Weber ex K. Schum.)Bly. ex Rowl	Xique-Xique	Arbustivo
* <i>Tacinga inamoema</i> (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy	Quipá	Arbustivo
Capparaceae		
<i>Cleome spinosa</i>	Mussambê	Herbáceo

Tabela 1 (Continuação) - Relação das famílias e espécies inventariadas e espécies endêmicas da caatinga no Cariri Paraibano

Famílias	Nome Comum	Estrato
Espécies		
Commelinaceae		
<i>Commelina obliqua</i> Vahl	Olho de Santa Luzia	Herbáceo
Convolvulaceae		
* <i>Evolvulus alsinoides</i>	Felicidade	Herbáceo
* <i>Evolvulus filipes</i> Mart.	Muquim	Herbáceo
* <i>Evolvulus</i> sp	-	Herbáceo
<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. e Schult	Salsa	Herbáceo
<i>Jacquemontia densiflora</i> (Meisn) Hallier f.	-	Herbáceo
<i>Jacquemontia evolvuloides</i> (Morici) Meisn.	-	Herbáceo
Não identificada 3	-	-
Cucurbitaceae		
<i>Momordica charantia</i> L.	Melão de São Caetano	Herbáceo
Não identificada 4	-	-
Cyperaceae		
<i>Cyperus Compressus</i>	Barba de Bode	Herbáceo
Não identificada 5	-	-
Dioscoreaceae		
<i>Dioscorea</i> sp.	Inhame	Trepadeira
Euphorbiaceae		
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	Cunhãozinho	Herbáceo
<i>Croton antisyphiliticus</i> Mart.	Velame do Campo	Herbáceo
* <i>Croton sonderianus</i> Müll. Arg.	Marmeleiro	Arbustivo
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm.	Faveleira	Arbóreo
* <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill	Pião Bravo	Arbustivo
<i>Jatropha pohliana</i> Muell. Arg.	Pião Manso	Arbustivo
* <i>Manihot cf. glaziovii</i> Müll.Arg.	Maniçoba	Arbustivo
Fabaceae (Leguminosae)		
<i>Arachis pintoii</i> Benth	Amendoim	Herbáceo

Tabela 1 (Continuação) - Relação das famílias e espécies inventariadas e espécies endêmicas da caatinga no Cariri Paraibano

Famílias	Nome Comum	Estrato
Espécies		
<i>*Caesalpinia Pyramidalis Tul</i>	Caatingueira	Arbóreo
<i>Chamaecrista sp.</i>	-	Subarbustivo
<i>Centrosema brasilianum (L.) Benth</i>	Xibiu de Nega	Herbáceo
<i>Desmanthus virgatum (L.) Willd</i>	Jureminha	Arbustivo
<i>Macroptilium lathyroides</i>	Feijão de Rola	Herbáceo
<i>Mimosa pudica L.</i>	Malícia	Herbáceo
Não identificada 6	-	-
Não identificadas 7	-	-
<i>Prosopis juliflora D. C.</i>	Algaroba	Arbóreo
Lamiaceae		
<i>cf. Marsypianthes</i>	Erva-de-cabra,	Subarbustivo
<i>Mesosphaerum suaveolens (L.) Kuntze</i>	Bamburral	Subarbustivo
Lythraceae		
<i>Cuphea hyssopifolia</i> Lavender Allyson	Malvinha	Herbáceo
<i>Cuphea strigulosa</i> Kunth	-	Subarbustivo
Malvaceae		
<i>Melochia tomentosa L</i>	Capa Bode	Subarbustivo
Não identificadas 8	-	-
<i>Sida sp</i>	Malva Branca	Subarbustivo
<i>Sida sp</i>	Malva	Subarbustivo
<i>Sida sp.</i>	Malva Preta	Subarbustivo
Nyctaginaceae		
<i>Boerhavia diffusa L</i>	Pega Pinto	Herbáceo
Orobanchaceae		
Não identificada 9	-	-
Oxalidaceae		
<i>Oxalis divaricata Mart. ex Zucc.</i>	Trevo	Herbáceo
Phytolaccaceae		
Não identificada 10	-	-

Tabela 1 (Continuação) - Relação das famílias e espécies inventariadas e espécies endêmicas da caatinga no Cariri Paraibano

Famílias	Nome Comum	Estrato
Espécies		
Phyllantaceae		
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Quebra pedra	Herbáceo
Poaceae		
<i>Aristida elliptica</i> (Nees) Kunth	Barba de bode alta	Herbáceo
<i>Aristida setifolia</i> Kunth	Capim-Panasco	Herbáceo
<i>Axonopopus purpusii</i> (Ness)	Capim Mimoso	Herbáceo
<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link.) Hitchc.	Capim Folha Larga	Herbáceo
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Capim-Buffer	Herbáceo
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Capim Pé de Galinha	Herbáceo
Não identificadas 11	-	-
<i>Paspalum fimbriatum</i> Kunth	-	Herbáceo
<i>Tragus berteronianus</i> Schult	Capim Miúdo	Herbáceo
Polygalaceae		
<i>Asemeia violacea</i> (Aubl.) J.F.B.Pastore & J.R.Abbott	-	Herbáceo
<i>Polygala</i> sp.	-	Herbáceo
Portulacaceae		
<i>Portulaca halimoides</i> L.	Beldroega	Herbáceo
Rhamnaceae		
<i>Crumenaria</i> sp.	-	Herbáceo
Rubiaceae		
<i>Diodella</i> sp.	-	Herbáceo
<i>Diodia</i> sp.	Diodia	Herbáceo
Não identificada 12	-	-
<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz & Pav.	Cabeça de Velho	Herbáceo
<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Vassourinha	Herbáceo
Verbenaceae		
Não identificada 13	-	-
<i>Stachytarpheta sessilis</i> Moldenke	Planta Medicinal	Herbáceo

*Espécies endêmicas da caatinga

Resultado semelhante foi obtido por Souza et al. (2013), ao afirmarem que os componentes predominantes da vegetação são do tipo herbáceo e arbustivo com pequena participação de espécies arbóreas. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato da vegetação nesta área encontrar-se em processo de regeneração, apresentando um solo com uma baixa cobertura vegetal ou até mesmo sem vegetação (desnudo), ocasionado pela ação extrativista e por chuvas de alta intensidade concentradas em curto período do ano, além da predominância das espécies resistentes a essas condições adversas como é o caso *Aristida setifolia* Kunth (Panasco), *Cyperus Compressus* (Barba de Bode) e *Sida sp* (malva).

Além disso, Santos et al. (2008) trabalhando com espécies da caatinga, afirmaram que a riqueza de espécies parece ser função da biodiversidade geral, e não de fatores ecológicos imediatos como, por exemplo, a precipitação e temperatura, mas que o maior ou menor número de espécies nos levantamentos ocorre em resposta a fatores relacionados à topografia, classe, profundidade e permeabilidade do solo.

Analisando a riqueza botânica da área estudada (Tabela 1) observa-se que 13 das 28 famílias identificadas, apresentaram somente uma espécie, representando 0,4485 das famílias encontradas na área, o que segundo Ratter et al. (2003), o número de famílias com somente uma espécie, indica um padrão característico de locais de alta diversidade. Assim, como Cassuce, (2012), ao avaliar a mesma área observou que 0,4167 das famílias foram representadas por apenas uma espécie.

De acordo com Souza et al. (2002), é comum em florestas tropicais poucas famílias deterem o maior número de indivíduos, e que esse predomínio numérico expressa a dominância da família, na área. Em relação à caatinga, esse comportamento foi comprovado por Barbosa et al. (2007) em levantamento florístico no Cariri paraibano, onde verificaram que 0,40 das famílias identificadas apresentaram apenas uma espécie, resultado esse que corrobora com os verificados neste trabalho.

Com isso, pode-se ressaltar que os estudos citados relatam situações com características semelhantes aos referenciados neste trabalho, ou seja, a maior ocorrência da família das Convolvulaceae, Euphorbiaceae e Poaceae, bem como, parte das famílias são representadas por apenas uma espécie. De uma forma geral isto permite constatar que os trabalhos em área de caatinga paraibana mostra a mesma tendência.

De acordo Tabarelli et al. (2000), apesar de a caatinga ser um dos ambientes menos estudados do Brasil, com aproximadamente 0,40 da área ainda não amostrada e 0,80 subamostrada, são conhecidas, atualmente, 932 espécies de plantas, das quais 380 são endêmicas desse ambiente. Com base também na lista de espécies da flora do Brasil (2013), foi possível verificar que das 73 espécies identificadas na área de estudo, 14 espécies são endêmicas da caatinga (Tabela 1). Esse valor, de 0,1917 está próximo dos 0,18 e 0,21 de endemismo calculado para em área de caatinga por Lima & Barbosa (2014) e Giuliatti et al. (2002), respectivamente. A minoria das espécies que na atualidade foram catalogadas, inclusive as identificadas neste estudo são comuns em diversas áreas de caatinga em diferentes estados e municípios do nordeste brasileiro, como por exemplo, Catingueira, Pereiro, Felicidade, Mandacaru e Malva.

Na Tabela 2 destaca-se que das 28 famílias identificadas, as Convolvulaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Malvaceae, Poaceae e Rubiaceae são as que melhor representaram a área, por estarem presentes na frequência em todas as coletas ao longo do ano. Provavelmente, esse comportamento ocorreu por essas espécies apresentarem baixas exigências em fertilidade do solo e por serem eficientes na utilização dos nutrientes existentes em solo do semiárido, adaptando-se facilmente às características desse solo franco arenoso.

As espécies que apresentaram os maiores percentuais de frequência absoluta e relativa foram as *Evolvulus alsinoides* (Convolvulaceae), *Cyperus compressus* (Cyperaceae), *Macroptilium lathyroides* e a *Mimosa pudica* L. (Fabaceae), *Sida sp* (Malvaceae), *Aristida setifolia* Kunth (Poaceae), *Diodia sp.* (Rubiaceae). A frequência relativa destas 07 espécies juntas durante o período experimental representaram 0,602 do total.

Estes resultados comprovam o quanto estas espécies são dominantes, principalmente por apresentarem maior adaptação às condições de variabilidade das características do solo e da sazonalidade climática típica da região do cariri paraibano, demonstrando maior poder de sobrevivência às condições adversas da região, sobretudo com relação ao baixo índice pluviométrico (299,90 mm) durante o todo o período experimental.

Tabela 2 - Frequência das espécies subarborescentes e herbáceas presentes em área de caatinga no Cariri Paraibano no período de agosto de 2013 a julho de 2014

Família	Nome vulgar	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julho	
		FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	
Amaranthaceae	Alecrim	9,34	1,96	4,31	0,80	0,00	0,00	0,86	0,14	0,89	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	2,35	0,89	0,17	0,00
Asteraceae	Mata pasto	13,48	2,83	15,52	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cactaceae	Coroa de frade	0,86	0,18	0,86	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cactaceae	Palmatória	3,39	0,71	3,45	0,64	0,86	0,35	2,59	0,41	1,14	0,24	0,00	0,00	7,14	1,56	0,00	0,00	3,70	0,72	0,00	0,00	1,79	0,34	1,72	
Cactaceae	Xique-xique	0,86	0,18	1,72	0,32	2,59	1,06	3,45	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,14	1,18	0,00	0,00	1,19
Cactaceae	Quipá	0,83	0,17	2,59	0,48	4,31	1,76	1,72	0,27	0,00	0,00	7,69	1,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72
Cyperaceae	Barba de bode	38,82	8,15	40,52	7,52	9,48	3,88	51,72	8,23	54,29	11,33	96,15	21,74	42,86	9,38	95,83	23,23	59,26	11,59	39,29	6,47	46,71	8,89	27,83	
Convolvulaceae	Felicidade	21,98	4,61	28,45	5,28	7,03	2,88	43,97	4,00	39,59	8,26	7,69	1,74	28,57	6,25	26,30	4,10	31,17	2,83	34,71	2,88	5,87	1,12	2,00	
Euphorbiaceae	Cunhãozinho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,03	0,96	5,56	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,98	0,57	2,05
Euphorbiaceae	Velame	1,72	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	5,17	0,82	0,00	0,00	7,69	1,74	3,57	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fabaceae	Amendoin	22,90	4,81	23,28	4,32	0,00	0,00	28,45	4,53	20,71	4,32	7,69	1,74	3,57	0,78	37,50	9,09	44,44	8,70	14,29	2,35	15,88	3,02	1,14	
Fabaceae	Xibio de nega	5,17	1,09	5,17	0,96	4,59	1,87	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,38	0,86	
Fabaceae	Feijão de rola	12,76	2,68	14,66	2,72	4,86	1,99	0,86	0,14	0,93	0,19	7,69	1,74	17,86	3,91	12,67	2,87	7,41	1,45	14,29	2,35	38,84	7,39	4,31	
Fabaceae	Malícia	41,67	8,74	43,97	8,16	18,48	7,55	44,83	7,14	26,30	5,49	23,08	5,22	7,14	1,56	6,21	1,03	11,11	2,17	14,29	2,35	22,83	4,35	7,17	
Malvaceae	Malva	54,83	11,50	69,83	12,96	30,00	12,26	63,79	10,16	54,53	11,38	61,54	13,91	75,00	16,41	41,67	10,10	70,37	12,77	92,86	15,29	68,76	13,09	50,86	
Oxalidaceae	Trevo	2,53	0,53	0,86	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,81	2,90	3,57	0,59	0,89	0,17	0,00	
Poaceae	Panasco	80,52	16,89	81,03	15,04	58,24	23,81	79,31	11,63	76,70	16,01	88,46	20,00	92,86	20,31	83,33	20,20	85,19	15,67	92,86	15,29	90,56	15,24	89,61	
Poaceae	Folha larga	19,60	4,11	20,69	3,84	8,03	3,28	21,55	3,43	3,85	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	2,35	18,48	3,52	12,73
Poaceae	Capim buffel	2,56	0,54	2,59	0,48	0,86	0,35	0,86	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,14	1,18	1,04	0,20	0,86
Poaceae	Capim miúdo	0,00	0,00	2,59	0,48	5,17	2,11	9,20	1,46	4,96	1,04	15,38	3,48	10,71	2,34	0,00	0,00	7,41	1,45	17,86	2,94	11,46	2,18	1,59	
Phyllantaceae	Quebra pedra	5,92	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	12,07	1,92	0,93	0,19	3,85	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,79	0,53	0,00
Portulacaceae	Beldroelgua	0,83	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	30,17	4,80	26,12	5,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,57	0,59	1,00	0,19	0,00
Rubiaceae	Diódia	37,21	7,81	47,41	8,80	16,21	6,62	53,45	8,51	32,74	6,84	30,77	6,96	28,57	6,25	4,17	1,01	18,52	3,62	32,14	5,29	62,77	11,95	51,64	
Rubiaceae	Cabeça de velho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,24	2,74	10,91	2,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*NI	*NI	45,09	9,46	40,52	7,52	18,37	7,51	89,53	13,62	38,23	7,98	19,15	4,33	64,32	14,07	0,34	0,08	42,53	7,87	66,86	10,67	93,34	17,35	12,93	

FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa; *NI = não identificadas.

Com o progredir dos meses de seca, o estrato herbáceo foi composto principalmente por *Aristida setifolia* Kunth (Panasco), *Cyperus compressus* (Barba de Bode) e *Sida sp* (malva) que são exemplos de espécies consideradas como indicadoras de áreas em processo de degradação na caatinga. Mas também deve-se considerar a possibilidade de ser plantas que se adaptam melhor a uma região com baixa precipitação pluvial.

No entanto, nos meses em que ocorreram as maiores precipitações pluviais que foram novembro, abril e maio esta frequência relativa reduz para 0,4994 estando abaixo dos 0,60 observado nos outros meses. Fato este que pode ser explicado em razão da ocorrência de picos de chuvas, que acarretam no aumento da diversidade de outras plantas presentes na área. Isto porque nestes meses de chuva dá-se início a rebrota das demais espécies do estrato herbáceo e subarbustivo o que contribui de forma significativa para o aumento na frequência de outras espécies, proporcionando o aumento no número de espécies presentes na área.

Bezerra (2009), ao avaliar o banco de sementes em área de caatinga, observou que as famílias que se sobressaíram com maior número de indivíduos foram a Cyperaceae, Convolvulaceae, Poaceae e Rubiaceae, o que corresponde aos resultados semelhantes obtidos neste trabalho. É importante destacar que a maioria dessas famílias está presente em grande parte dos trabalhos realizados em áreas de caatinga.

Na Tabela 2 algumas espécies só estão presentes após os picos de chuvas, desaparecendo ou apresentando baixa frequência nos meses de ausência e/ou baixa precipitação pluvial como é o caso da *Alternanthera tenella* Colla (Amaranthaceae), *Arachis pintoii* Benth, *Centrosema brasilianum* (L.) Benth (Fabaceae) e *Oxalis sp* (Oxalidaceae).

Isto ocorre por se tratar de espécies herbáceas anuais, que vegetam somente no período chuvoso, germinam rapidamente e completa seu ciclo de vida em um curto espaço de tempo, o que garante a renovação de sementes no solo. Pereira, (1989) ao avaliar o desenvolvimento de espécies do estrato arbóreo e herbáceo acompanhando os estádios fenológicos durante dois anos, concluiu que a maioria das espécies herbáceas completa seu ciclo de vida até a metade do período chuvoso, o que justifica a presença ou ausência destas espécies ao longo do ano, variando em função dos picos de precipitação.

Na Tabela 3 pode-se observar baixa participação dos estratos arbustivo/arbóreo na área estudada, possivelmente por se tratar de uma área que ao longo dos anos vem sofrendo com a ação antrópica.

Segundo Santos et al. (2009) o empobrecimento da flora com a degradação ambiental ocorre em todos os estratos da vegetação, mas os estratos superiores são mais afetados. A redução da flora é acompanhada da diminuição do índice de diversidade, que mais significativo no estrato das lenhosas baixas.

As espécies arbustivo/arbóreas presentes na área estudada foram: *Aspidosperma pirifolium* (Apocynaceae), *Croton sonderianus* Müll. Arg, *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg) Pax & L. Hoffm., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill (Euphorbiaceae), *Desmanthus virgatum* (L.) Willd, *Prosopis juliflora* D.C (Fabaceae) e *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Leguminosae). Destas apenas o *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm. (Faveleira), *Desmanthus virgatum* (L.) (Jureminha) e Willd, *Prosopis juliflora* D.C (algaroba) não estiveram presentes em todos os meses de coleta (Tabela 3).

Portanto, todas as outras espécies presentes na frequência são plantas endêmicas da caatinga, as quais resistem melhor às condições estressantes da caatinga por serem adaptadas às condições adversas da região. É importante destacar que há uma pequena heterogeneidade de espécies com relação aos estratos arbustivo/arbóreo.

Tabela 3 - Frequência das espécies arbustivas e arbóreas presentes em área de caatinga no Cariri Paraibano no período de agosto de 2013 a julho de 2014

Família	Nome vulgar	Agosto		Setembro		Outubro		Novembro		Dezembro		Janeiro		Fevereiro		Março		Abril		Maio		Junho		Julh
		FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA
Apocynaceae	Pereiro	3,42	0,72	15,52	2,88	15,17	6,20	18,10	2,88	12,38	2,58	11,54	2,61	7,14	1,56	16,67	4,04	22,22	4,35	32,14	5,29	4,13	0,79	2,86
Euphorbiaceae	Faveleira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,14	1,14	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Euphorbiaceae	Marmeleiro	11,93	2,50	12,93	2,40	3,72	1,52	14,66	2,33	18,48	3,86	3,85	0,87	7,14	1,56	37,50	9,09	44,44	8,70	46,43	7,65	9,87	1,88	11,67
Euphorbiaceae	Pinhão bravo	19,63	4,12	25,00	4,64	11,76	4,81	20,69	3,29	18,30	3,82	15,38	3,48	32,14	7,03	29,17	6,07	29,63	5,80	32,14	5,29	12,76	2,43	8,89
Fabaceae	Jureminha	8,53	1,79	11,21	2,08	6,00	2,45	9,48	1,51	17,00	3,55	3,85	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	0,72	3,57	0,59	5,06	0,96	4,86
Fabaceae	Algaroba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,57	0,78	4,17	1,01	3,70	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leguminosae	Catingueira	10,23	2,15	24,14	4,48	18,93	7,74	26,72	4,25	13,41	2,80	26,92	6,09	25,00	5,47	33,33	8,08	40,74	7,97	42,86	7,06	17,27	3,29	24,02

FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa.

O percentual de biomassa dos estratos e a cobertura do solo (CS) da caatinga flutuaram ao longo do ano em decorrência da precipitação pluvial como se pode observar na Figura 4.

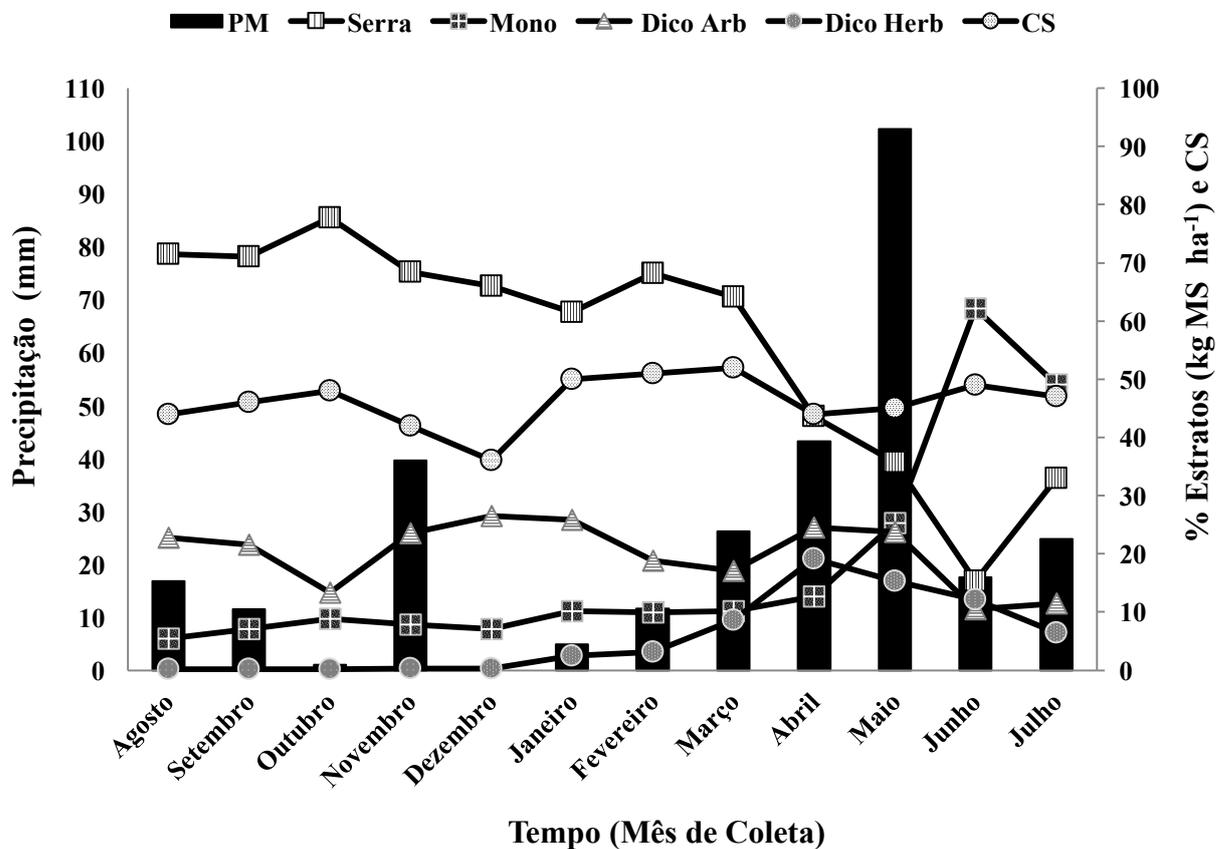


Figura 4 - Participação (%) de biomassa por estrato em relação à precipitação pluvial no período de agosto 2013 a julho de 2014 em (kg MS /ha) em área de caatinga no Cariri Paraibano. PM (Precipitação Mensal), Serra (Serrapilheira), Mono (Monocotiledônea), Dico Arb (Arbustivo/Arbóreo), Dico Herb (Dicotiledônea Herbácea) e CS (Cobertura do Solo).

Nos meses de (fevereiro e março) e (junho, julho, agosto e setembro), a vegetação ainda se apresentava com pequena participação de material verde, possivelmente, devido às chuvas ocorridas durante os meses anteriores. Nos meses de ausência ou de baixa precipitação pluvial (outubro, dezembro e janeiro), a vegetação encontrava-se totalmente seca. Neste período observa-se que quase não há participação do estrato herbáceo na composição botânica da área, principalmente no que diz respeito às dicotiledôneas herbáceas.

Em meados de março ocorreram picos de precipitações o que resultou no início da recuperação da vegetação que estava sofrendo com o impacto que recebeu durante os meses de ausência de chuva, começando a rebrotar dos estratos herbáceos e subarbustivos. Nos meses de abril, maio e junho devido às chuvas (Figura 04), a caatinga retomou toda sua flora, chegando ao máximo desenvolvimento dos estratos herbáceo e subarbustivo.

A participação do estrato arbustivo/arbóreo e da serrapilheira mantiveram-se constante quase que o ano inteiro, ocorrendo queda apenas nos meses de dezembro, abril, maio e junho em decorrência das precipitações pluviais. A redução da serrapilheira ocorreu, pois a sua permanência no solo faz com que seja degradada rapidamente, quando há ocorrência de chuvas.

Com relação à cobertura do solo, a mesma variou de 0,32 a 0,52 nos meses de janeiro e março respectivamente, o que está associado a variações nos pulsos de precipitação durante o período experimental (Figura 4). O menor percentual de cobertura do solo ocorreu no mês de janeiro possivelmente pela diminuição da quantidade de serrapilheira disponível, por causa da chuva que ocorreu no mês de novembro fazendo com que a serrapilheira se decomponha e se incorpore ao solo na forma de matéria orgânica e o maior percentual de cobertura do solo ocorreu em março possivelmente pelo aumento da participação da serrapilheira, das monocotiledôneas e dicotiledôneas herbáceas, o que resultou no aumento do índice de cobertura do solo.

Os valores apresentados na Tabela 4 mostram que a disponibilidade de forragem das dicotiledôneas herbáceas, monocotiledônea, serrapilheira e arbustivo-arbóreas apresentou diferença estatística ($P < 0,05$) entre os meses e os estratos. A produção de biomassa na área de caatinga de São João do Cariri variou de 777,07 a 1489,40 kg MS ha^{-1} . A variação foi de 0,70 com o valor mais alto ocorrendo em maio de 2014 e o menor em fevereiro de 2014.

Em fevereiro, a fração de serrapilheira contribuiu com 0,68 da disponibilidade de biomassa total, já em junho a percentual foi de apenas 0,15 esse comportamento pode ser explicado em função dos picos de precipitação, pois em fevereiro choveu apenas 12 mm e nos meses anteriores janeiro e dezembro a chuva foi de apenas 4,9 e 0 mm respectivamente, caracterizando um período de seca onde não se tem mais diversidade dos estratos, o que se tem é apenas a serrapilheira advinda das plantas

arbustiva/arbórea caducifólia, por causa da queda das folhas, que ocorrem sempre a no início dos meses de ausência de chuva ou baixa precipitação pluvial, proporcionando elevados valores de serrapilheira nos meses de seca.

Em contrapartida no mês de junho a serrapilheira que constituía a principal fonte de forragem, com a chuva, a mesma inicia o processo decomposição e passa a ser rejeitado pelos animais, deixando praticamente de existir porque se incorpora ao solo na forma de matéria orgânica para repor nutrientes ao solo, contribuindo para evitar o processo de erosão.

A forragem disponível passa a ser representada pelo estrato herbáceo emergente e pela rebrota das espécies lenhosas, que em conjunto, representam os mais baixos valores de biomassa tornando-se a base alimentar destes animais e assim nesta época se tem uma grande diversidade de plantas disponíveis para os animais.

Araújo Filho et al. (1996), avaliou a disponibilidade de biomassa em área de caatinga, na região de Inhamuns (Ceará), sob pastoreio combinado de caprinos e ovinos, observaram que a disponibilidade de biomassa em pé variou de 329 kg MS ha⁻¹ a 1320 kg MS ha⁻¹. A serrapilheira aumentou de 818 kg MS ha⁻¹ na época de transição estação chuva/seca para 2063 kg MS ha⁻¹ na transição estação seca/chuva.

Segundo, Araújo Filho et al. (2002) quando avaliou os efeitos da manipulação da vegetação lenhosa da caatinga, através de práticas como o desmatamento, raleamento, rebaixamento e caatinga natural, sobre a produção de biomassa da caatinga, observaram que a disponibilidade nos período de transição seca/chuva, chuva/seca, é quantitativamente limitada, o que corrobora os valores obtidos neste trabalho para disponibilidade total de biomassa.

A disponibilidade do estrato herbáceo (Tabela 4) variou ao longo do período experimental apresentando diferença estatística a 0,05 de probabilidade entre os meses e os estratos. Para as dicotiledôneas herbáceas e monocotiledôneas a produção de biomassa foi de 1,02 a 165,96 kg MS ha⁻¹ e 49,79 a 686,79 kg MS ha⁻¹, respectivamente. Provavelmente, esta variação aconteceu devido à influência da irregularidade da distribuição da precipitação em relação ao ciclo fenológico da planta como a brotação, crescimento e maturação da vegetação associado ao efeito de pastejo dos caprinos.

Tabela 4 - Flutuação de biomassa por estrato no período de agosto 2013 a julho de 2014 em (kg de Mn ha⁻¹) e (kg de MS ha⁻¹) em área de caatinga no Cariri paraibano

Disponibilidade kg de Matéria Natural ha⁻¹					
Mês	¹ Serra	¹ Mono	¹ Dico Arb.	¹ Dico Herb.	Total
Agosto	1079,72 ^{ABa}	82,61 ^{Decb}	344,73 ^{ABb}	3,45 ^{Bc}	1510,51 ^{BC}
Setembro	946,04 ^{ABa}	95,13 ^{CDB}	287,55 ^{ABb}	2,88 ^{Bc}	1331,60 ^{BCD}
Outubro	897,19 ^{ABa}	101,54 ^{CDB}	153,84 ^{Bb}	1,54 ^{Bc}	1154,11 ^{CD}
Novembro	799,10 ^{ABCa}	91,33 ^{Db}	275,18 ^{ABb}	2,75 ^{Bc}	1168,37 ^{CD}
Dezembro	730,69 ^{ABCa}	79,00 ^{Dc}	293,74 ^{ABbc}	2,94 ^{Bc}	1106,36 ^{CD}
Janeiro	966,92 ^{ABa}	158,85 ^{CDbc}	406,92 ^{ABb}	38,85 ^{ABc}	1571,54 ^{BC}
Fevereiro	667,14 ^{ABCa}	97,50 ^{Db}	183,93 ^{Bb}	30,43 ^{ABb}	979,00 ^D
Março	1152,98 ^{Aa}	182,50 ^{CDB}	307,00 ^{ABb}	155,00 ^{ABb}	1797,48 ^B
Abril	761,11 ^{ABCa}	220,74 ^{CDB}	428,00 ^{ABb}	334,00 ^{ABb}	1743,85 ^B
Maiο	883,93 ^{ABCa}	625,00 ^{BCab}	587,00 ^{Aab}	378,00 ^{Ab}	2473,93 ^A
Junho	372,70 ^{Cb}	1516,92 ^{Aa}	296,97 ^{ABbc}	295,22 ^{ABbc}	2481,81 ^A
Julho	605,45 ^{B^{Ca}}	900,86 ^{Ba}	209,69 ^{Bb}	118,36 ^{ABb}	1834,35 ^B

Disponibilidade kg de Matéria Seca ha⁻¹					
Mês	¹ Serra	¹ Mono	¹ Dico Arb.	¹ Dico Herb.	Total
Agosto	809,82 ^{ABa}	49,79 ^{Cb}	157,77 ^{Ab}	1,58 ^{Ac}	1018,95 ^{CD}
Setembro	769,78 ^{ABa}	71,46 ^{BCb}	153,55 ^{Ab}	1,54 ^{Ac}	996,32 ^{CDE}
Outubro	760,04 ^{ABa}	88,57 ^{BCb}	101,82 ^{Ab}	1,02 ^{Ac}	951,45 ^{CDE}
Novembro	691,09 ^{BCa}	78,92 ^{BCb}	152,66 ^{Ab}	1,53 ^{Ac}	924,19 ^{DE}
Dezembro	654,93 ^{BCa}	67,80 ^{BCb}	137,65 ^{Ab}	1,38 ^{Ac}	861,76 ^{DE}
Janeiro	726,55 ^{ABa}	121,11 ^{BCb}	182,91 ^{Ab}	27,12 ^{Ac}	1057,69 ^{CD}
Fevereiro	591,55 ^{BCa}	78,64 ^{BCb}	85,01 ^{Ab}	21,88 ^{Ab}	777,07 ^E
Março	970,69 ^{Aa}	131,87 ^{BCb}	137,17 ^{Ab}	77,65 ^{Ab}	1317,37 ^{AB}
Abril	650,37 ^{BCa}	115,84 ^{BCb}	174,36 ^{Ab}	150,42 ^{Ab}	1090,99 ^{BCD}
Maiο	744,89 ^{ABa}	295,34 ^{Bb}	283,21 ^{Ab}	165,96 ^{Ab}	1489,40 ^A
Junho	260,15 ^{Db}	686,79 ^{Aa}	114,13 ^{Abc}	103,01 ^{Abc}	1164,08 ^{BC}
Julho	481,15 ^{CDa}	608,81 ^{Aa}	113,29 ^{Ab}	60,97 ^{Ab}	1264,22 ^{AB}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna, e médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade. ¹Serra = Serrapilheira, Mono = Monocotiledônea, Dico Arb = Arbustivo/Arbóreo e Dico Herb = Dicotiledônea Herbácea.

De acordo com Silva (1988), o maior desenvolvimento dos estratos arbóreo e arbustivo determina o pouco desenvolvimento do estrato herbáceo, em função, principalmente, da cobertura e densidade das espécies lenhosas.

A boa disponibilidade do estrato herbáceo na área experimental pode está associado a menor incidência de sombra sobre o solo, o que fornece radiação durante o ano todo e uma menor competição por nutrientes por parte das plantas herbáceas favorecendo o seu desenvolvimento.

Mas a presença de plantas anuais na caatinga contribui para redução na oferta do estrato herbáceo durante os meses secos do ano, pois, na sua maioria estas plantas tem ciclo curto, o que propicia a ocorrência rápida da queda de produção, acelerando decréscimo da disponibilidade deste estrato.

Segundo Moreira (2006) a disponibilidade de biomassa no componente herbáceo foi de 1,369 kg MS ha⁻¹ no mês de março, reduzido para um terço (452,1 kg MS ha⁻¹) em junho. Estes valores são considerados relativamente altos, uma vez que um dos principais problemas da caatinga é a limitação do estrato herbáceo, motivo, inclusive, para as propostas de raleamento (Araújo Filho, 1995).

A disponibilidade no componente arbustivo/arbóreo variou ao longo do ano (Tabela 4). A produção de biomassa foi 85,01 a 283,21 kg MS ha⁻¹. Os valores de disponibilidade observados no estrato arbustivo/arbóreo podem ser considerados baixos, seja pela inacessibilidade de algumas plantas que apresentam porte muito elevado, fora do alcance dos animais, seja pela presença de grande número de indivíduos novos. A forragem considerada neste trabalho como efetivamente disponível aos animais, foi composta pela vegetação coletada até 1,60 m de altura. Outro fator que pode ter contribuído para essa baixa disponibilidade do estrato arbustivo/arbóreo é devido à área ser composta por uma caatinga aberta com baixa frequência deste estrato (Tabela 3).

De uma maneira geral, a caatinga nos meses de chuva apresenta uma alta disponibilidade de biomassa, oriunda de diversas espécies dos diferentes estratos, entretanto apenas parte desse material, pode ser considerada como forragem, efetiva para os animais. No entanto nos meses de seca essa disponibilidade reduz consideravelmente e não há praticamente diversidade botânica dos diferentes estratos. Sendo a biomassa disponível composta quase que exclusivamente de serrapilheira.

Com isso, deve-se realizar um estudo mais específico de quais as espécies que compõe a serrapilheira para a implementação de práticas de manejo para aperfeiçoar a utilização desse recurso, de suma importância na alimentação animal em pastejo em áreas de caatinga durante os meses de baixa ou nenhuma precipitação pluvial.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5 a composição químico-bromatológica apresentou diferença estatística ($P < 0,05$), exceto para a serrapilheira entre os meses e variou estatisticamente entre os estratos em todos os meses, o que alterou os teores nutricionais ao longo do ano em função dos fatores climáticos, ciclo fenológico das plantas e pastejo dos animais que estiveram presentes na área durante o ano experimental. Fato esse considerado por Clipes et al., (2006) que afirma que os fatores climáticos e outros fatores externos, como o pastejo, podem levar a alterações no valor nutritivo das plantas.

Os teores de proteína bruta (PB) variaram de 63,71 a 158,49 g kg⁻¹ de MS. Esses valores podem ser considerados bons para forrageira nativas da caatinga. Verifica-se que a PB para todos os estratos avaliados exceto a serrapilheira nos mês de agosto (68,81 g kg⁻¹ de MS), dezembro (67,80 g kg⁻¹ de MS) e maio (63,71 g kg⁻¹ de MS) não estão dentro do parâmetro considerado mínimo de (70 g kg⁻¹ de MS) para não afetar a fermentação ruminal e assim assegurar o bom desenvolvimento microbiano (Van Soest, 1994).

No entanto, Gomide e Queiroz, (1994) que há necessidade de um valor mais alto de PB para o atendimento das exigências proteicas do organismo animal. Neste caso, a qualidade da forrageira passa a ser acima de 120 g kg⁻¹ de MS. No presente estudo, os valores encontrados para PB para alguns meses e estratos estão abaixo deste valor provavelmente devido ao estado de maturidade que as plantas foram coletadas. Neste trabalho também foram encontrados valores acima de 120 g kg⁻¹ de MS de proteína bruta mostrando assim que a vegetação da caatinga apresenta um bom valor nutricional.

Na Tabela 5, observa-se que para as monocotiledôneas e para o estrato arbustivo-arbóreo o menor valor de proteína bruta ocorreu no mês de outubro (53,84 e 106,66 g kg⁻¹ de MS) respectivamente, provavelmente pela predominância de espécies de baixo valor forrageiro, como é o caso das malváceas (malva-branca e rasteira), *Aristida Setifolia* Kunth (Panasco) e *Cyperus Compressus* (Barba de Bode), possivelmente ocasionado pela ausência precipitação, o que reduziu a diversidade de

espécies, a quantidade de biomassa e conseqüentemente a qualidade do material amostrado neste mês. Mas para a serrapilheira o menor teor de PB foi observado no mês de maio (63,71 g kg⁻¹ de MS).

O menor teor de PB pode ter sido motivado pelos pulsos de precipitação e pela alta disponibilidade de biomassa de forragem, uma vez que a serrapilheira possivelmente já estava em processo de decomposição e incorporação ao solo.

No entanto, no mês de maio os teores de PB dos outros estratos aumentaram devido aos pulsos de precipitação, fazendo com que aumentasse a quantidade e a qualidade da forragem disponível, com isso, melhorou o valor nutricional da pastagem devido a presença de gramíneas cultivadas presentes na área com o *Cenchrus ciliaris* L (capim Buffel) e o *Axonopus purpusii* (Ness) (capim Mimoso), assim como a presença das dicotiledôneas herbáceas como o *Arachis pintoi* Benth (amendoim forrageiro) e os *Centrosema brasilianum* (L.) Benth e *Macroptilium lathyroides* que apresenta bom valor nutricional.

Os maiores teores de PB foram encontrados nos estratos arbustivo/arbóreo e dicotiledôneas herbáceas que foi superior aos demais durante todo o período experimental. Mas quando se compara a PB dos estratos arbustivo/arbóreo e dicotiledôneas herbáceas pode-se observar que não há diferença significativa entre eles entre os meses de novembro de 2013 a junho de 2014.

Estes resultados podem ter sido ocasionados pelo grau de maturação que estas plantas estavam no momento da coleta, pois estas espécies são distintas e apresentam estágio fenológico diferentes. Segundo Agnusdei et al. (2001), os valor nutricional das plantas variam principalmente conforme a espécie e o estágio fenológico que estas se encontram, o que vem a confirmar com os resultados encontrados neste trabalho. Pois a medida que progride os meses de estiagem, também aumenta o período de maturação da planta, o que reduz o teor de proteína bruta e eleva a quantidade de fibra na planta.

Na Tabela 5 observa-se que os teores de fibra em detergente neutro (FDN) para a serrapilheira e dicotiledôneas herbácea diferiram entre os meses e os estratos (P<0,05). Já para a fibra em detergente ácido (FDA) a diferença estatística (P<0,05) ocorreu entre os meses e os extratos.

Tabela 5 - Teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) em (g kg⁻¹ de MS) dos estratos encontrados na área de estudo, no período de agosto 2013 a julho de 2014 em área de caatinga no Cariri Paraibano

ESTRATO	PAR.	AGT	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
DICO ARB.		457,67 ^{Ac}	533,98 ^{Ab}	661,87 ^{Ab}	554,75 ^{Ab}	468,61 ^{Ab}	456,47 ^{Ab}	467,11 ^{Ab}	454,02 ^{Ab}	423,15 ^{Ab}	520,53 ^{Ab}	444,14 ^{Ab}	540,27 ^{Abc}
DICO HERB.	MS	-----	-----	-----	-----	-----	736,45 ^{Aa}	733,89 ^{A ab}	505,18 ^{ABb}	447,73 ^{ABb}	427,30 ^{ABb}	348,91 ^{Bb}	515,14 ^{ABc}
SERRA		750,02 ^{ABa}	813,69 ^{ABa}	847,12 ^{ABa}	864,82 ^{ABa}	896,27 ^{Aa}	750,95 ^{ABa}	886,69 ^{ABa}	842,92 ^{Aba}	857,24 ^{ABa}	849,53 ^{ABa}	698,01 ^{Ba}	794,70 ^{ABa}
MONO		602,71 ^{BCb}	751,24 ^{ABa}	872,31 ^{Aa}	864,12 ^{Aa}	858,34 ^{Aa}	717,72 ^{ABa}	786,61 ^{ABa}	710,07 ^{ABCab}	508,86 ^{BCb}	439,39 ^{BCb}	452,75 ^{Cb}	675,81 ^{BCab}
DICO ARB .		908,85 ^{Aa}	911,54 ^{Aa}	929,16 ^{Aa}	940,67 ^{Aa}	945,84 ^{Aa}	933,45 ^{Aa}	938,56 ^{Aa}	945,16 ^{Aa}	931,75 ^{Aa}	944,46 ^{Aa}	935,01 ^{Aa}	937,87 ^{Aa}
DICO HERB.	MO	-----	-----	-----	-----	-----	926,94 ^{Aa}	935,21 ^{Aa}	934,16 ^{Aa}	923,78 ^{Aa}	932,44 ^{Aa}	860,05 ^{Aab}	874,97 ^{Ab}
SERRA		831,009 ^{Bb}	854,02 ^{ABb}	874,60 ^{ABb}	896,19 ^{ABa}	913,18 ^{Aa}	865,15 ^{ABa}	899,01 ^{ABa}	903,54 ^{ABab}	879,51 ^{ABa}	908,44 ^{ABa}	813,93 ^{Bc}	861,67 ^{ABb}
MONO		914,95 ^{ABa}	926,88 ^{ABa}	928,41 ^{Aa}	932,26 ^{Aa}	931,77 ^{Aa}	921,47 ^{ABa}	913,24 ^{ABa}	828,82 ^{Bb}	899,84 ^{ABa}	891,21 ^{ABa}	874,00 ^{ABb}	904,29 ^{ABab}
DICO ARB .		158,49 ^{Aa}	118,46 ^{Ba}	106,66 ^{Ba}	127,14 ^{ABa}	136,79 ^{ABa}	151,04 ^{ABa}	158,20 ^{ABa}	127,30 ^{Aba}	122,57 ^{ABab}	129,58 ^{ABa}	137,76 ^{ABa}	125,71 ^{Aba}
DICO HERB.	PB	-----	-----	-----	-----	-----	129,93 ^{Aab}	109,00 ^{Aab}	118,04 ^{Aa}	134,28 ^{Aa}	105,32 ^{Aab}	114,42 ^{Aa}	115,19 ^{Aa}
SERRA		68,81 ^{Ac}	70,08 ^{Ab}	72,51 ^{Ab}	70,74 ^{Ab}	67,80 ^{Ab}	73,31 ^{Ac}	82,29 ^{Ab}	85,18 ^{Aa}	74,81 ^{Ab}	63,71 ^{Ab}	81,09 ^{Ab}	84,86 ^{Ab}
MONO		113,59 ^{Ab}	76,79 ^{ABCb}	53,84 ^{Cb}	55,20 ^{BCb}	58,71 ^{BCb}	79,51 ^{ABCbc}	75,60 ^{ABCb}	94,79 ^{ABCa}	99,42 ^{ABCab}	108,07 ^{ABab}	86,75 ^{ABCb}	61,90 ^{BCb}
DICO ARB		430,29 ^{Ab}	448,98 ^{Ac}	485,53 ^{Ac}	457,03 ^{Ac}	450,06 ^{Ac}	370,55 ^{AC}	388,53 ^{Ab}	447,59 ^{Ab}	490,03 ^{Ab}	452,42 ^{Ac}	431,46 ^{Ad}	419,11 ^{Ad}
DICO HERB.	FDN	-----	-----	-----	-----	-----	492,02 ^{Bb}	487,47 ^{Bb}	635,84 ^{Aa}	563,80 ^{ABb}	588,68 ^{ABb}	582,70 ^{ABc}	587,15 ^{ABc}
SERRA		651,63 ^{ABa}	658,12 ^{ABb}	641,75 ^{Bb}	627,51 ^{Bb}	667,86 ^{ABb}	644,08 ^{ABa}	680,17 ^{ABa}	669,93 ^{Aba}	704,37 ^{ABa}	753,76 ^{Aa}	654,15 ^{ABb}	642,37 ^{Bb}
MONO		702,89 ^{Aa}	742,48 ^{Aa}	761,03 ^{Aa}	766,14 ^{Aa}	757,06 ^{Aa}	698,82 ^{Aa}	689,01 ^{Aa}	725,05 ^{Aa}	712,43 ^{Aa}	728,02 ^{Aa}	777,02 ^{Aa}	783,39 ^{Aa}
DICO ARB.		311,94 ^{Ac}	319,91 ^{Ac}	332,96 ^{Ac}	311,70 ^{Ac}	295,71 ^{ABc}	265,82 ^{ABc}	292,85 ^{ABc}	280,09 ^{ABb}	359,93 ^{Ac}	304,92 ^{ABc}	286,23 ^{ABc}	252,00 ^{Bc}
DICO HERB.	FDA	-----	-----	-----	-----	-----	357,10 ^{Bbc}	359,21 ^{Bbc}	432,06 ^{Aba}	404,24 ^{ABbc}	393,12 ^{ABb}	434,21 ^{Ab}	398,53 ^{ABb}
SERRA		544,77 ^{Aa}	510,84 ^{ABCa}	504,91 ^{ABCa}	486,00 ^{Ca}	489,10 ^{BCa}	515,94 ^{ABCa}	514,62 ^{ABCa}	504,59 ^{ABCa}	521,15 ^{ABCa}	570,57 ^{Aa}	536,89 ^{ABa}	486,85 ^{Ca}
MONO		386,86 ^{Bb}	409,11 ^{ABb}	409,11 ^{ABb}	439,65 ^{ABb}	443,10 ^{ABb}	403,87 ^{ABb}	403,36 ^{ABb}	466,96 ^{Aa}	457,42 ^{ABab}	432,84 ^{ABb}	449,97 ^{ABb}	452,06 ^{ABa}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha, e médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade ¹Serra = Serrapilheira, Mono = Monocotiledônea, Dico Arb = Arbustivo/Arbóreo e Dico Herb = Dicotiledônea Herbácea .

Onde os teores de FDN e FDA variaram de 370,55 a 783,39 g kg⁻¹ de MS e 252,00 a 570,57 g kg⁻¹ de MS respectivamente. Estas alterações podem estar relacionadas às espécies de plantas presentes, ciclo fenológico e as condições climáticas.

Pois elevados teores de FDN e FDA das forragens nativas deve-se principalmente ao avanço do estado fisiológico dessas espécies além da predominância de espécies de baixo valor nutricional como é o caso das malváceas, *Aristida setifolia* Kunth (Panasco) e *Cyperus Compressus* (Barba de Bode), pois nas estações (seca e transições seca/chuva e chuva/seca) reduz a quantidade e diversidade de espécies ficando somente as plantas mais resistentes e de baixo valor nutritivo afetando diretamente a qualidade das forragens nativas disponível neste período.

Outro fator que possivelmente aumentou os valores de FDN foi à redução na relação folha: caule da pastagem, o que influencia a diminuição da qualidade do pasto. Outro fator que pode ter contribuído para este aumento no FDN ocorreu devido a uma característica típica das gramíneas tropicais, por causa da eficiência fotossintética, o que acelera o crescimento e mudança na estrutura da vegetação, aumentando rapidamente as concentrações de fibra em detergente neutro (Formiga et al., 2011).

Pode-se observar na Tabela 5, que as plantas nos meses de seca apresentam teores mais elevados de FDN e FDA, quando comparadas àquelas que estavam presente nos meses de chuva, isso porque as plantas dos meses de seca se encontravam em estado de maturação mais acelerado em relação às plantas dos meses de chuva, onde a deposição de lignina aumenta com a maturação fisiológica e conseqüentemente ocorre a diminuição da digestibilidade. Dados semelhantes foram encontrados por Cassuce, (2012) quando estudou a composição bromatológica de espécies em três áreas de Caatinga, notou que os valores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido foram menores no período chuvoso em todas as áreas.

Araújo Filho et al. (2002) avaliou os efeitos da manipulação da vegetação lenhosa da caatinga, através de práticas como o desmatamento, raleamento, rebaixamento e caatinga natural, sobre a produção de biomassa da caatinga, observaram que a disponibilidade no início da estação das chuvas, quantitativamente limitada, embora qualitativamente sejam observados os melhores índices, o que corrobora os com o comportamento obtidos neste trabalho.

CONCLUSÕES

A vegetação da caatinga evidencia mudanças na riqueza florística e na frequência dos seus estratos e na serrapilheira ao longo de um ano. Demonstrando que as espécies deste ecossistema respondem à sazonalidade climática da região. A composição florística é representada por uma vegetação composta por 86 espécies (73 identificadas e 13 não identificadas), distribuídas em 62 gêneros e 29 famílias, sendo as que apresentaram maior riqueza de espécies foram a Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Poaceae, mostrando que a caatinga apresenta uma vegetação diversificada mesmo sob pastejo contínuo.

As famílias Cyperaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, Poaceae e Rubiaceae apresentam maior percentual de frequência nos períodos de avaliação dos estratos subarbustivas e herbáceas, com relação aos estratos arbustivo/arbóreo os maiores percentual de frequência foram representados pelas famílias Apocynaceae, Euphorbiaceae, e Fabaceae.

A disponibilidade de biomassa total varia de 777,07 a 1489,40 kg de MS ha⁻¹ ao longo do período experimental. Tanto a biomassa total como a participação dos estratos e da serrapilheira foram altamente sensíveis ao mês de coleta, sendo as flutuações da pluviosidade o principal responsável por esta variação.

A composição química da vegetação foi influenciada pelo mês de avaliação. Embora a dieta possua alto percentual de proteína bruta, parte dessa proteína está indisponível para o animal por estar ligada a fibra em detergente ácido. A vegetação da caatinga apresenta boa composição químico-bromatológica, podendo considerar que a caatinga apresenta potencial forrageiro e um bom valor nutricional as condições do semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNUSDEI, M. G.; COLABELLI, M. R.; FERNÁNDEZ GRECC, R. C. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el Sudeste Bonaerense. **Boletim Técnico** 152, 2001. 31p.

ANDRADE, M. V.M. Dinâmica e qualidade do estrato herbáceo e subarbustivo na caatinga do cariri paraibano. Universidade Federal da Paraíba, Areia. 181p. **Tese** (Doutorado em Forragicultura), 2008.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC, 1995, v. 1.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo Pastoril Sustentável da caatinga**, 22 ed., Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 200 p, 2013.

ARAÚJO FILHO, J. A.; GADELHA, J. A.; LEITE, E. R. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.25, n.3, p.383-395, 1996.

ARAÚJO FILHO, J.A. de; SOUSA, F.B. de; CARVALHO, F.C. de. Pastagens no semiárido: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS - Pesquisas para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília, DF. **Anais...** editado por R.P. de Andrade, A. de O. Barcellos e C.M.C da Rocha. Brasília:SBZ, 1995. p. 63-75.

ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R. et al. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.11-19, 2002.

ARAÚJO, E.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; RODAL, M.J.N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995.

ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto do Ibiapaba, Estado do Ceará. **Acta Botânica Brasilica**, Rio de Janeiro, v.13, n., p.1-13, 2002.

BARBOSA, M.R.V.; LIMA, I.B.; LIMA, J.R.; et al. Vegetação e Flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasileira**. v. 11, n. 3, p. 313-322, 2007.

BEZERRA, M.F. Florística e Fitossociologia do Banco de Sementes do Solo e Composição Bromatológica do Estrato Herbáceo da caatinga, no Cariri Paraibano, Paraíba. 2009, 107p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

BORGES, A. Q. Estrutura e dinâmica dos estratos herbáceo e subarbustivo em áreas de caatinga e sua relação com os pulsos de precipitação, Paraíba. 2012, 88p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

CASSUCE, M. R. Fitossociologia e Composição Bromatológica de Espécies Herbáceas e Subarbustivas em Áreas de Caatinga Sob Pastejo. 2012, 87p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

CLIPES, R. C.; SILVA, J. F. C.; DETMANN, E. et al. Composição química bromatológica da forragem durante o período de ocupação em pastagens de capim-elfante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e capim-mombaça (*Panicum maximum*,

Jacq.) sob manejo rotacionado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.868-876, 2006.

FORMIGA, L. D. A. S. ; PEREIRA FILHO, J. M. ; OLIVEIRA, N.S. ; SILVA, A. M. A. ; CÉZAR, M. F. ; SOARES, D. C. . Valor nutritivo da vegetação herbácea de caatinga enriquecida e pastejada por ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, p. 403-415, 2011.

GIULIETTI, A.M.; BOCAGE NETA. A.L.; CASTRO, A.A.J.F. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: J.M.C. Silva, M. Tabarelli, M.T. Fonseca & L.V. Lins (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p.48-90.

GOMIDE, J.A., QUEIROZ, D.S. Valor alimentício das Brachiarias. In: Simpósio Sobre Manejo Da Pastagem, 11, **Anais... FEALQ**: Piracicaba, 1994. p. 223-247.

LIMA, I.B.; BARBOSA, M.R.V. Composição Florística da RPPN Fazenda Almas, no Cariri Paraibano, Paraíba, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v.23, n.1, p 49-67, 2014.

MOREIRA, JN.; M.A.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.F.; ARAÚJO, G.G.L.; J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, G.C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1643-1651, nov. 2006.

NOY-MEIR, I. Desert ecosystems: environment and producers. **Annual Reviews Ecology System**, v. 4, p. 25-41, 1973.

PEREIRA, R.M.A.; FILHO, J.A.A.; LIMA, R.V. et al. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga. **Ciência Agrônômica** n.20, p.11-20, 1989.

QUEIROZ, M. A. Recursos Genéticos Vegetais da Caatinga para o Desenvolvimento do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.6, p.1135-1150, 2011.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S. & RIBEIRO, J. F. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburg journal of Botany**, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 1992. 24 p.

SANTOS, J. P.; ARAÚJO, E. L., ALBURQUERQUE, U. P. Richness and distribution of useful woody plants in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**. v. 72, p. 652-663, 2008.

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

SILVA, M.M.C; GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E.C.; DORNELLAS, G.V.; SOUSA, M.F.; FIGUEIREDO, M.V. Avaliação do padrão de fermentação de silagens elaboradas com espécies forrageiras do extrato herbáceo da caatinga nordestina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.87-96, 2004.

SILVA, V.M. da. Composição botânica e proteica da pastagem e da dieta e desempenho de bovinos em caatinga nativa e manipulada 1988. 111f. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

SOUZA, A. L.; SCHETTINO, S.; JESUS, R. M.; et al. Dinâmica da composição florística de uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva

Natural da Companhia Vale do rio Doce S.A. Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 26, n. 5, p. 549-558, 2002.

SOUZA, C. M. S.; BARRETO, H. F. Ma.; GURGEL, V. E. H.; COSTA, F. P. 992 Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido norte 993 riograndense do Brasil. **Holos (Natal. Online)**, v. 3, p. 196-204, 2013.

TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.; SANTOS, A.M.M. **Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na Caatinga: análise preliminar**. 2000. In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M. (Coord.) WORKSHOP Avaliação e identificação de ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga. 13p. Petrolina, 2000.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994. 498p.

CAPITULO 2

Balanço Proteico de Caprinos em Pastejo na Caatinga

Balanço Proteico de Caprinos em Pastejo na Caatinga

RESUMO

A determinação do valor nutricional da dieta ingerida por rebanhos criados a pasto, associado às suas exigências nutricionais, serve de base para o correto balanceamento de sua dieta, atendendo assim as exigências nutricionais destes animais em todas as fases do ciclo produtivo. Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da variação sazonal na qualidade da dieta e no balanço proteico de caprinos em crescimento pastejando na caatinga. Um ensaio de 12 meses a campo foi realizado em São João do Cariri-PB. Foram utilizados 05 cabritos SPRD fistulados no rúmen, com peso inicial médio de $22,90 \pm 04$ kg. As amostras fecais e das extrusa foram coletadas mensalmente durante cinco dias consecutivos. O modelo estatístico usado foi composto por quatro tratamentos (períodos) e cinco repetições (animais). O período de coleta influenciou ($P < 0,05$) a composição química e digestibilidade da extrusa dos caprinos, exceto para o teor de matéria orgânica, sendo que as principais diferenças registradas na composição química das dietas ocorreram nos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina e na digestibilidade *in vitro* de matéria seca e matéria orgânica. O consumo de matéria seca e de nutrientes foi influenciado ($P < 0,05$) pelo período do ano. O menor consumo de matéria seca ocorreu no período seco com $614,05$ g dia^{-1} , e o maior consumo de matéria seca ocorreu no período chuvoso com $854,23$ g dia^{-1} , mas não houve diferença significativa no período chuvoso em relação às transições de chuva/seca e seca/chuva. Verificou-se que a proteína esteve limitante na estação seca com déficits nas categorias de manutenção acrescida de ganhos de 150 e 200 g cab^{-1} dia^{-1} . No entanto, os balanços de proteína demonstraram que no período chuvoso e nas transições de chuva/seca e seca/chuva, este nutriente não é limitante para caprinos criados a pasto na caatinga.

Palavras-chaves: caprinos, nutriente limitante, pastagem nativa, valor nutricional

Protein Balance of Goats Grazing in the Caatinga

ABSTRACT

The determination of the nutritional value of the diet consumed by livestock on pasture, created associated to their nutritional requirements, serves as the basis for the correct load balance your diet, given the nutritional requirements of these animals in all stages of the production cycle. With that, the objective of this work to evaluate the effect of seasonal variation in diet quality and the protein balance of goats in pastejando growth in the caatinga. A twelve months test was held in São João do Cariri-PB. Five SPRD goats fistulated in the rumen were used, with average initial weight of 22.90 ± 04 kg. Fecal and extrusa samples were collected monthly for five consecutive days. The statistical model used was composed of four treatments (period) and five repetitions (animals). The collection period influenced ($P < 0.05$) the chemical composition and digestibility of extrusa goats, except for the organic matter content, and the main differences recorded in the chemical composition of diets occurred in the crude protein, fiber neutral detergent, acid detergent fiber, lignin and in vitro digestibility of dry matter and organic matter. The consumption of dry matter and nutrients was influenced ($P < 0.05$) by period of the year. The lower dry matter intake occurred in the dry period $614.05 \text{ g day}^{-1}$, and the greatest dry matter consumption occurred in the rainy period with $854.23 \text{ g day}^{-1}$, but there was no significant difference of the rainy period over transitions to rain /dry and dry/rain. It was found that the protein was a limitation in the dry period, with deficits in the maintenance categories plus gains 150 and $200 \text{ g head}^{-1} \text{ day}^{-1}$. However the protein balances showed that in the rainy period and the transitions rain/ dry and dry/rain, this nutrient was not limiting for goats raised on pasture in the caatinga.

Keywords: goats, limiting nutrient, native pasture, nutritional value

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar uma grande diversidade ambiental como relação ao solo, clima, vegetação e relevo, constituindo um mosaico de ecossistemas únicos, que exige conhecimento específico para que seja manejada de forma sustentável (Menezes et al., 2005). Além destas características, a precipitação pluvial da caatinga varia em média de 300 a 800 mm por ano, desta forma a quantidade de chuva na região não constitui o maior problema, mas sim a sua distribuição irregular.

A caprinocultura nordestina é considerada hoje como uma atividade econômica estratégica para o desenvolvimento sustentável do Cariri paraibano, em particular é a principal atividade pecuária da região e sua cadeia produtiva envolve importantes segmentos para o desenvolvimento sócio-econômico local, mesmo que a maioria dos produtores ainda mantenham sistemas de produção de desenvolvimento rural com base familiar e com isso apresenta baixos índices produtivos (Carvalho Junior et al., 2009).

Estima-se que aproximadamente 0,70 das espécies de plantas predominantes na caatinga participam significativamente da dieta dos ruminantes (Araújo Filho et al., 1995). No entanto a flutuação na oferta e na qualidade da vegetação é um fator limitante no desempenho animal. A produção anual de biomassa da folhagem das espécies lenhosas e das plantas herbáceas na caatinga atingem, em média, 4.000 kg de MS ha⁻¹, porém, apresentam grandes variações anuais (Araújo Filho et al., 1994). Além da variação na produção, ocorrem grandes mudanças na composição química destas plantas.

Segundo Santana et al. (2011), ao avaliarem a composição de extrusa na caatinga afirmaram que os teores médios de proteína bruta reduz logo que se encerra o período chuvosa, variando de 0,091 a 0,084, no estrato herbáceo e de 0,175 a 0,154, no arbóreo-arbustivo. Esta variação quantitativa e qualitativa da pastagem causa desajuste no atendimento das exigências nutricionais dos animais, principalmente com relação ao teor de proteína bruta, resultando em ganhos de peso no período chuvoso e perda de peso no período seco, havendo a necessidade de utilização de estratégias de manejo, como níveis de suplementação, que permitam a sustentabilidade do sistema de produção.

Portanto, a utilização da pastagem nativa, como única fonte de alimentação, pode não atender as exigências nutricionais dos animais em todas as fases do ciclo produtivo, podendo ser necessário suplementá-los, de forma que a oferta da proteína pela vegetação da caatinga pode ser insuficiente para atender as exigências dos animais em determinadas fases fisiológicas e devido a períodos de escassez e de baixa qualidade da forragem disponível. Com isso pode ocorrer alternância entre períodos de déficit proteico e épocas de excesso de proteína, causando um desbalanceamento no atendimento proteico em sistemas de criação de caprinos na caatinga.

Dessa forma, conhecer o potencial de cada região e traçar um planejamento correto durante os períodos de escassez de forragem é fundamental para manter uma produção constante e organizada. Mesmo com todas as suas limitações, o Semiárido nordestino apresenta elevado potencial e mantém uma boa produção animal, principalmente quando associada às técnicas de fenação, ensilagem e uma correta suplementação, para atender as exigências nutricionais dos animais. Assim, objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito da variação sazonal na qualidade da dieta e no balanço proteico de caprinos em crescimento pastejando na caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de agosto de 2013 a julho de 2014, na Estação Experimental do Centro de Ciências Agrárias – UFPB, situado no município de São João do Cariri-PB, cuja posição geográfica está entre as coordenadas 7°23'30" latitude sul e 36°31'59" de longitude oeste, em uma altitude de 458 m, localizado na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri oriental. Na Figura 1 encontra-se a localização geográfica do município de São João do Cariri - PB, Brasil.

A vegetação é do tipo caatinga, e representa grande diversidade em seus diferentes estratos (herbáceo, arbustivo e arbóreo). De acordo com a classificação de Köppen, predomina na região o clima Bsh-semiárido quente com chuvas de verão-outono, um fator que está associado à escassez de chuvas é a irregularidade das precipitações pluviais, havendo curtos períodos de chuvas e estação seca prolongada. A região apresenta temperatura média mensal máxima de 27,2 °C e mínima de 23,1 °C, índice pluviométrico médio em torno de 400 mm por ano e umidade relativa do ar 0,70.

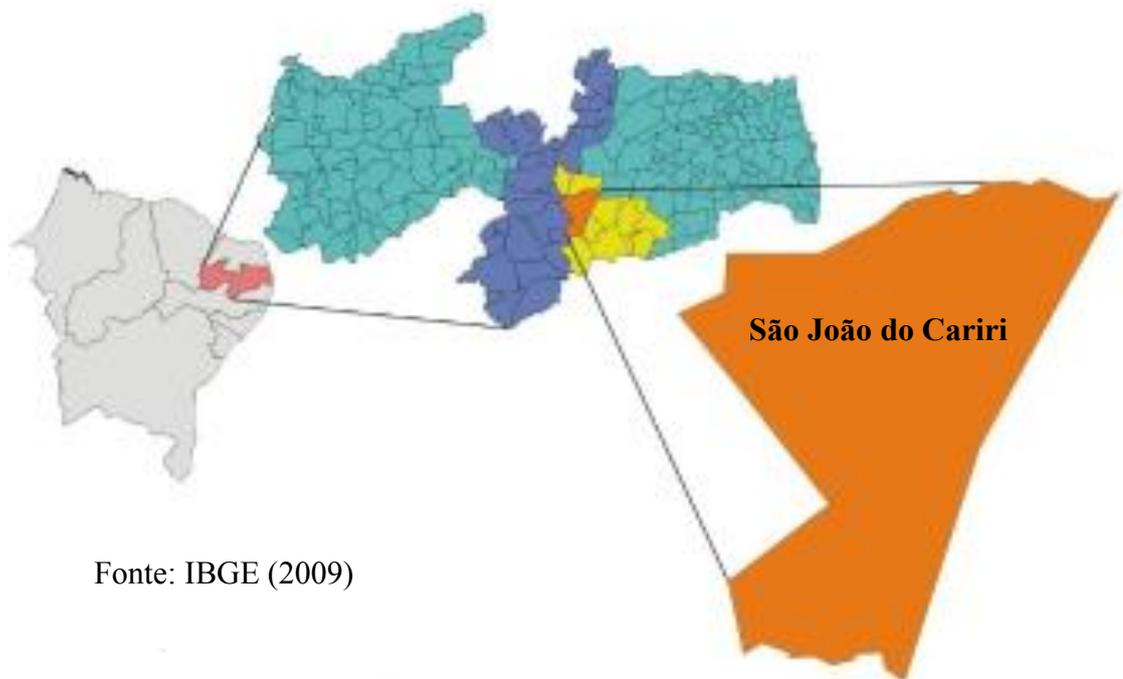


Figura 1 - Mapa de Localização Geográfica do Município de São João do Cariri - PB

A distribuição dos dados médios mensais das variáveis climáticas ao longo do tempo (abril de 2013 a julho de 2014) foi obtida a partir do banco de dados da Estação meteorológica convencional localizada na Estação Experimental de São João do Cariri e pode ser verificada na Figura 2.

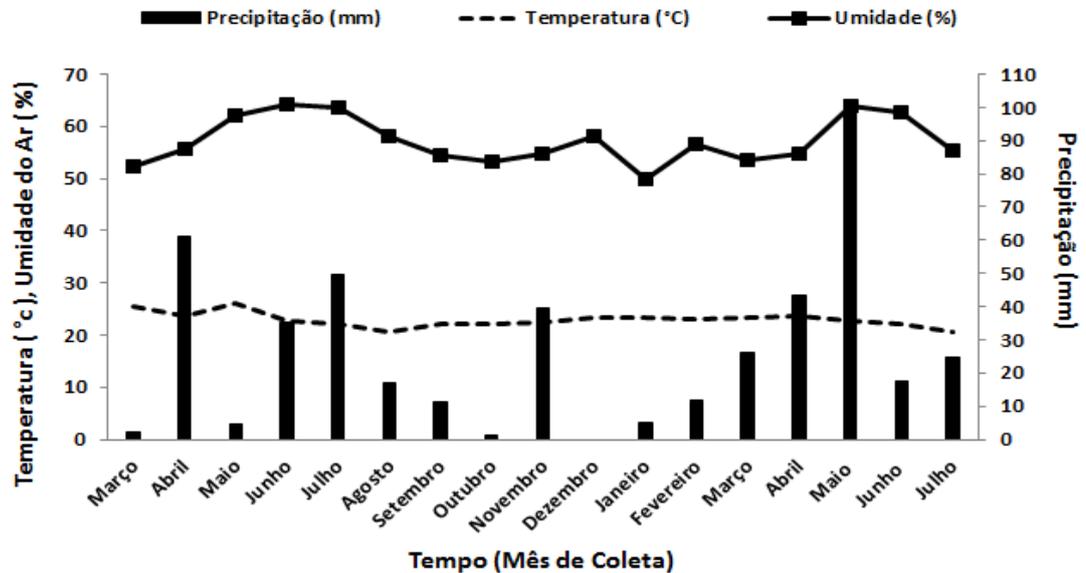


Figura 2 - Distribuição da temperatura média (°C); umidade relativa (%) e precipitação pluvial (mm) durante o período de março de 2013 a julho de 2014, FONTE: Rede Hidrométrica do Nordeste. Posto da Bacia Escola São João do Cariri/PB.

Durante o período experimental a o índice pluviométrico foi de 299,90 mm, a temperatura média variou de 20 a 24°C e a umidade relativa do ar de 53 a 64%. Para a distribuição dos meses em cada período do foi considerado a precipitação pluvial, assim como o teor de proteína da dieta dos animais e flutuação da disponibilidade de biomassa, além da variação na frequência das espécies presentes na área durante os 12 meses de experimento.

Com isso, foi considerado período de seca os meses de outubro, dezembro e janeiro (5,90 mm), tendo em vista que em novembro registrou-se um dia de chuva de 39,60 mm tornando-se um mês atípico; a estação de transição seco-chuvoso incidiu de fevereiro à março (38,00 mm), sendo que o período chuvoso compreendeu os meses de novembro, abril e maio (185,20 mm) e a época de transição chuvoso-seco ocorreu entre agosto, setembro, junho e julho (56,60 mm).

A área experimental, inserida no contexto de vegetação da caatinga, compreende 26,4 ha, dividida em oito (8) piquetes de 3,3 ha, em cada piquete contém três transectos

paralelos, cada transecto foram marcados dez parcelas de 1x1m distribuído de forma equidistante, de aproximadamente 20 metros entre si, perfazendo um total de 30 parcelas por área, (Figura 3).

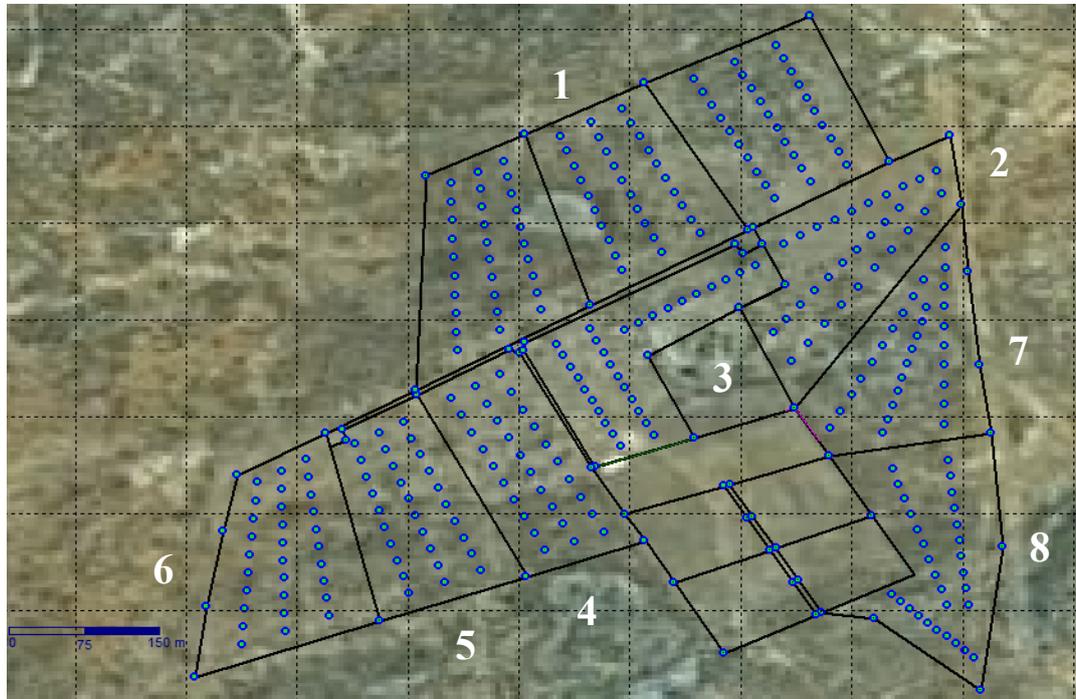


Figura 3 - Representação esquemática da área experimental na Estação Experimental em São João do Cariri – PB.

Foram utilizados 05 cabritos SPRD fistulados, com peso inicial médio de $22,90 \pm 04$ kg, todos castrados e tratados contra endo e ectoparasitas. Os animais permaneceram na área experimental durante todo o ano, sem suplementação, recebendo água e mistura mineral “ad libitum”. Os animais tinham acesso à pastagem nativa (caatinga) das 06h30min às 16h30min, quando estes eram recolhidos em baias individuais. Mensalmente eram pesados e feito a avaliação do escore corporal, sempre as 06h30min, para acompanhamento do desempenho dos animais.

As avaliações da pastagem foram realizadas mensalmente no período agosto de 2013 a julho de 2014. Sendo que a estimativa da massa de forragem total e a composição botânica foram obtidas utilizando-se a metodologia descrita por Araújo Filho (2013), sendo adaptado o tamanho do quadrado $1m^2$ para as coleta das plantas herbáceas e da serrapilheira e de $5x2m$ para o estrato arbustivo-arbóreo.

A área experimental foi de 26,4 ha, dividido em oito piquetes de 3,3 ha na qual foram traçados três transectos paralelos (Figura 3). Em cada transecto, foram marcadas 10 parcelas amostrais, nos quais foram avaliadas a massa de forragem total e a composição botânica do estrato herbáceo e arbustivo/arbóreo. Para a avaliação do estrato herbáceo utilizou-se um quadrado de 1m², e as plantas amostradas foram cortadas rente ao solo. No caso do estrato arbustivo-arbóreo, o quadrado utilizado foi de 5x2m onde as amostras foram retiradas simulando o pastejo dos animais, coletando biomassa disponível ao acesso animal a uma altura de até 1,60 metros e brotos terminais com diâmetro de até 6mm.

A partir dos resultados obtidos no campo, foi realizada a compilação em planilhas do Excel, para estimar a disponibilidade por hectare (Tabela 1) e a composição química da pastagem encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Disponibilidade de biomassa por período em área de caatinga no Cariri paraibano

Disponibilidade de Biomassa em kg de Matéria Natural ha⁻¹				
Estrato	¹ TCS	SECA	¹ TSC	CHUVA
Arbustivo/Arbóreo	274,74	284,83	245,47	430,06
Dicotiledônea Herbáceo	143,03	14,44	92,72	238,25
Serrapilheira	750,98	864,93	910,06	814,71
Monocotiledônea	648,88	113,13	140,00	312,36
Total	1817,63	1277,34	1388,24	1795,38
Disponibilidade de Biomassa em kg de Matéria Seca ha⁻¹				
Estrato	TCS	SECA	TSC	CHUVA
Arbustivo/Arbóreo	134,69	140,79	111,09	203,41
Dicotiledônea Herbáceo	54,02	9,84	49,77	105,97
Serrapilheira	580,23	713,84	781,12	695,45
Monocotiledônea	354,21	92,49	105,26	163,37
Total	1123,15	956,96	1047,23	1168,20

¹TCS= Transição chuva-seca, TSC = Transição seca-chuva.

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica (g kg⁻¹ de MS) da pastagem por período com base na matéria seca

ESTRATO	VARIÁVEIS	¹ TCS	SECA	¹ TSC	CHUVA
Arbustivo/Arbóreo		494,02	565,24	460,57	499,48
Dicotiledônea Herbáceo	MS²	432,03	637,50	619,54	437,52
Serrapilheira		764,11	871,70	864,81	857,20
Monocotiledônea		620,63	865,33	748,34	604,12
Média		577,70	734,94	673,32	599,58
Arbustivo/Arbóreo		923,32	937,50	941,86	938,96
Dicotiledônea Herbáceo	MO	867,51	938,56	934,69	928,11
Serrapilheira		840,16	893,89	901,28	894,71
Monocotiledônea		905,03	930,09	871,03	907,77
Média		884,01	925,01	912,22	917,39
Arbustivo/Arbóreo		135,11	121,73	142,75	126,43
Dicotiledônea Herbáceo	PB	114,81	96,38	113,52	119,80
Serrapilheira		76,21	70,16	83,74	69,75
Monocotiledônea		84,76	56,28	85,20	87,56
Média		102,72	86,14	106,30	100,89
Arbustivo/Arbóreo		432,46	467,80	418,06	466,49
Dicotiledônea Herbáceo	FDN	584,93	583,67	561,66	576,24
Serrapilheira		651,57	654,81	675,05	695,21
Monocotiledônea		751,45	759,05	707,03	735,53
Média		605,10	616,33	590,45	618,37
Arbustivo/Arbóreo		292,52	314,34	286,47	325,52
Dicotiledônea Herbáceo	FDA	416,37	417,75	395,64	398,68
Serrapilheira		519,84	497,01	509,61	525,91
Monocotiledônea		424,50	426,11	435,16	443,30
Média		413,31	413,80	406,72	423,35

¹TCS = Transição chuva-seca, TSC = Transição seca-chuva;
² g kg⁻¹ com base na matéria natural.

Para estimativa de consumo foram realizadas coletas de fezes mensais durante o período de agosto de 2013 a julho de 2014. As coletas de fezes foram feitas, por cinco dias consecutivos, nos cinco animais, utilizando bolsas coletoras acopladas aos animais, com quatro dias de adaptação, sendo as colheitas realizadas no início da manhã (06h30min) e final da tarde (16h30min). Do total de fezes produzidas por dia foi amostrado um percentual de 0,20 representando as amostras simples para constituir as amostras por animal por mês. Após a homogeneização, das amostras simples eram

retiradas 400 g para formação de amostras compostas por animal/mês, as quais eram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas a -20 °C

A estimativa do consumo de matéria seca do pasto foi determinada pela razão entre a produção fecal e o inverso da digestibilidade, conforme equação relatada por Prigge et al. (1981):

$$\text{Consumo (g dia}^{-1} \text{ de MS)} = \frac{\text{Produção fecal (g dia}^{-1})}{(1-\text{Digestibilidade})}$$

Para estimar a digestibilidade foram realizadas coleta de extrusa de agosto de 2013 a julho de 2014 em cinco caprinos SPRD com cânulas permanentes no rúmen. A coleta de extrusa foi feita durante cinco dias consecutivos em turnos alternados manhã (às 07h30min) e da tarde (14h00min), visando minimizar o efeito do manejo da coleta de extrusa sobre o comportamento de consumo dos animais. Nas coletas realizadas pela manhã, os animais passavam por um jejum prévio de 15 horas antes do acesso ao pasto.

As amostras de extrusa foram coletadas utilizando a técnica de evacuação ruminal conforme descrito por Santos et al. (2008). No momento da coleta, removia-se todo o conteúdo ruminal, que era armazenado em baldes individuais para ser recolocado no rúmen após a coleta. Em seguida, os animais eram soltos na área experimental por 40 minutos. Após este período, eram recolhidos e a extrusa coletada, identificada e armazenada para posteriores análises.

Para garantir que a dinâmica da microbiota ruminal permaneceu ativa durante o período que o conteúdo ruminal esteve no balde foi realizada a avaliação do potencial redox de acordo com a técnica descrita por Feitosa (2008), denominada tempo de redução do azul de metileno (TRAM).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca da extrusa foi determinado pela metodologia de Van Soest e Wine (1968), onde a segunda fase da digestibilidade é realizada através da extração com a solução de detergente neutro, determinando desta forma a digestibilidade verdadeira. Para calcular a digestibilidade aparente foi necessário fazer a correção usando um valor fixo de subtração de 10 pontos percentuais para a determinação da digestibilidade da matéria seca e 8 pontos percentuais para a digestibilidade da matéria orgânica para caprinos segundo metodologia descrita por (Van Soest., 1982).

A pré-secagem, das fezes e das extrusas, foram realizados no laboratório de análise de alimentos e nutrição animal (LAANA), pertencente à Universidade Federal da Paraíba localizado no Centro de Ciências Agrárias, Areia - PB, onde foram descongeladas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, até atingir peso constante, em seguida foram moídas em moinho de faca do tipo Wiley providas de peneira com poros de um e dois milímetro de diâmetro para as fezes e extrusa respectivamente, e armazenadas em recipientes plásticos.

As análises de composição química das amostras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro Nacional de Pesquisas de Caprinos e Ovinos da Embrapa em Sobral - Ceará, determinado os teores de Matéria Seca (MS), matéria mineral (MM), conforme os procedimentos descritos pela AOAC (1995).

O teor de nitrogênio total (N), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados em sistema de combustão (Leco FP-528, Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA), utilizando o fator de correção 6,25 para a conversão dos valores de N, NIDN e NIDA em proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) respectivamente.

O teor de extrato etéreo (EE) foi mensurado através do extrator semiautomático ANKON XT -15 EXTRACTOR (ANKON Thechnologic Corp, EUA).

A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo a metodologia descrita por Senger et al. (2008). Para determinação da lignina, foi usada a metodologia descrita por Van Soest (1967), com a utilização de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,72 durante três horas.

Em todas as amostras, a FDN e a FDA foram corrigidas para cinza e proteína, os resíduos da digestão em detergente neutro e detergente ácido foram incinerados em mufla a 600 °C por 4 horas, e a correção para proteína foi efetuada mediante proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

Os teores de carboidratos totais e carboidratos-não-fibrosos (CNFcp) foram estimados segundo a equação preconizada por Sniffen et al. (1992) e por Hall et al. (2000), sendo a FDN corrigida para cinza (c) e proteína (p) (FDNcp) respectivamente:

$$\text{CHOT} = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$$

$$\text{CNF}_{\text{cp}} = \% \text{CHOT} - \% \text{FDN}_{\text{cp}}$$

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), foram estimados segundo Weiss (1999), pelas seguintes equações:

$$\text{CNDT (kg)} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fecal}) + 2,25 (\text{EE ingerido} - \text{EE fecal}) + (\text{CNF ingerido} - \text{CNF fecal}) + (\text{FDN ingerido} - \text{FDN fecal})$$

$$\text{NDT (\%)} = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100$$

Uma vez calculado o consumo de matéria seca (CMS) dos animais experimentais, pode-se calcular o consumo de proteína (CPB), de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{CPB} = \frac{\text{CMS} * \% \text{PB da extrusa}}{100}$$

As exigências de proteína para manutenção e manutenção acrescida de ganhos diários de 50 a 200 g cab⁻¹ dia⁻¹, com intervalos de 50g cab⁻¹ dia, foram retiradas do NRC (2007), para caprinos pesando 25 kg no período de seca e 30 kg para os animais no período de chuva e para as transições de chuva/seca e seca chuva. O balanço proteico foi calculado pela diferença entre o consumo de proteína dos animais no período experimental, menos a exigência de proteína segundo o NRC (2007).

O modelo estatístico usado foi composto de quatro tratamentos (períodos) e cinco repetições (animais). Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS, versão 9.2), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância, conforme o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + \varepsilon_{ij}$$

Em que: Y_{ik} = valor observado para a característica analisada;

μ = média geral;

P_i = efeito do tratamento (período) k , sendo $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

ε_{ij} = erro aleatório associado a cada observação ij .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período do ano influenciou ($P < 0,05$) a composição químico-bromatológica e a digestibilidade da extrusa de caprinos em pastejo na caatinga, exceto para o teor de matéria orgânica (Tabela 3).

Tabela 3 - Efeito do período do ano sob a composição químico-bromatológica (g kg^{-1} de matéria seca) e coeficiente de digestibilidade *In Vitro* na extrusa de caprinos sob pastejo na caatinga

Parâmetros	SECA	TSC ⁴	CHUVA	TCS ⁵	CV ¹
Matéria Seca ²	189,20 ^{AB}	191,97 ^A	180,61 ^B	195,09 ^A	11,54
Matéria Orgânica	881,96 ^A	877,48 ^A	872,79 ^A	870,15 ^A	3,63
Proteína Bruta	148,00 ^C	172,36 ^B	208,07 ^A	178,79 ^B	17,62
Extrato Etéreo	33,73 ^B	28,37 ^C	38,95 ^A	37,80 ^{AB}	32,49
Fibra em Detergente Neutro	503,34 ^A	468,91 ^B	380,73 ^D	418,97 ^C	11,29
Fibra em Detergente Ácido	300,67 ^A	262,74 ^B	197,09 ^D	241,50 ^C	15,04
Lignina	93,10 ^A	84,12 ^B	78,44 ^B	100,30 ^A	23,29
Proteína Insolúvel em Detergente Neutro ³	89,03 ^C	102,13 ^{BC}	153,26 ^A	124,93 ^B	19,29
Proteína Insolúvel em Detergente Ácido ³	59,16 ^B	67,99 ^{AB}	80,26 ^A	74,58 ^A	18,14
Carboidratos Totais	700,23 ^A	676,75 ^B	625,77 ^C	663,56 ^B	6,43
Carboidratos não Fibrosos	196,88 ^B	207,84 ^B	245,03 ^A	244,58 ^A	16,92
Nutrientes Digestíveis Totais	506,18 ^B	509,75 ^B	554,54 ^A	541,11 ^A	11,07
Coefficiente de Digestibilidade <i>In Vitro</i>					
Matéria Seca	523,53 ^B	527,74 ^B	580,41 ^A	564,69 ^A	12,52
Matéria Orgânica	555,21 ^B	564,03 ^B	614,80 ^A	597,52 ^A	12,45

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade. ¹Coefficiente de Variação; ² g kg^{-1} de matéria natural; ³Fibra em detergente neutro e ácido isenta de cinzas e proteína; ⁴Transição seca/chuva e ⁵Transição chuva/seca.

Os caprinos, classificados como selecionadores intermediários quanto a sua herbivoria, não foram capazes de compensarem a baixa disponibilidade de forragem no período de seca, mesmo selecionando espécies e partes mais nutritivas das plantas, por conseguinte, não promoveram alterações na composição da dieta, suficientes a mantê-las com o mesmo valor nutricional que nos períodos de transições e chuva. No entanto os resultados deste trabalho mostra que os animais foram capazes de selecionar a

forragem disponível de maneira a manter a composição química da extrusa superior aos valores da composição química do pasto (Tabela 2).

Na Tabela 3 observa-se mudanças na composição químico-bromatológica na dieta de caprinos para o percentual de matéria seca (MS). As diferenças encontradas na MS podem estar associadas à maturidade das plantas, flexibilidade alimentar e a presença de chuvas, os valores de MS diferiram entre os períodos de transição seca/chuva (191,97 g kg⁻¹ de MS) e chuva/seca (195,09 g kg⁻¹ de MS) em relação ao período chuvoso. No período chuvoso tem-se o menor teor de matéria seca com 180,61 g kg⁻¹ por causa da ocorrência de chuva, contribuindo para o aumento da umidade do pasto e rebrota das plantas jovens contém mais água, conseqüentemente, a disponibilidade de material mais jovem, promoveu menor teor de MS (Figura 4).

Segundo Devendra (2002), os caprinos apresentam preferência alimentar por espécies vegetais de porte arbustivo. O que pode explicar falta de diferenças no percentual de MS da dieta dos caprinos entre os períodos de transições e de chuva em comparação ao período seco, pois devido a sua capacidade de ficar na posição bípede facilitou o acesso dos animais a folhas das espécies arbóreas, que tem seu teor de MS inferior às monocotiledôneas e a serrapilheira, não afetando o teor de matéria seca da dieta na estação de seca.

As principais diferenças registradas na composição química da dieta ocorreram nos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido e lignina (Tabela 3). O teor de PB variou de 148,00 no período de seca a 208,07 g kg⁻¹ de matéria seca no período chuvoso, esta flutuação no valor da proteína bruta pode estar associado principalmente ao período de coleta, a rebrota das plantas e à disponibilidade de material mais jovem no período chuvoso. No entanto, deve-se considerar o teor médio de proteína indigestível em detergente ácido de 59,16 g kg⁻¹ de MS no período seco é 80,26 g kg⁻¹ de MS no período chuvoso, representando a fração indisponível da proteína da dieta, obtendo um teor de proteína de 88,84 g kg⁻¹ de MS na seca e de 127,81 g kg⁻¹ de MS no período chuvoso de proteína disponível.

Assim, o percentual de proteína bruta provavelmente não foi um fator limitante no período seco, pois segundo Casey & Van Niekerk (1988), percentual de PB dietética inferior a 60,0 g kg⁻¹ de MS reduz consideravelmente o consumo voluntário por caprinos da raça Boer. No entanto Poppi & McLennan (1995), recomendam um

percentual mínimo de 70,0 g kg⁻¹ de MS para adequada funcionamento da atividade de microrganismos no ambiente ruminal, para que possam utilizar os componentes da fibra presente na forragem ingerida, e que níveis inferiores acarretariam em decréscimos no consumo de forragem pelos animais proporcionando baixo desempenho.

No presente estudo, o valor encontrado para PB para o período seco está a acima de 70,0 g kg⁻¹ de MS, mas foi à estação que apresentou os menores valores de proteína, possivelmente devido ao estado de maturidade das plantas consumidas pelos animais em função da presença apenas de espécies de baixo valor nutricional, como é o caso das malváceas (malvas), *Aristida setifolia* Kunth (Panasco) e *Cyperus compressus* (Barba de Bode), provavelmente ocasionado pela ausência de precipitação pluvial, o que reduziu a diversidade de espécies mais nutritivas, e principalmente a redução da quantidade de biomassa para o consumo animal e conseqüentemente da qualidade do material disponível. (Figura 4).

Segundo, Santana et al. (2011); Souza et al. (2013), do ponto de vista nutricional, observa-se que o teor de proteína da pastagem em caatinga durante o período seco, geralmente, tem seu percentual reduzido. Comportamento que pode ser observado neste trabalho. Como apresentado na Tabela 3 o percentual de proteína disponível não teria sido limitante no período chuvoso, nas transições seca/chuva e chuva/seca e no período seco apresentando valores acima do percentual mínimo de 70,0 g kg⁻¹ de MS indicado por Poppi & McLennan, (1995).

Souza et al. (2013), ao avaliarem o valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido do Rio Grande do Norte encontraram valores acima do mínimo de 70,0 g kg⁻¹ de MS para proteína bruta. Assim como Formiga et al. (2011), que encontram valores de 103,9 g kg⁻¹ de MS na dieta de para caprinos terminados em caatinga raleada e enriquecida com capim buffel.

Araújo Filho et al. (1996), avaliando a composição química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado, observaram que os caprinos apresentaram na sua dieta teores de proteína bruta de 126,0; 93,0 e 171,0 g kg⁻¹ de MS no período de transição da estação úmida-seca, estação seca e na transição da estação seca-úmida, respectivamente, valores que corroboram com os obtidos neste trabalho.

Para o teor de FDN e FDA, observou-se variação entre os períodos avaliados, sendo o menor valor para o período chuvoso (380,73 e 197,09 g kg⁻¹ de MS) e o maior no período de seca (503,34 e 300,67 g kg⁻¹ de MS).

Estas alterações podem estar relacionadas às espécies de plantas presentes, ciclo fenológico e as condições climáticas. Pois elevados teores de FDN e FDA das forragens nativas deve-se principalmente ao avanço do estado fisiológico dessas espécies além da predominância de espécies de baixo valor nutricional como é o caso das malváceas, *Aristida setifolia* Kunth (Panasco) e *Cyperus compressus* (Barba de Bode), uma vez que, no período seco e nos períodos de transições seca/chuva e chuva/seca, reduzem a quantidade e diversidade de espécies ficando somente as plantas mais resistentes e de baixo valor nutritivo afetando diretamente a quantidade e qualidade da vegetação disponível neste período, fato este que ocorre por causa da redução das chuvas nestes períodos.

Outro fator que possivelmente interferiu no aumento dos valores de FDN, FDA e da lignina da dieta foi à redução no percentual de folha e aumento no percentual de caule da pastagem, o que provavelmente deve ter ajudado na diminuição da qualidade do pasto, o que interfere diretamente no valor nutricional da dieta dos caprinos. Além disso, uma característica própria das gramíneas tropicais é que, em função de sua eficiência fotossintética, apresentam acelerado crescimento e mudança na estrutura da vegetação, o que aumenta rapidamente concentração de fibra (Formiga et al., 2011). Elevadas temperaturas são características de condições tropicais, promovendo rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica das células e reduzindo o valor nutritivo da vegetação (Wilson et al., 1991).

Os valores de fibra em detergente neutro obtido neste trabalho foram superiores aos encontrados Araújo Filho et al. (1996), que ao avaliar a composição química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado, observaram que os caprinos apresentaram na sua dieta teores de fibra em detergente neutro de 476,0; 524,0 e 588,0 g kg⁻¹ de MS nos períodos de transição da estação úmida-seca, estação seca e na transição da estação seca-úmida, respectivamente.

Formiga et al. (2011), trabalhando em caatinga enriquecida com capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) verificou concentrações de FDN e FDA na dieta de caprinos de 777,7 e 716,4 g kg⁻¹ de MS, respectivamente. Os valores encontrados nessa pesquisa

foram inferiores, provavelmente devido a maior variabilidade de plantas dicotiledôneas na dieta dos animais, e próximos a 539,25 e 387,79 g kg⁻¹ de MS encontradas por Alves (2015), trabalhando na mesma área experimental.

Os dados deste trabalho foram melhores quando comparados ao encontrado por Souza et al. (2015), com percentuais da composição química da extrusa de 156,7 g kg⁻¹ de MS; 89,3 g kg⁻¹ de PB; 713 g kg⁻¹ de FDN e 510 g kg⁻¹ de FDA, possivelmente pela influência climática que vegetação sofreu de um ano para o outro, principalmente em decorrência dos pulsos de precipitação, uma vez que os trabalhos foram realizados na mesma área experimental (Figura 4).

No entanto os valores da composição química da extrusa de caprinos pastejando na caatinga deste trabalho foram próximos aos encontrados por Marques et al. (2014), com percentuais de 231,1 g kg⁻¹ MS; 123,4 g kg⁻¹ de PB; 538,5 g kg⁻¹ FDN; 451,2 g kg⁻¹ FDA ao trabalharem na mesma área experimental com caprinos Moxotó suplementados no semiárido brasileiro.

Os valores de DIVMS neste trabalho variou de 523,53 g kg⁻¹ de MS no período seco e 580,41 g kg⁻¹ de MS no período chuvoso, esta flutuação da digestibilidade pode estar associado a precipitação pluvial, ao grau da maturação e ao período de coleta das plantas, o que pode promover a redução do teor de proteína bruta e aumento da lignina, que por sua vez, contribui para a maximização dos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido reduzindo a digestibilidade dos nutrientes.

Pfister & Malechek (1986), encontraram digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) para caprinos variando de 444,0 a 631,0 g kg⁻¹ de MS, ainda avaliaram que os teores de lignina da dieta e identificaram que os ovinos selecionaram menor concentração de lignina na dieta que os caprinos, por causa da característica de ramoneio dos caprinos. Pois os arbustos possuem maiores concentrações de lignina que as plantas herbáceas Wilson (1969); Short et al. (1974).

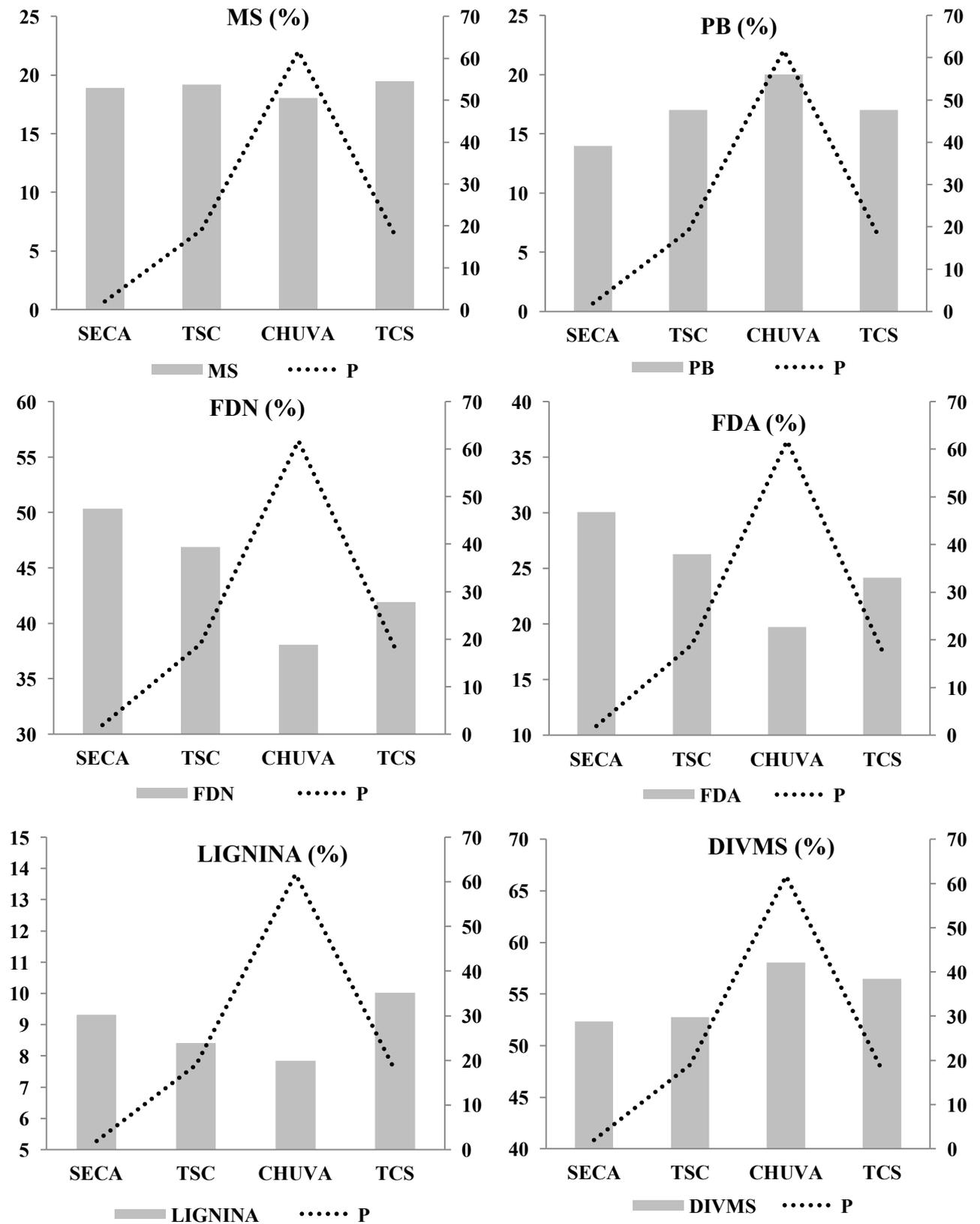


Figura 4 - Variação da composição químico-bromatológica da dieta selecionada em função da precipitação pluvial (P) por caprinos pastejando na caatinga.

Segundo Formiga et al. (2011), o valor de 627,40 g kg⁻¹ de MS, para DIVMO, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho em que a DIVMO variou 555,21 a 614,80 g kg⁻¹ de MS na dieta dos caprinos. Dessa forma, a influência da chuva sobre a composição da dieta de caprinos foi bastante discutida neste trabalho, então na Figura 04 temos a variação da composição da dieta de caprinos pastejando na caatinga em função da precipitação pluvial. De acordo com Pimentel et al. (1992) e Leite et al. (1995), a composição química da dieta dos ruminantes na caatinga sofre constante transformação, em função das variações ocorridas ao longo do ano, principalmente com relação a precipitação pluvial que altera a composição botânica da dieta.

Nota-se que mesmo com a grande variação na composição químico-bromatológica e na mudança botânica das espécies forrageiras da caatinga em função da presença ou ausência da chuva, pelo o processo de maturação das plantas acompanhado pela redução do valor nutricional, os caprinos com sua elevada capacidade de seleção por espécies e por parte de espécies mais nutritivas, conseguem melhorar a qualidade da dieta em relação ao pasto, demonstrando que os caprinos apresentam elevado grau de aproveitamento da vegetação. Mas mesmo com toda a capacidade de seletividade do animal, a Figura 4 mostra o efeito da precipitação pluvial sobre a qualidade da dieta de caprinos pastejando na caatinga.

Na Tabela 4 estão descritos o peso corporal (PC), consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca por peso metabólico, consumo de matéria seca por percentual de peso corporal e o consumo de nutrientes. O peso corporal dos animais, o consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes foi influenciado ($P < 0,05$) pelo período do ano (Tabela 4). O menor consumo de matéria seca incidiu no período seco com 614,05 g dia⁻¹, e o maior consumo ocorreu no período chuvoso com 854,23 g dia⁻¹ de matéria seca, mas não houve diferença significativa entre o período chuvoso em relação às transições de chuva/seca e seca/chuva.

Segundo Gomide (1993), sob regime de pastejo, o consumo de matéria seca é afetado pela altura da forragem, pela relação caule-folha, pela disponibilidade do pasto. Estes fatores pode ter influenciado o consumo dos animais principalmente com relação a relação caule-folha e a disponibilidade do pasto, reduzindo o consumo de matéria seca na estação seca. O menor nível de ingestão de matéria seca no período seco pode ter

ocorrido, sobretudo pela redução na disponibilidade da biomassa para o consumo animal nesta época.

Tabela 4 - Peso vivo, consumo médio diário de nutrientes por caprinos sob pastejo na caatinga

Parâmetros	Estação				
	SECA	TSC ³	CHUVA	TCS ⁴	CV ¹
Peso Corporal (kg)	26,92 ^C	31,86 ^A	29,45 ^B	29,18 ^B	18,48
Consumo					
Matéria Seca (g dia ⁻¹)	614,05 ^B	801,29 ^A	854,23 ^A	823,80 ^A	52,85
Matéria Seca (% PC)	2,28 ^B	2,52 ^{AB}	2,90 ^A	2,82 ^{AB}	48,03
Matéria Seca (g/kg ^{0,75} PC)	51,96 ^B	59,75 ^{AB}	67,57 ^A	65,62 ^{AB}	48,55
Matéria Orgânica (g dia ⁻¹)	541,57 ^B	703,12 ^A	745,56 ^A	716,83 ^A	51,59
Proteína Bruta (g dia ⁻¹)	90,88 ^C	138,11 ^B	177,74 ^A	147,29 ^B	50,48
Extrato Etéreo (g dia ⁻¹)	20,71 ^B	22,73 ^B	33,27 ^A	31,14 ^A	58,14
Fibra em Detergente Neutro ² (g dia ⁻¹)	309,08 ^B	375,73 ^A	325,23 ^{AB}	345,15 ^{AB}	45,99
Fibra em Detergente Ácido ² (g dia ⁻¹)	184,63 ^{AB}	210,53 ^A	168,36 ^B	198,95 ^{AB}	45,91
Lignina (g dia ⁻¹)	57,17 ^B	67,40 ^{AB}	67,01 ^{AB}	82,63 ^A	55,72
Carboidratos Totais (g dia ⁻¹)	429,97 ^B	542,27 ^A	534,54 ^A	546,63 ^A	50,99
Carboidratos não Fibrosos g dia ⁻¹)	120,89 ^B	166,54 ^{AB}	209,31 ^A	201,49 ^A	53,9
Nutrientes Digestíveis Totais (g dia ⁻¹)	310,82 ^B	408,46 ^{AB}	473,70 ^A	445,77 ^A	50,53

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade. ¹Coefficiente de Variação; ²Fibra em detergente neutro e ácido isenta de cinzas e proteína; ³Transição seca/chuva; ⁴Transição chuva/seca.

Da mesma forma quando o CMS foi expresso em função do peso corporal e unidade de tamanho metabólico, o consumo de matéria seca foi maior no período chuvoso em que foi verificado aumento na disponibilidade e na qualidade da forragem (Tabelas 1 e 2) em decorrência da precipitação nos meses anteriores. Sendo o menor consumo obtido tanto em função ao peso corporal e unidade de tamanho metabólico no período de seca quando se tem uma menor oferta de forragem e baixo valor nutricional da vegetação disponível (Tabela 1 e Tabela 2). Sendo assim, nota-se que a disponibilidade da biomassa de forragem é um fator limitante para o consumo animal, principalmente para a espécie caprina que é bastante seletiva.

Segundo Hodgson (1990), os níveis máximos de consumo e desempenho animal estão relacionados com oferta de forragem de cerca de duas a três vezes as necessidades diárias do animal, de forma que ofertas diárias de matéria seca da ordem de 10 a 12 kg/100 kg PC permitiriam o máximo desempenho individual de animais em pastejo. Por

isso que no período de seca foi observado o menor consumo de matéria seca, em razão da baixa disponibilidade de biomassa, o que pode ter restringido o consumo dos animais nesta época. Outro fator que pode ter contribuído para obtenção do menor CMS foi o teor de fibra em detergente neutro (FDN) observados na extrusa (Tabela 3) dos animais neste período. Vários estudos têm comprovado correlação negativa entre o consumo de MS e o teor de FDN da dieta. Essa correlação tem sido associada à menor taxa de passagem da FDN em relação aos outros constituintes dietéticos, que, por sua vez, promove o enchimento do rúmen-retículo, elevando a permanência da digesta nos compartimentos (Menezes et al., 2004).

O baixo consumo de matéria seca pelos animais neste período acarretou no reduzido consumo de matéria orgânica de 541,57 g dia⁻¹. Assim como no período chuvoso promoveu o maior CMS, ocasionando o maior consumo de matéria orgânica de 745,56 g dia⁻¹. Logo, o consumo de matéria orgânica está correlacionado com as variações que ocorreram no consumo de matéria seca. O consumo de proteína bruta (CPB) sofreu influência no período de coleta tendo o maior consumo no período chuvoso 177,74 g dia⁻¹ de MS, seguida pelas transições chuva/seca e seca/chuva (147,29; 138,11 g dia⁻¹ de MS), respectivamente, sendo o menor consumo de proteína bruta ocorreu no período de seca com 90,88 g dia⁻¹ de MS. Diferenças no CPB eram esperadas em decorrência das variações no CMS. Com isso, diminuições no consumo de matéria seca nas transições e no período de estiagem proporcionaram os menores consumos de proteína. O consumo de proteína bruta durante o período seco foi maior do que o esperado. Isso ocorreu principalmente devido ao consumo de serrapilheira que apesar de seca, a serrapilheira é composta das principais espécies de arbustivo/arbóreo presentes na área experimental, que apresentam bons valores de PB quando comparados às monocotiledôneas neste mesmo período de seca (Tabela 2).

Lima Júnior (2006) observou a predominância no consumo da serrapilheira com o avançar deste período seco, participando em até 0,43 da dieta dos caprinos. Ressaltando que isto ocorre em função da diminuição de ervas e arbustos na vegetação (Parente et al., 2012). De acordo com Andrade et al. (2012), o consumo de serrapilheira pelos animais é uma realidade no semiárido, local em que a alimentação é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de bons resultados na produção animal.

Os menores consumos de fibra em detergente neutro (CFDN), lignina (CLIG), carboidratos totais (CCHOT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) ocorreram no período de seca, provavelmente por causa do baixo consumo de matéria seca, uma vez que o consumo de matéria seca tem influência direta no consumo dos nutrientes. A redução na ingestão destes nutrientes pode ter ocorrido como consequência do aumento fração fibrosa no rúmen oriunda de forragem de baixa qualidade, reduzindo a taxa de digestão dos componentes da fibra, aumentando o tempo de retenção dos resíduos fibrosos no rúmen, conseqüentemente, reduz a ingestão de matéria seca o que tem relação direta com o consumo dos demais nutrientes.

Assim, como os maiores consumos de FDN, FDA, ocorreram no período de transições seca/chuva, época que se tem baixa produtividade de biomassa forrageira, mas há uma melhora na qualidade da vegetação devido aos primeiros pulsos de precipitação, onde se tem início ao processo de rebrota das espécies herbáceas, e também é o período em que os animais apresentam o maior peso corporal, aumentando o consumo de matéria seca provavelmente tentando compensar a maior exigência de manutenção. Além disso, o consumo de matéria seca tem relação direta com a digestibilidade, o que pode ser observado neste trabalho, uma vez que o menor consumo ocorreu no período de seca, época em que também apresentou menor digestibilidade *in vitro* de matéria seca, e o maior consumo foi obtido no período chuvoso, assim como a melhor digestibilidade. Em decorrência das flutuações na qualidade das pastagens de acordo com o período do ano e conseqüentemente, das exigências nutricionais dos animais, verificou-se, que a proteína foi limitante no período seco, apresentando déficits para manutenção acrescida a ganhos de 150 e 200 g cab⁻¹ dia⁻¹, demonstrando que nestas categorias, o montante de proteína consumida estava aquém dos requerimentos para caprinos (Figuras 6).

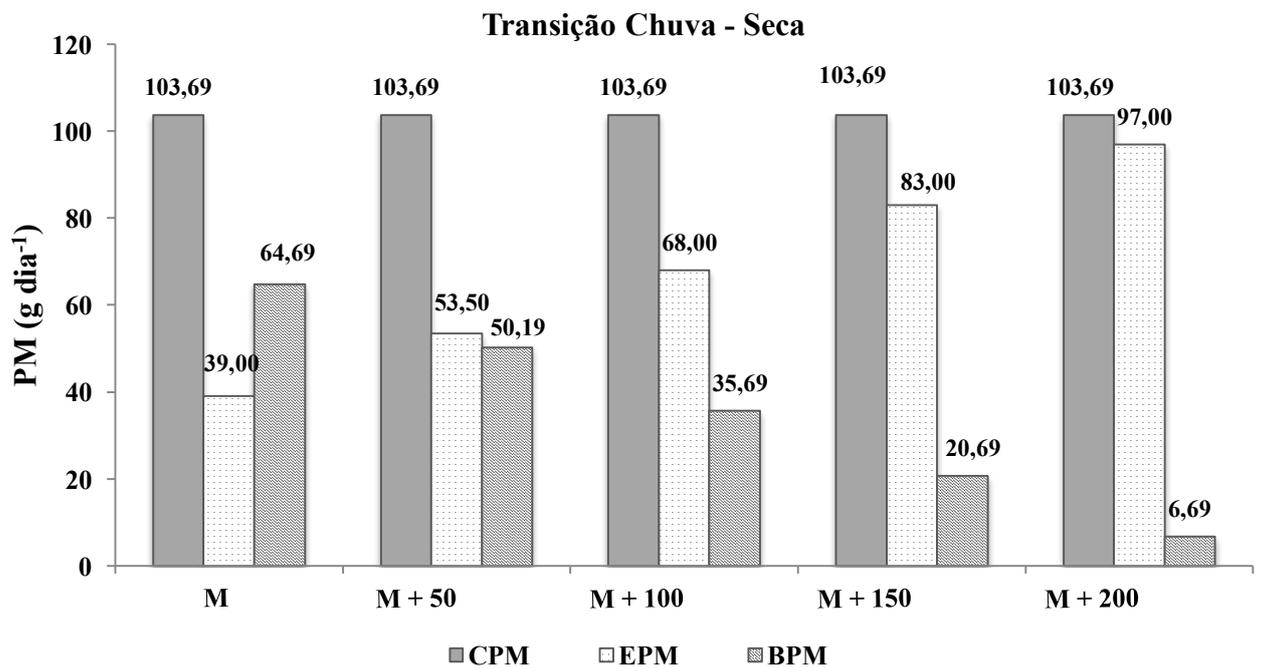
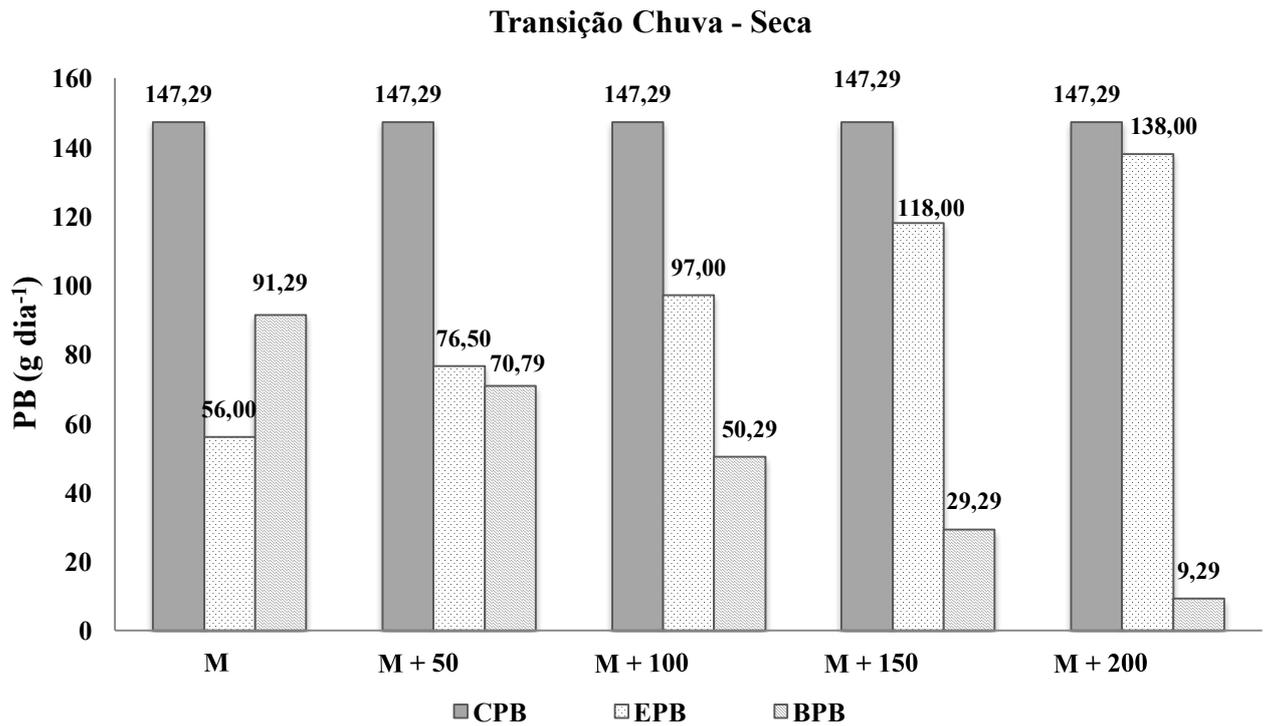


Figura 5 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período de transição chuva/seca. M=Mantença; M+50 = Manutença + ganho de 50g; M+100 = Manutença + ganho de 100g; M+150 = Manutença + ganho de 150g; M+200 = Manutença + ganho de 200g.

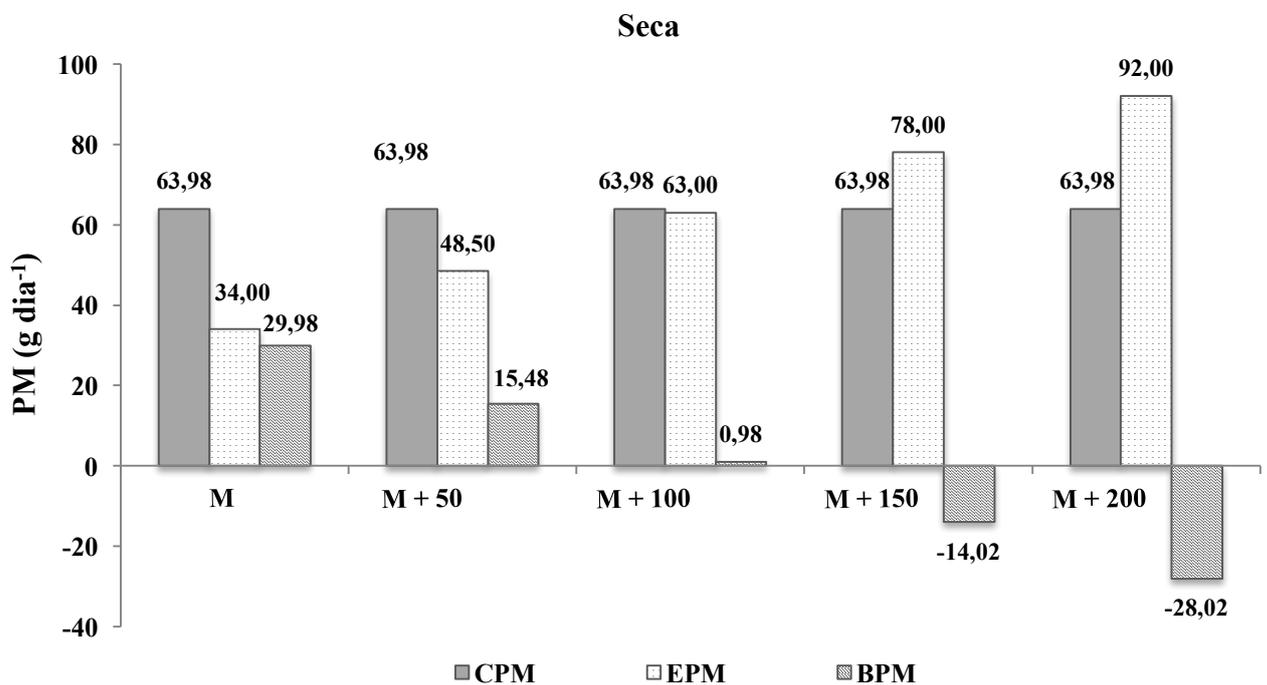
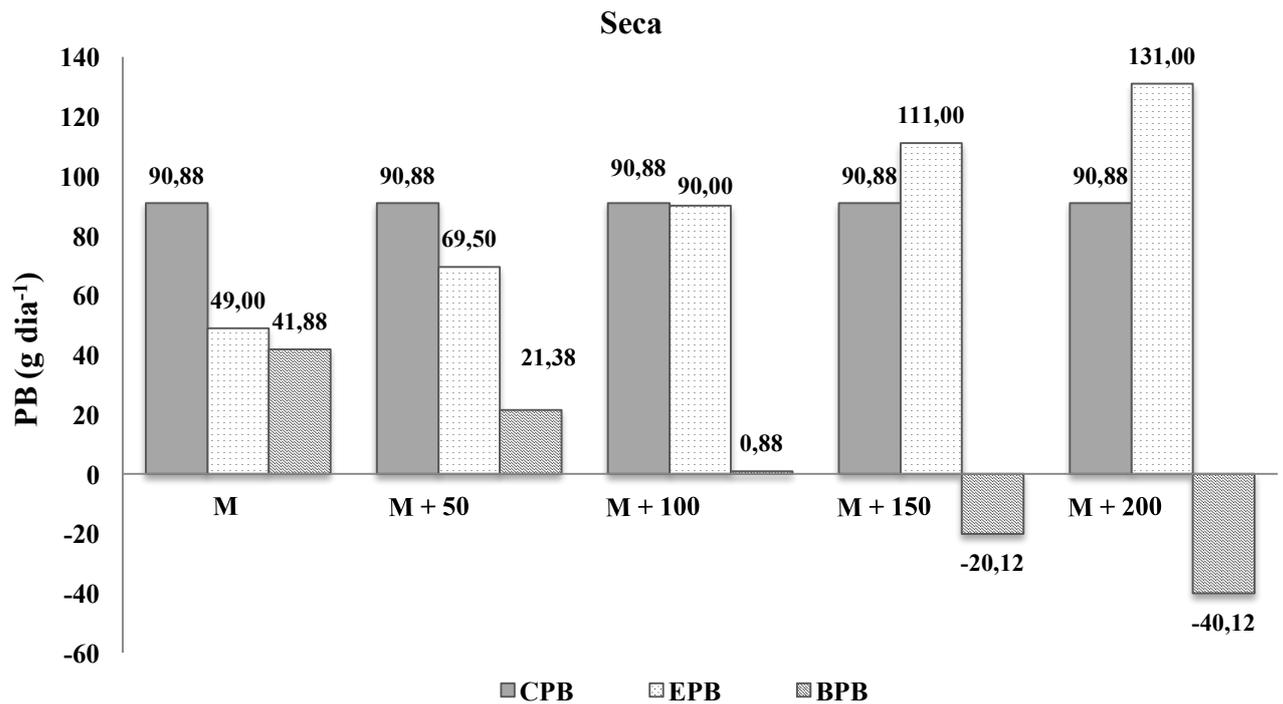


Figura 6 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período seco. M=Mantença; M+50 = Manutença + ganho de 50g; M+100 = Manutença + ganho de 100g; M+150 = Manutença + ganho de 150g; M+200 = Manutença + ganho de 200g.

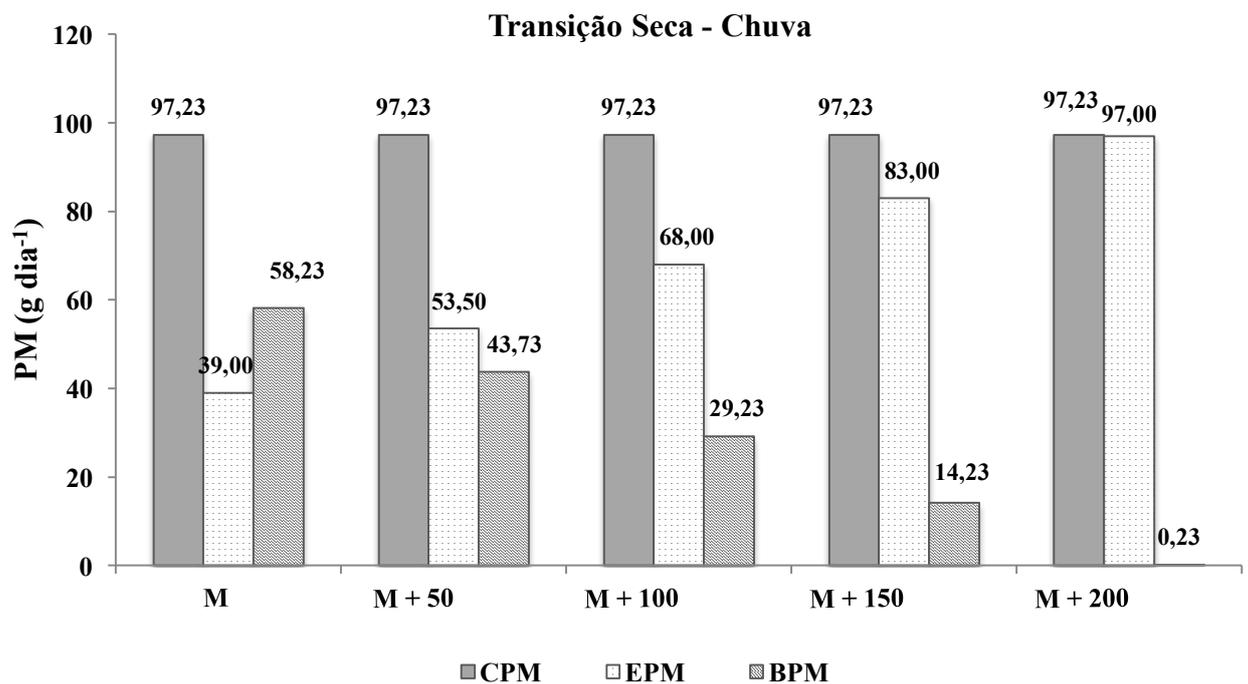
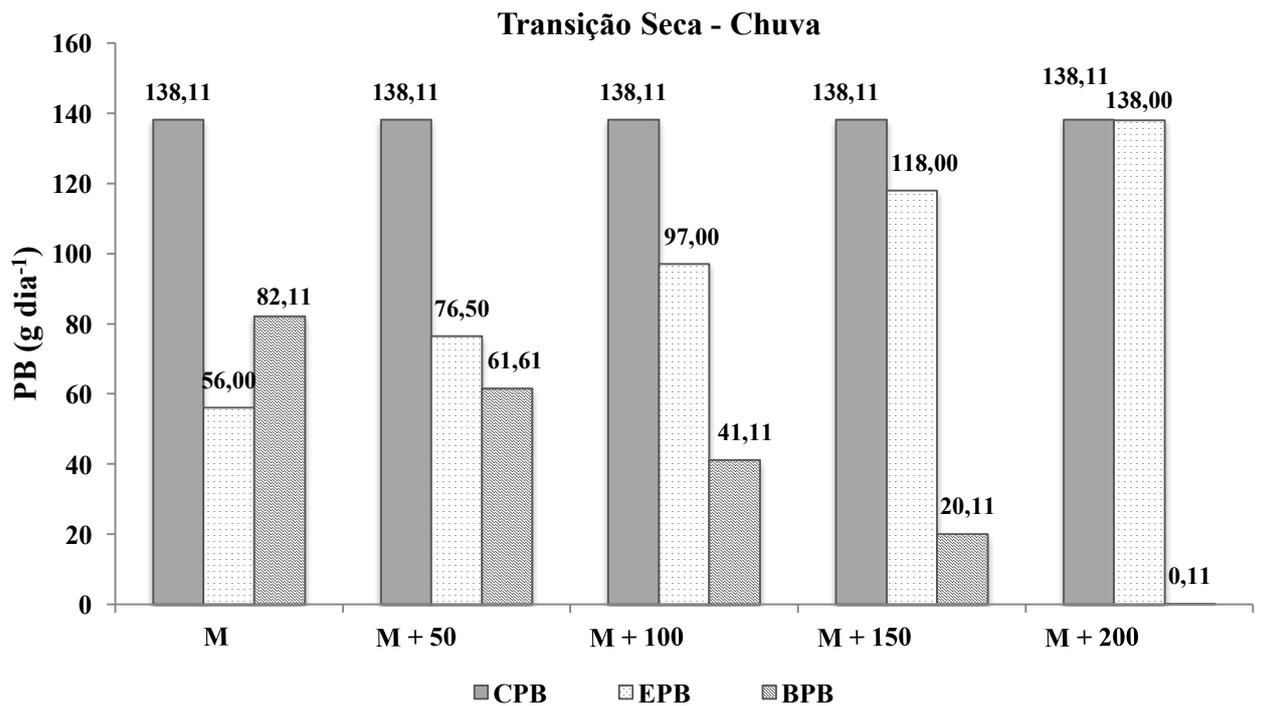


Figura 7 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período de transição seca/chuva. M=Mantença; M+50 = Manutença + ganho de 50g; M+100 = Manutença + ganho de 100g; M+150 = Manutença + ganho de 150g; M+200 = Manutença + ganho de 200g

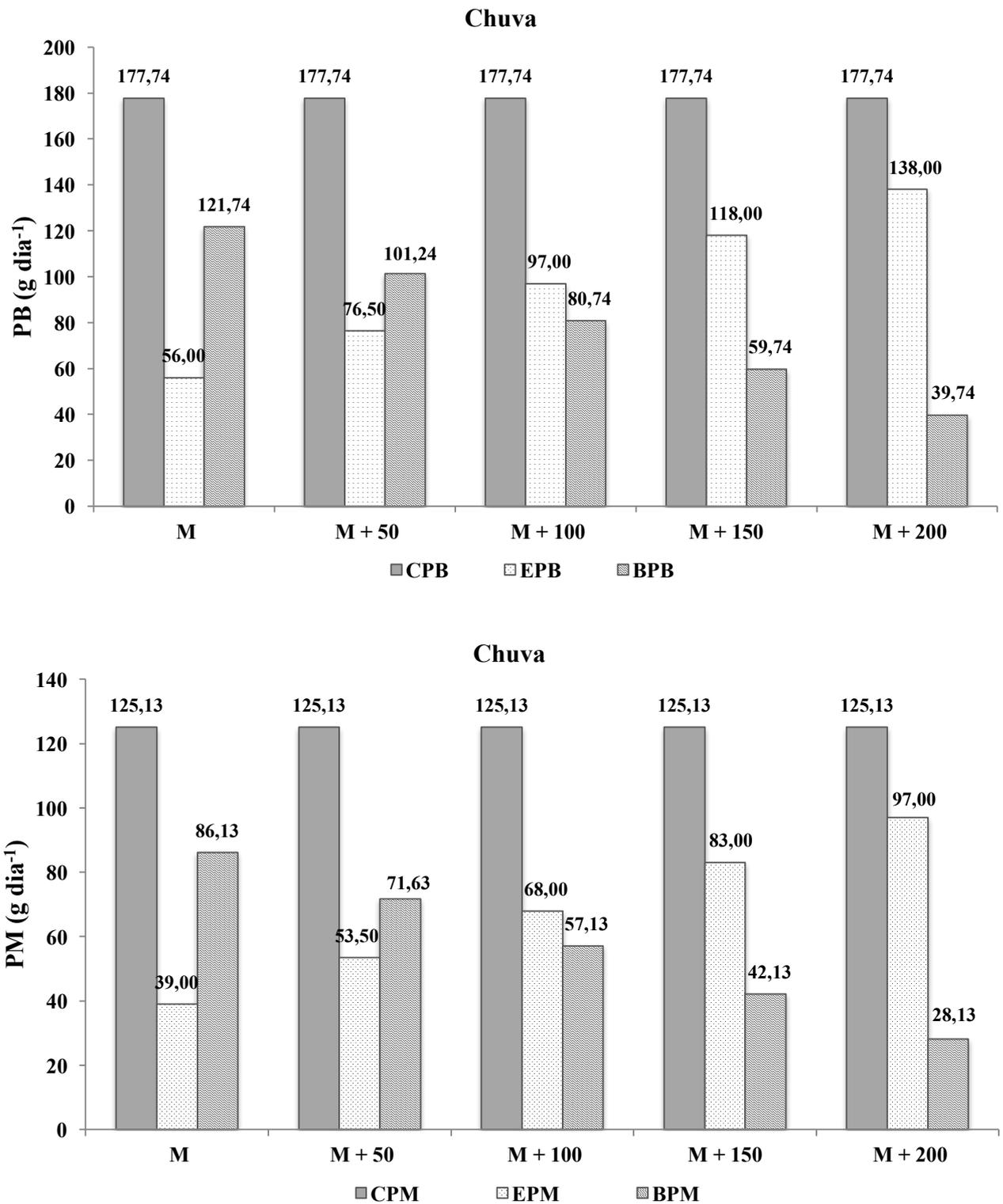


Figura 8 - Consumo, exigência e balanço de proteína bruta (PB) e proteína metabolizável (PM) de caprinos sob pastejo na caatinga no período chuvoso. M=Mantença; M+50 = Manutença + ganho de 50g; M+100 = Manutença + ganho de 100g; M+150 = Manutença + ganho de 150g; M+200 = Manutença + ganho de 200g.

No entanto, os balanços nutricionais de proteína demonstraram que no período chuvoso e nas transições chuva/seca e seca/chuva este nutriente não foi limitante para esta categoria, mesmo quando se considerou a manutenção somada a ganho de $200 \text{ g cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Figuras 5, 7 e 8).

De acordo, como os balanços proteicos os déficits foram observados somente durante o período de seca quando as exigências nutricionais dos animais foram mais elevadas, ou seja, a partir de ganho de 150 e $200 \text{ g cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, suprindo as exigências para manutenção e ganhos de 50 e $100 \text{ g cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Isto ocorreu possivelmente por causa da redução da massa de forragem disponível para o consumo animal, o que acarretou na redução do consumo de matéria seca e conseqüentemente restringiu a ingestão dos nutrientes, implicando no déficit de proteína neste período de estiagem para animais com exigência para ganho de 150 e $200 \text{ g cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Além da baixa massa de forragem disponível, outro fator que contribuiu para redução da ingestão de proteína foi o valor nutricional da biomassa disponível para o consumo animal como pode ser constatado na (Tabelas 3 e 4)

Os resultados deste trabalho refletem os efeitos sobre as flutuações na quantidade e na qualidade das forragens disponíveis para caprinos criados sob pastejo na caatinga. Essas informações corroboram com estudos desenvolvidos na região semiárida por Pfister (1983); Araújo Filho et al. (1995); Leite et al. (2002), Formiga et al. (2011) e Souza et al. (2015), que demonstraram a variações qualitativa e quantitativa das pastagens nativas em decorrência das flutuações estacionais influenciam o desempenho dos animais.

Esta afirmação corrobora os resultados desta pesquisa, em que caprinos criados exclusivamente em pastagem de caatinga apresentaram déficit na ingestão de proteína, de acordo com as exigências para este nutriente segundo o NRC (2007) para animais de 25 kg para ganhos de 150 e $200 \text{ g cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Situação agravada quando se considera que o simples conhecimento da quantidade de proteína consumida não determina que a mesma esteja disponível para o animal. Pois, de acordo com Santos et al. (2009), embora a dieta possua alto percentual de proteína bruta, parte dessa proteína está indisponível para o animal por estar ligada à fibra em detergente ácido.

Desta forma, o teor de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) na dieta dos animais (extrusa) foi de $59,16 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca no período de seca (Tabela 3),

o que pode ter contribuído na diminuição do consumo e com isto ter afetado o suprimento das exigências de proteína neste período, de forma, que o balanço proteico fosse negativo.

Segundo Pereira et al. (2010), a reciclagem do nitrogênio pode ser uma importante fonte deste nutriente quando o animal está submetido aos recursos forrageiros da caatinga, pois aproximadamente 0,70 do nitrogênio consumido, pode ser reciclado e conservado pelo ciclo rumino-hepático, isso, quando o nível de nitrogênio dietético é baixo ($50 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), o que normalmente acontece na estação seca quando se tem uma baixa qualidade da pastagem e conseqüentemente, ocorre uma redução no teor de proteína bruta da dieta, uma vez que neste período a dieta passa a ser composta principalmente por serrapilheira

Lima Júnior (2006), observou predominância no consumo da serrapilheira com o avançar do período seco, participando em até 0,43 da dieta dos caprinos. Para Pereira Filho et al. (2013), à medida que se caracteriza o período de estiagem, as folhas senescentes das plantas lenhosas são incorporadas à dieta dos animais e podem representar o principal recurso forrageiro disponível aos animais criados na caatinga, o que proporciona uma redução na qualidade da dieta destes animais devido a baixa qualidade da serrapilheira e da vegetação nestes períodos de transições e seca.

Leite et al. (2002), objetivando determinar os efeitos do melhoramento da caatinga sobre a variação sazonal da qualidade da dieta e no balanço nutricional de matrizes ovinas adultas, verificaram percentuais relativamente elevados de proteína bruta (PB) e digestibilidade de matéria orgânica (DMO) nos meses de janeiro a fevereiro, e novamente observou crescimento na qualidade da dieta até o início de junho. A partir daí, acompanhando o ciclo de estiagens, verificou-se uma queda nos teores de PB e DMO até o final de novembro. Para o balanço proteico, os déficits foram observados somente durante o período de gestação, verificado a partir de setembro, em virtude das elevadas exigências nutricionais dos animais e do baixo valor forrageiro das pastagens.

Dessa forma, observa-se que o consumo de proteína foi inferior a exigência apenas no período seco para ganho a partir de $100 \text{ g cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, portanto o consumo de PB pode ser um dos principais problemas encontrados para a criação de caprinos na

caatinga, porém ainda deve ser levada em consideração a disponibilidade desta proteína que está diretamente associada digestibilidade da vegetação.

De acordo com Batista & Mattos (2004) a redução na digestibilidade da dieta dos ruminantes em área de caatinga, acontece devido a uma maior participação de caules e folhas de plantas lenhosas, porém, estas são mais ricas em compostos secundários, que contribuem para esta redução na digestibilidade.

Além disso, algumas destas forrageiras têm como característica a presença de taninos, que afetam o metabolismo do nitrogênio (N). A inativação de tanino devido à formação do complexo tanino-proteína, podendo promover incremento do N fecal, devido ao aumento na reciclagem ou produção de proteínas ou mucinas (Woodward & Reed, 1997). Sendo assim, o consumo de proteína acima das exigências nutricionais não garante o suprimento dessas exigências.

Baseado nas estimativas dos balanços nutricionais de PB e PM são apresentados propostas de estratégias de suplementação alimentar com o intuito de atender as exigências de proteína nas fases em que os balanços foram negativos (Tabela 5).

A partir destas sugestões de suplementação, diferentes alimentos podem ser utilizados. A escolha dos alimentos deve ser fundamentada na disponibilidade e preço do ingrediente. Segundo Santos et al. (2015), é importante atentar para outros fatores que devem ser considerados no momento de formular uma ração, tais como os limites no uso de lipídios, fibra e balanceamento mineral, especialmente na relação cálcio:fósforo.

Tabela 5 - Balanços nutricionais de proteína bruta - PB e proteína metabolizável - PM (g/dia) e recomendações de suplementos em percentual de PB e PM para caprinos sob pastejo na caatinga

Objetivo ¹	Balanços		Níveis de suplementação (g kg ⁻¹ de peso corporal)					
	Nutricionais		05		10		15	
	PB	PM	PB	PM	PB	PM	PB	PM
Estação Seca (g cab⁻¹ dia⁻¹)								
M + 150	-20,12	-14,02	28,74	20,23	14,37	10,12	9,58	6,74
M + 200	-40,12	-28,02	42,07	29,62	21,04	14,81	14,02	9,87

M+150 = Manutenção + ganho de 150g; M+200 = Manutenção + ganho de 200g

Carvalho et al. (2009), consideram que o ingrediente utilizado na formulação dos suplementos fornecido aos animais deve ser escolhido levando em consideração o seu nível de utilização e composição químico-bromatológica, de forma, a atender as exigências nutricionais dos animais, antes de ser implementado no sistema de produção.

Após esta avaliação a decisão de qual alimento a ser utilizado na formulação do suplemento irá depender principalmente da disponibilidade e do preço do alimento, uma vez que o preço será decisivo na escolha do alimento, pois Segundo Martins et al. (2000) a alimentação animal representa o maior custo da atividade pecuária, principalmente com a utilização de alimentos tradicionais. Para Pina (2005) o uso de fontes proteicas alternativas que não comprometam o desempenho animal pode ser uma alternativa viável.

Portanto, de acordo com a deficiência nutricional, dos custos e disponibilidade do alimento, compete ao produtor adequar o ingrediente utilizado na formulação do suplemento a sua realidade, de forma a promover uma maior produção como menor custo de produção.

CONCLUSÕES

A composição químico-bromatológica do pasto e dieta de caprinos é influenciada principalmente pelo período do ano, que está associado a vários fatores climáticos e de quantidade e qualidade do pasto.

O valor nutricional da dieta de caprinos criados exclusivamente a pasto foram superiores à qualidade da vegetação disponível no pasto em decorrência da capacidade de seleção destes animais.

O balanço de proteína foram positivo para manutenção e manutenção acrescida de ganho de até 200 g cab⁻¹ dia⁻¹ para o período chuvoso e nas transições chuva/seca e seca/chuva, cuja vegetação apresentava melhor valor nutritivo.

No entanto, a proteína ficou limitante para caprinos a pasto no período seco, atendendo apenas as exigências proteicas para manutenção e manutenção adicionada de ganho de 50 e 100 g cab⁻¹ dia⁻¹, havendo a necessidade de suplementação para atender as exigências de proteína no período de seco para manutenção acrescida de ganhos de 150 e 200 g cab⁻¹ dia⁻¹. Diante disso, recomenda-se que a suplementação seja uma estratégia para suprir as necessidades e os ganhos esperados de caprinos sob pastejo na caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.R. **Desempenho e emissão de metano por caprinos suplementados no semiárido**. 2015. 71f. Tese (Doutorado) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015, P.71.

ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; BRUNO, R.L.; et al. Paradigmas do uso sustentável da caatinga para a produção de pequenos ruminantes. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 2012, Maceió. **Anais...**, Maceió: Centro cultural e de exposições Ruth Cardoso, 2012.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC, 1995, v. 1.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo Pastoril Sustentável da Caatinga**, 22 ed., Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 200 p, 2013.

ARAÚJO FILHO, J.A.; GADELHA, J.A.; SOUZA, P.Z. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região dos Inhamuns, Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.383-395, 1996.

ARAÚJO FILHO, J. A., SOUSA, F. B., CARVALHO, F. C. Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: **SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS**: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. Anais / editado por R.P. de Andrade, A de o. Barcellos e C. M. da Rocha. Brasília: SBZ, 1995. p.63-75.

ARAÚJO FILHO, J.A.; MESQUITA, R.C.M.; LEITE, E.R. Avaliação de pastagens nativas. In: J.P. PUIGNAN (Ed.). Utilización y manejo de pastizales. Montivideo, **IICA**, p.61-70, 1994.

ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; CARVALHO, F.F.R.; SILVA, D.S; CHAGAS, E.C.O. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras Moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.8, p.1088-1095, 2009.

BATISTA, A.M.V.; MATTOS, C.W. Aspectos nutricionais de pequenos ruminantes no semi-árido. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2004, Recife. **Anais...** Recife, p.75-82, 2004.

CARVALHO JÚNIOR, A.M.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, R.M. et al. Efeito da suplementação nas características de carcaça e dos componentes não-carcaça de caprinos F1 Boer × SRD terminados em pastagem nativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1301-1308, 2009.

CARVALHO, D.M.G.; CABRAL, L.S.; BENATI, J.M.B. Suplementos de autocontrole de consumo para ovinos mantidos em pastagens de *Brachiaria brizanta* cv Marandu no período da seca: desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM, 2009.

CASEY, N.H.; Van Niekerk, W.A. The Boer goat. I. Origin, adaptability, performance testing, reproduction and milk production. **Small Ruminant Research**, v.13, n.01. p 291-302, 1988.

DEVENDRA, C. Potential productivity from small ruminants and contribution to improved livelihoods and rural growth in developing countries. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais...** UFRPE: SBZ, p. 246-269, 2002.

FORMIGA, L. D. A. S., PEREIRA FILHO, J. M. ;OLIVEIRA, N.S. ;SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F. ; SOARES, D. C. . Valor nutritivo da vegetação herbácea de caatinga

enriquecida e pastejada por ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, p. 403-415, 2011.

GOMIDE, J. A. Produção de leite em regime de pasto. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 22 n.4 p.591-613, 1993.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. p.A-25.(Bulletin 339).

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Ed. Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.

LEITE, E.R.; CÉSAR, M.F.; ARAÚJO FILHO, J.A. Efeitos do melhoramento da caatinga sobre os balanços protéico e energético na dieta de ovinos. **Ciência Animal**, n. 12, v.1, p. 67-73, 2002.

LEITE, E.R.; ARAÚJO FILHO, J.A. de; PINTO, F.C. Pastoreio combinado de caprinos com ovinos em caatinga rebaixada: desempenho da pastagem e dos animais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.8, p.1129-1134, 1995.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

LIMA JÚNIOR, V. **Caracterização da dieta e avaliação de métodos de estimativa de consumo em caprinos suplementados na caatinga**. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado). Universidade federal da Paraíba, Areia, 2006. p.85.

MARQUES, C.A.T.; MEDEIROS, A.N.D.; COSTA, R.G. et al. Performance and carcass traits of Moxotó growing goats supplemented on native pasture under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 3, p. 151-159, 2014.

MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.269-277, 2000.

MENEZES, R.S.C.; GARRIDO, M.S.; PEREZ M., A.M. Fertilidade dos solos no semiárido. In: XXX SBCS. 2005, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. CD-ROM.

MENEZES, M.P.C.; RIBEIRO, M.N.; COSTA, R.G. et al. Substituição do milho pela casca de mandioca (*Manihot esculenta* Crants) em rações completas para caprinos: consumo, digestibilidade de nutrientes e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.729-737, 2004.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C. National Academy Press. 2007. 362 p.

PARENTE, H.N.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S. et al. Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de Caatinga. **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.411-421, 2012.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P.G.; DUARTE, L. S. et al. Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste brasileiro por intermédio da técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 403-413, 2010.

PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p. 77-90, 2013.

PFISTER, J. A. and J. C. Malechek. 1986. Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of Northeastern Brazil. **J. Range Manage.** P. 24-39.

PFISTER, J.A. **Nutrition and feeding behavior of goat sheep grazing deciduous shrubs-woodland in Northeast Brazil.** Logan: Utah State University, 1983. 130p. Dissertation (Doctor of Philosophy in Range Science) - Utah State University, 1983.

PIMENTEL, J.C.N.; ARAÚJO FILHO, J.A.; NASCIMENTO JR.,D.; et al. Composição botânica da dieta de ovinos em área de Caatinga raleada no sertão do Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.2, p.211-241, 1992.

PINA, D.S. **Fontes de Proteína para vacas em lactação.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p.278-290, 1995.

PRIGGE, E.C.; VARGA, G.A.; VICINI, J.L.; REID, R.L. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. **Journal of Animal Science**, v.53, n.6, p. 1629- 1633, 1981.

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

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, Â. M. V; GUIM, A; SANTOS, M. V. F; MATOS, D. S; SANTORO, K. R. Composição química e degradabilidade in situ da ração em

ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia /Brazilian Journal of Animal Science**, v. 38, p. 384-391, 2009.

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, M. J. A.; PEREIRA, V. L. A. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1876-1883, 2008.

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

SHORT, H, L., R. M. Blair and C. A. Segelquist. 1974. Fiber composition and forage digestibility by small ruminants. **J. Wildl. Manage.** P.38-197.

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

SOUZA, C. M. S.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R. G. Características da carcaça e componentes não integrantes da carcaça de caprinos Canindé suplementados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 3, p. 723-735, 2015.

SOUZA, C.; BARRETO, H.F.; GURGEL, V. et al. Disponibilidade e valor nutritivo da vegetação de caatinga no semiárido norte Riograndense do Brasil. **HOLOS-ISSN 1807-1600**, v.3, p. 196-204, 2013.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, v.51, p.780-785, 1968.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Books, Inc., Corvallis, Oregon. 374 p.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. Proceeding... Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WILSON, A. D. 1969. A review of browse in the nutrition of grazing animals. **J. Range Manage.** P. 22-23.

WOODWARD, A.; REED, J.D. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. **Journal of Animal Science**, v.75, n.4, p.1130-1139, 1997.

CAPITULO 3

**Predição de Atributos Nutricionais da Dieta de Caprinos Sob Pastejo
na Caatinga Paraibana, empregando a Tecnologia Espectroscopia da
Reflectância do Infravermelho Próximo (NIRS)**

**Predição de Atributos Nutricionais da Dieta de Caprinos Sob Pastejo na Caatinga
Paraibana, empregando a Tecnologia Espectroscopia da Reflectância do
Infravermelho Próximo (NIRS)**

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho desenvolver modelos de predição para o monitoramento nutricional de caprinos criados em pastagem nativa, baseados na região visível do infravermelho próximo. Um ensaio de 12 meses a campo foi realizado em São João do Cariri-PB. As amostras fecais e das extrusas foram coletadas em cinco caprinos fistulados no rúmen durante cinco dias consecutivos por mês. Os espectros de reflectância difusa das fezes foi obtido usando um espectrômetro NIR Perten® DA 7500 e Foss 5000. Os valores de referência das extrusa foram obtidos através de metodologias clássicas de nutrição animal. Os espectros foram submetidos ao pré-tratamento matemático de correlação multiplicativa de sinal e por uma análise de componentes principais. Os modelos foram construídos com a técnica de regressão por quadrados mínimos parciais usando o pacote do software Unscrambler®, versão 10.3. Os modelos desenvolvidos para prever o teor de proteína bruta para a estação seca e para as transições chuva/seca e seca/chuva apresentaram bons coeficientes de determinação e baixos erros. Os valores da relação do desempenho de desvio (RPD) foi maior que 2,0 na transição chuva/seca (TCS) e seca/chuva (TSC) na calibração. Assim como, na estação de transições de chuva/seca, seca/chuva e seca para validação e previsão sendo classificados como modelos excelentes. No entanto, o modelo proposto para calibração, validação e previsão global e para a estação de chuva apresentou baixo coeficiente de determinação sendo classificado como modelos não confiáveis. Os modelos desenvolvidos para calibração, validação e previsão da digestibilidade da matéria orgânica apresentaram um erro alto, baixo coeficientes de determinação e valores de RPD inferior a 1,4 demonstrando que esses modelos proporcionam baixa confiabilidade. A tecnologia da espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS) proporcionou boa precisão na determinação do teor de proteína bruta para a estação da seca e para as transições chuva/seca e seca/chuva. A técnica NIRS apresentou baixo desempenho na predição para digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica, mas isto não

implica que a tecnologia não funcione. A espectroscopia NIRS fecal associada ao método de calibração multivariada (PLS) é uma técnica alternativa para a determinação do teor proteína bruta e digestibilidade da matéria orgânica da dieta de animais criados a pasto na caatinga de forma não destrutiva. Os métodos de classificação e de calibração desenvolvidos são estratégias promissoras para determinar a qualidade da dieta de caprinos criados a pasto na caatinga

Palavras-chave: caatinga, dieta, digestibilidade, proteína bruta, pequenos ruminantes

Prediction of Nutritional Attributes of the Caprine Diets Grazing in the Paraíba Caatinga, Using the Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS)

ABSTRACT

The objective of this work was to develop prediction models for nutritional monitoring of goats raised in native pasture, based in the visible region of the near infrared. A 12 month test was carried out in São João do Cariri-PB. The fecal samples and the extrusa were collected in five rumen fistulated goats for five consecutive days per month. The diffuse reflectance spectra of feces was obtained using a NIR spectrometer ® 7500 Prop and Foss 5000. The reference values of the extrusa were obtained through methodologies traditionally applied in animal nutrition lab. The spectra were subjected to amultiplicative correlation of signal pretreatment and a principal components analysis. The models were built with the technique by partial least squares regression using the Unscrambler ® software package, version 10.3. The models developed to predict the content of crude protein for the dry season and the rainy/dry transitions and dry/rain showed good determination coefficients and low errors. The deviation of performance relative values (RPD) greater than 2.0 in the rain/dry transition station (TCS) and dry/rain (TSC) in calibration. Just as, in the transitions station rain/dry, dry/rain the dry for validation and prediction being classified as excellent models. However the proposed model for calibration, validation and global forecast rain station showed low coefficient of determination being classified as templates are not to be trusted. The models developed for calibration, validation and prediction of organic matter digestibility showed an error high, low coefficients of determination and values of less than 1.4 RPD showing that these models provide low reliability. The technology of near-infrared spectroscopy (NIRS) provided good accuracy in the determination of crude protein for the dry season and to rain/dry and dry/rain transitions. The NIRS technique showed low performance in the prediction of in vitro digestibility of organic matter, but this does not imply that the technology doesn't work. Fecal NIRS spectroscopy associated with multivariate calibration procedure (PLS) is an alternative technique for the determination of crude protein and organic matter digestibility of the diet of animals raised on pasture in the bush in a non-

destructive way. The classification methods and developed calibration are promising strategies to determine the quality of goat diet raised on pasture in the bush.

Keywords: caatinga, diet, digestibility, protein, small ruminants

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar uma grande diversidade ambiental com relação ao solo, clima, vegetação e relevo, constituindo um mosaico de ecossistemas únicos, que exige conhecimento específico para ser manejado de forma sustentável (Menezes et al., 2005). Além destas características, a precipitação pluvial varia em média de 300 a 800 mm por ano, desta forma a quantidade de chuva na região não constitui o maior problema, e sim a sua distribuição irregular, onde o período chuvoso ocorre geralmente em três a quatro meses, o que causa um déficit hídrico por um longo período de até 8 a 9 meses em média no ano.

De acordo com Araújo Filho et al. (1995), a caprinocultura nordestina é desenvolvida, em sua maioria, em sistema extensivo, na qual a base alimentar destes animais é composta quase que exclusivamente por plantas nativas da caatinga que, por sua abundância no período chuvoso e persistência a seca, têm sido historicamente utilizadas na alimentação animal, constituindo, muitas vezes, a única fonte de alimento para os ruminantes da região. Estima-se que aproximadamente 70% das espécies predominantes na caatinga participam significativamente da dieta dos ruminantes.

Mas, a produção de forragens no semiárido é deficiente e existe grande flutuação na oferta e qualidade desta vegetação ao longo do ano, causando sérios prejuízos, o que a torna um fator limitante no desempenho animal. Por isso, há dificuldade de manter a correta nutrição dos rebanhos criados em pastagem nativa.

No entanto, uma nutrição adequada é fundamental para a eficiência na produção animal, pois além do suprimento de nutrientes para a produção, o correto balanceamento da dieta tem implicações na saúde animal, eficiência econômica dos sistemas, uma vez que a alimentação constitui-se o principal item de custo na maioria das unidades produtivas.

Entretanto, a determinação do valor nutricional da dieta dos rebanhos criados a pasto é trabalhosa e onerosa principalmente pela dificuldade de se estimar a qualidade da forragem ingerida por estes animais, associado às exigências nutricionais que serve de base para o balanceamento da dieta. Esta dificuldade é mais acentuada quando esses animais são criados em pastagem nativa, devido à ampla diversidade de forrageiras

disponíveis, agregada à sua seletividade, o que torna a estimativa da qualidade dos alimentos consumidos um grande desafio.

Existem várias metodologias baseadas na estimativa da dieta selecionada a pasto, como por exemplo, com animais fistulados que está sendo bastante discutida pelos comitês de ética por afetar o bem-estar animal, assim como mensurar este valor nutricional da dieta através da relação do índice fecal e da composição da forragem pastejada. Entretanto, esta metodologia é amplamente questionada quando aplicada em pastagem da caatinga, por esta apresentar uma peculiaridade na sua composição química, que é a grande quantidade de plantas contendo compostos secundários.

Diante do exposto surge à necessidade de metodologias analíticas rápidas, não destrutivas, não invasivas, de baixo custo para determinar o valor nutricional das dietas de animais criados em pasto da caatinga.

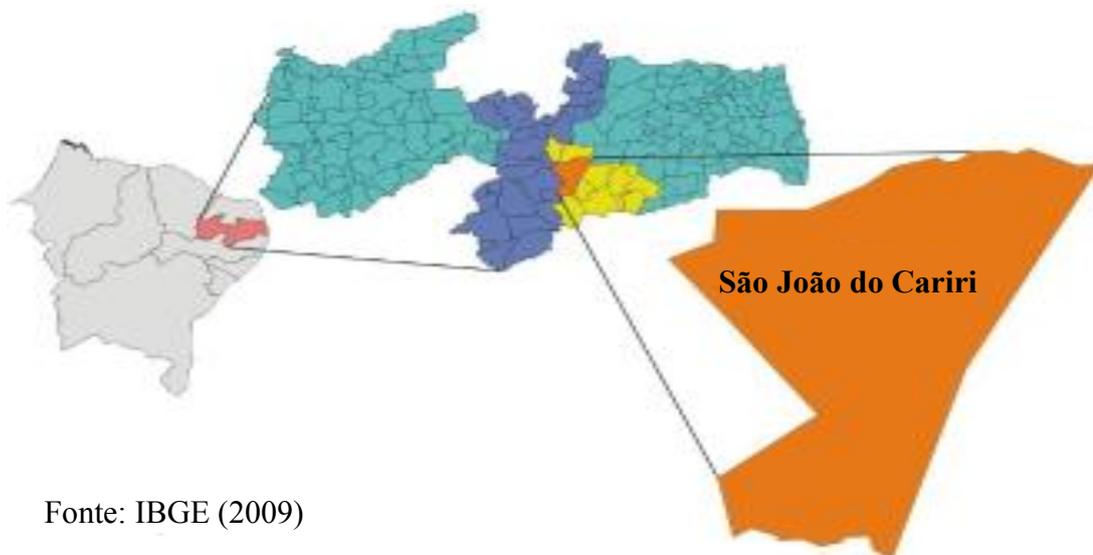
Dentre estas metodologias se destaca a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), por ser uma técnica que atende a essas expectativas. A espectroscopia NIR é considerada uma poderosa ferramenta para análises quantitativas e qualitativas de variáveis químicas e físicas. Com isso, a técnica do uso da espectroscopia da reflectância na região do infravermelho próximo (NIRS) mostra-se como uma alternativa para mensurar a qualidade da dieta de ruminantes a pasto.

O uso desta tecnologia para este fim implica em um grande avanço na contribuição da nutrição, uma vez que permite um rápido diagnóstico do estado nutricional dos animais e a construção de estratégias de suplementação para cada região, rebanho ou mesmo animal. Dessa forma objetivou-se com este trabalho desenvolver modelos espectrais na região visível do infravermelho próximo fecal para o monitoramento nutricional de caprinos criados em pastagem nativa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido de agosto de 2013 a julho de 2014, na Estação Experimental do Centro de Ciências Agrárias – UFPB, situado no município de São João do Cariri-PB, cuja posição geográfica está entre as coordenadas 7°23'30" latitude sul e 36°31'59" de longitude oeste, em uma altitude de 458 m, localizado na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Cariri oriental. Na Figura 1 encontra-se a localização geográfica do município de São João do Cariri - PB, Brasil.

A vegetação é do tipo caatinga, e representa grande diversidade em seus diferentes estratos (herbáceo, arbustivo e arbóreo). De acordo com a classificação de Köppen, predomina na região o clima Bsh-semiárido quente com chuvas de verão-outono, um fator que está associado à escassez de chuvas é a irregularidade das precipitações pluviais, havendo curtos períodos de chuvas e estação seca prolongada. A região apresenta temperatura média mensal máxima de 27,2 °C e mínima de 23,1 °C, índice pluviométrico médio em torno de 400 mm por ano e umidade relativa do ar 0,70.



Fonte: IBGE (2009)

Figura 1 - Mapa de Localização Geográfica do Município de São João do Cariri – PB.

A distribuição dos dados médios mensais das variáveis climáticas ao longo do tempo (abril de 2013 a julho de 2014) foi obtida a partir do banco de dados da Estação meteorológica convencional localizada na Estação Experimental de São João do Cariri e pode ser verificada na Figura 2. Durante o período experimental a o índice pluviométrico foi de 299,90 mm, a temperatura média de 20 a 24°C e a umidade relativa

do ar de 53 a 64%. Para a distribuição dos meses em cada período do foi considerado a precipitação pluvial, assim como o teor de proteína da dieta dos animais e flutuação da disponibilidade de biomassa, além da variação na frequência das espécies presentes na área durante os 12 meses de experimento.

Com isso, foi considerado período de seca os meses de outubro, dezembro e janeiro (5,90 mm), tendo em vista que em novembro registrou-se um dia de chuva de 39,60 mm tornando-se um mês atípico; a estação de transição seco-chuvoso incidiu de fevereiro à março (38,00 mm), sendo que o período chuvoso compreendeu os meses de novembro, abril e maio (185,20 mm) e a época de transição chuvoso-seco ocorreu entre agosto, setembro, junho e julho (56,60 mm).

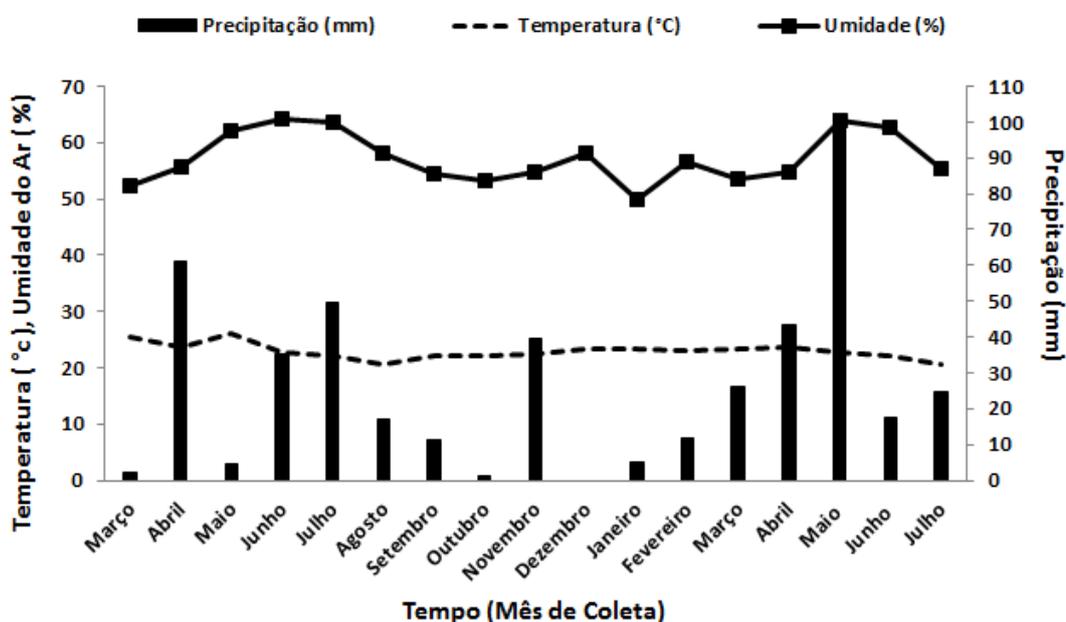


Figura 2 - Distribuição da temperatura média (°C); umidade relativa (%) e precipitação pluvial (mm) durante o período de abril de 2013 a julho de 2014, FONTE: Rede Hidrométrica do Nordeste. Posto da Escola São João do Cariri/PB.

Foram utilizados 05 cabritos SPRD fistulados, com peso inicial médio de 22,90 \pm 04 kg, todos castrados e tratados contra endo e ectoparasitas. Os animais permaneceram na área experimental durante todo o ano, sem suplementação, recebendo água e mistura mineral “ad libitum”.

Os animais tinham acesso à pastagem nativa (caatinga) das 06h30min às 16h30min, quando estes eram recolhidos em baias individuais. Mensalmente eram

pesados e feitas as avaliações dos escores corporal, sempre as 06h30min, para acompanhamento do desempenho dos animais.

Para obtenção das fezes foram realizadas coletas mensalmente durante o período de agosto de 2013 a julho de 2014. A coleta de fezes foi realizada, por cinco dias consecutivos, nos cinco animais, utilizando bolsas coletoras acopladas aos animais, com quatro dias de adaptação, sendo as colheitas realizadas no início da manhã (06h30min) e final da tarde (16h30min), do total de fezes produzida por dia foi amostrado um percentual de 0,20 representando as amostras diárias, as quais eram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas a -20 °C.

Para estimar a digestibilidade foram coletadas extrusa mensalmente durante o período de agosto de 2013 a julho de 2014 em cinco caprinos SPRD com cânulas permanentes no rúmen. A coleta da extrusa foi realizada durante cinco dias consecutivos em turnos alternados manhã (07h30min) e tarde (14h00min), visando minimizar o efeito do manejo da coleta de extrusa sobre o comportamento de consumo dos animais. Nas coletas realizadas pela manhã, os animais passavam por um jejum prévio de 15 horas antes do acesso ao pasto.

As amostras de extrusa foram coletadas utilizando a técnica de evacuação ruminal conforme descrito por Santos et al. (2008). No momento da coleta, removeu-se todo o conteúdo ruminal, que era armazenado em baldes individuais previamente identificados para ser recolocado no rúmen após a coleta. Em seguida, os animais eram soltos na área experimental por 40 min. Após este período, eram recolhidos e a extrusa coletada, identificada e armazenada para posteriores análises.

Para garantir que a dinâmica da microbiota ruminal permaneceu ativa durante o período que o conteúdo ruminal esteve no balde foi realizada a avaliação do potencial redox de acordo com a técnica descrita por Feitosa (2008), denominada tempo de redução do azul de metileno (TRAM).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca da extrusa foi determinado pela metodologia de Van Soest e Wine (1968), onde a segunda fase da digestibilidade é realizada através da extração com a solução de detergente neutro, determinando desta forma a digestibilidade verdadeira. Para calcular a digestibilidade aparente foi necessário fazer a correção usando um valor fixo de subtração de 10 pontos percentuais para a determinação da digestibilidade da matéria seca e 8 pontos percentuais para a

digestibilidade da matéria orgânica para caprinos segundo metodologia descrita por (Van Soest, 1982).

As análises da composição química das extrusas e das fezes foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro Nacional de Pesquisas de Caprinos e Ovinos da Embrapa em Sobral - Ceará, determinando-se o teor de Matéria Seca (MS), conforme os procedimentos descritos pela AOAC (1995).

O teor de nitrogênio total (N) das extrusas e das fezes foram determinados em sistema de combustão (Leco FP-528, Leco Corp. St. Joseph, MI, EUA) utilizando o fator de correção 6,25 para a conversão dos valores de N para proteína bruta (PB).

A aquisição dos espectros foi realizada em amostras fecais, representando a dieta dos animais, sendo os dados de referência obtidos através das análises químicas nas extrusas, resultando dessa forma, em duas matrizes (uma fecal – espectros) e a outra (das extrusas – referência). Então para relacionar o espectro fecal de cada amostra com a análise de referência da extrusa, dados da extrusa do dia um, foram usados como referência para o dia dois de amostragem fecal, assim como dados do dia dois foram referência para o dia três e assim sucessivamente.

Antes das leituras as amostras de fezes foram colocadas novamente na estufa a 55°C por 3h para estabilização do teor de água nas amostras. Após esse período, as mesmas foram alocadas em dessecador até atingirem temperatura ambiente.

Para obtenção dos espectros foram utilizados dois modelos de instrumento, um espectrômetro NIR Perten ® DA 7500 (instrumentos Perten, Hägersten, Suécia), no qual registra uma faixa do infravermelho próximo de 950 a 1650nm, com intervalo espectral de 5nm. E o NIRS FOSS© 5000 (FOSS, Hillerod, Denmark). O FOSS 500 faz leitura na faixa de 1100 a 2500nm na região do infravermelho próximo, com intervalo espectral de 2nm.

A partir dos espectros de reflectância gerados em cada comprimento de onda foram empregadas as técnicas de pré-processamento dos espectros e a análise multivariada. Nos espectros obtidos foram avaliados diferentes pré-processamentos tais como: a primeira e segunda derivada pelo método Savitzky-Golay, correção da linha de base pelo método correção multiplicativa de espalhamento–MSC e o método de padronização Normal de sinal – SNV).

Dentre os pré-tratamentos testados, a correção multiplicativa de espalhamento (MSC – Multiple Scatter Correction), utilizado para minimizar os efeitos de espalhamento da luz, foi o que apresentou os melhores resultados. A técnica multivariada de reconhecimento padrão não supervisionada chamada de componentes principais (PCA - Principal Components Analysis) foi aplicada para análise exploratória dos dados, a fim de se estabelecer classes ou grupos das amostras de acordo com a estação de coleta.

Para testar se houve diferença das médias entre as estações aplicou-se uma MANOVA (ANOVA multivariada), utilizando o programa PROC GLM do Statistical Analysis System (SAS, versão 9.2) e as médias foram comparados pelo teste de Wilks Lambda ao nível de 0,01 de significância, considerando toda a faixa espectral simultaneamente.

O algoritmo Kennard-Stone foi aplicado separadamente aos espectros do banco de dados global e de cada estação com a finalidade de dividir as amostras em conjuntos de calibração (50%), validação (25%) e previsão (25%). O algoritmo de Kennard-Stone (KS) seleciona as amostras por distância euclidiana a partir dos espectros das amostras individuais. O processo inicia com a seleção de duas amostras, a mais próxima e a mais distante da média. Em seguida, ambas são removidas e o processo é repetido até se alcançar o número desejado de amostras (Kennard & Stone, 1969).

Os modelos foram desenvolvidos através da técnica de regressão por quadrados mínimos parciais (PLS - Partial Least Squares) com validação externa usando o pacote do software Unscrambler®, versão 10.3 (Camo Inc, Oslo, Norway).

Para determinar a relação do desempenho de desvio dos modelos testados (*Ratio of Performance to Deviation – RPD*), que representa a divisão entre o desvio padrão das amostras de referência e o erro médio de previsão, sendo calculado de acordo com a equação preconizada por Williams & Sobering, (1995):

$$RPD = SD/ RMSEP$$

Em que:

SD= Desvio padrão da amostra.

RMSEP = Erro médio de previsão

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 3 e 4 (a) observam-se os 291 espectros das amostras de fezes dos 05 caprinos SPRD coletados durante o período de 12 meses, escaneadas secas e moídas a uma granulometria de 1mm, na região de 950 a 1650 nm e 1100 a 2500 nm respectivamente.

Embora o perfil espectral apresente semelhança entre si, observa-se que há uma variação sistemática dos espectros. Os espectros obtidos sem pré-tratamento não permite a distinção entre as amostras. No entanto, alguns espectros apresentam características tendenciosas para formação de grupos, porém entre esses possíveis grupos existem sobreposição que dificulta uma identificação precisa.

Desta forma, houve a necessidade da aplicação de um pré-tratamento matemático para facilitar a identificação das possíveis propriedades de interesse do conjunto espectral e para corrigir o efeito de espalhamento que simplifica o modelo, além de possibilitar uma distribuição linear dos espectros (Figura 3 e 4 (b)).

Analisando os espectros pré-tratados com a correção multiplicativa de espalhamento – MSC, nota-se que em geral todas as amostras possuem perfis espectrais semelhantes e sobreposições de amostras. Esse comportamento espectral pode ser um indicativo de semelhança existente na composição química das fezes, não sendo possível confirmar a existência de agrupamentos.

A transformação MSC é uma técnica usada para corrigir os efeitos de espalhamento aditivos e multiplicativos na absorção. Esses efeitos são geralmente causados por fenômenos físicos como variação de temperatura, diferença no tamanho da partícula e não está relacionado com a composição das amostras e por isso esses espalhamentos devem ser removidos, pois são fontes de variações que não representam as amostras (Ferreira, 2015).

No entanto, a aplicação do pré-processamento não foi suficiente para permitir uma distinção das fezes por período, apenas por meio de uma análise visual do perfil espectral das amostras. Com isso, foi aplicada a técnica de análise multivariada para identificar a distribuição das amostras. Em geral, as técnicas de análise exploratória são usadas para investigar a distinção ou semelhanças entre amostras de um determinado conjunto de dados (Beeb et al., 1998).

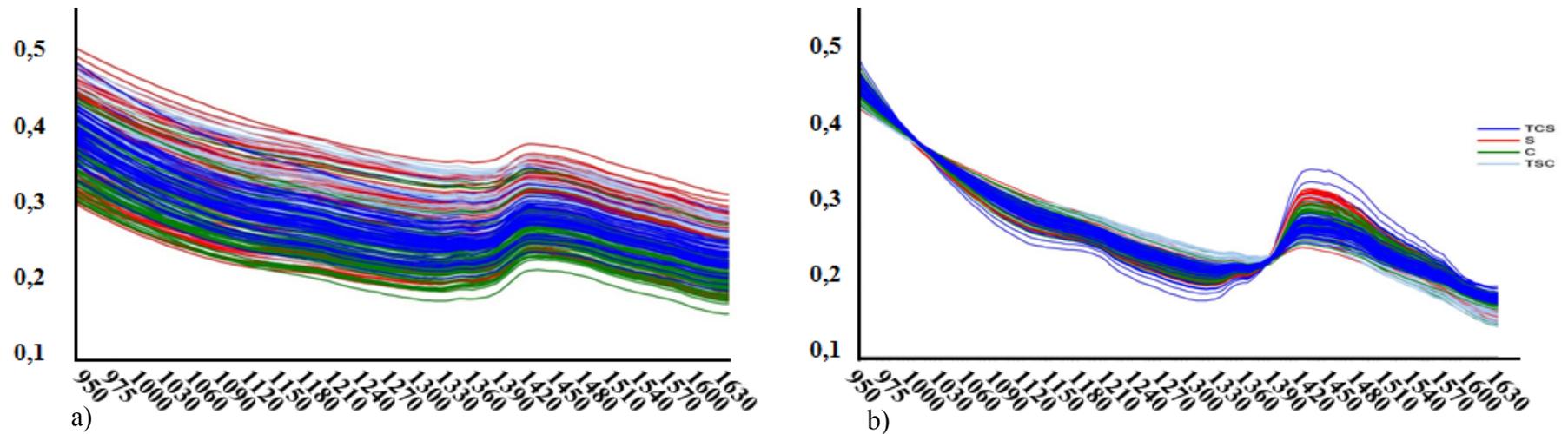


Figura 3 - Espectros originais das 291 amostras de fezes na região de 950 a 1650 nm (a) e espectros pré-processados usando correção multiplicativa de espalhamento – MSC (b). TCS = Transição Chuva/ Seca; S = Seca; C = Chuva e TSC = Transição Seca/Chuva.

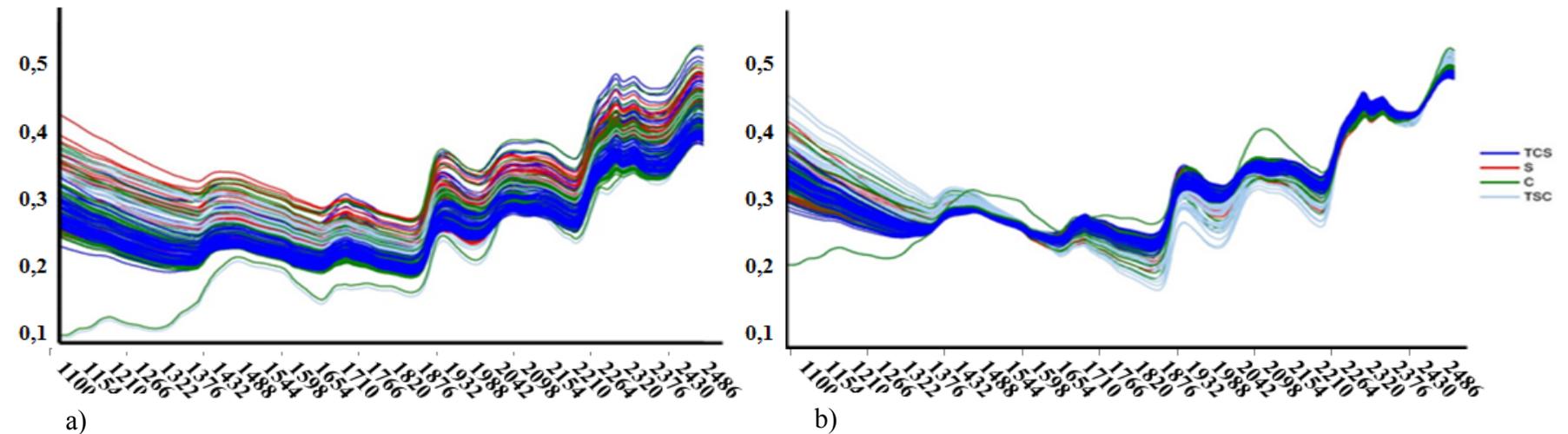


Figura 4 - Espectros originais das 291 amostras de fezes na região de 1100 a 2500 nm (a) e espectros pré-processados usando correção multiplicativa de espalhamento - MSC (b). TCS = Transição Chuva/ Seca; S = Seca; C = Chuva e TSC = Transição Seca/Chuva

O método quimiométrico de reconhecimento de padrão não supervisionado de análise de componentes principais- PCA foi empregada para identificar as semelhanças e as diferenças das amostras, em que a PCA projeta os dados multivariados em um espaço de dimensão menor, sem que as relações entre as amostras sejam afetadas, consequentemente as informações relevantes são selecionadas e ampliadas, tornando-as mais evidentes a uma avaliação visual (Ferreira, 2015).

Assim, é possível visualizar, interpretar a ocorrência de agrupamentos e/ou diferenças entre as amostras das fezes a partir dos espectros pré-processados, uma vez que as amostras que apresentam comportamento atípico tendem a ser tornar mais evidentes com a aplicação da componente principal (PC).

Nota-se que o PC-1 (0,90 e 0,87 das variâncias explicadas) expressa maior quantidade de informação e a máxima variância dos dados originais e o segunda PC (0,08 e 0,07 das variâncias explicadas) descreve o restante das informações e variações contidas nas amostras de fezes Figura 5 (a e b), respectivamente.

A Figura 5 (a e b) mostra que os elementos indispensáveis para a formação de agrupamentos estão contidos nas duas componentes principais. As amostras do período de seca e de transição chuva/seca, em sua grande maioria ficaram separadas dos demais, períodos (chuva e transição seca/chuva).

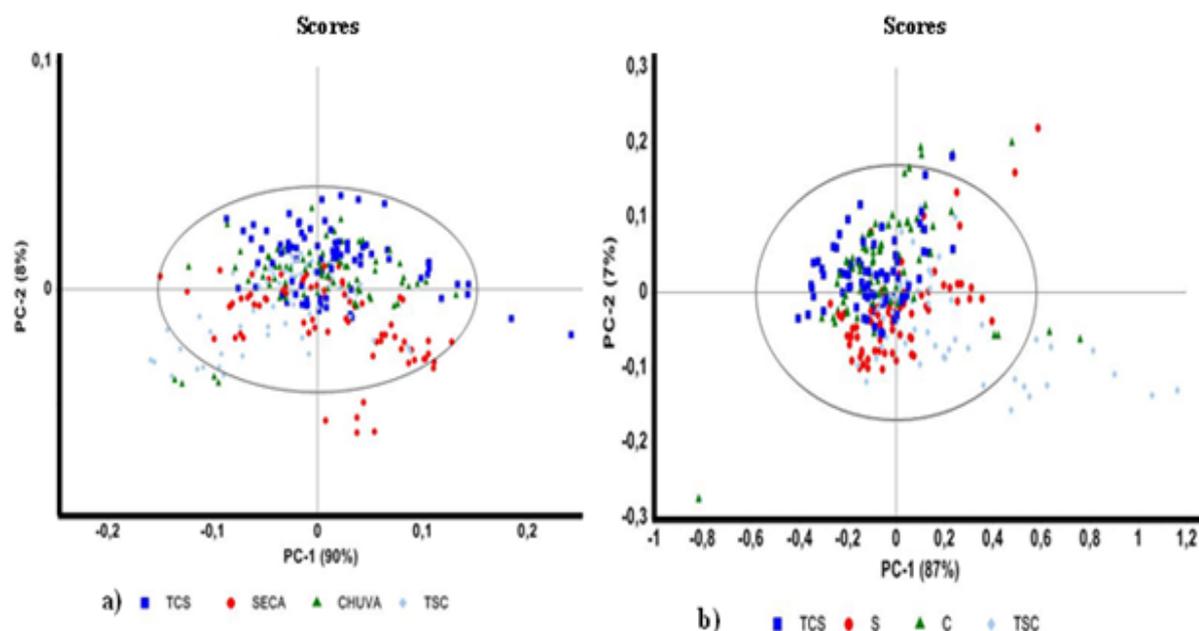


Figura 5 - Gráficos dos escores com pré-processamentos MSC da PC1 versus PC2 das amostras de fezes na região de 950 a 1650 nm (a) e 1100 a 2500 nm (b). TCS = Transição Chuva/ Seca; S = Seca; C = Chuva e TSC = Transição Seca/Chuva.

Com isso, observa-se que o comportamento da análise de PC das amostras de fezes independentemente da época de coleta apresentam características similares e que estas sobreposições possivelmente ocorram devido à semelhança entre os constituintes químicos presentes nas amostras, o que não significa que não ocorra diferença significativa entre as médias destas de acordo com o período do ano.

Então ao aplicar o teste de Wilks Lambda através de uma ANOVA multivariada verificou-se diferença significativa a 0,01 de probabilidade entre as médias das fezes coletadas em diferentes estações do ano. Com base nos resultados obtidos, percebe-se que não ocorrem erros do tipo I e nem do tipo II. Dessa forma, houve a necessidade da separação do banco de dados por período para posterior aplicação da regressão por quadrados mínimos parciais - PLS.

Após a construção da PLS os dados foram otimizados, utilizando-se a ferramenta do X-Y relation outliers do Unscrambler, que identifica a presença das possíveis amostras anômalas (outliers), esta ferramenta do Unscrambler, avalia a relação linear entre o escore X e o escore Y das amostras, onde caso ocorra amostras com valores extremos, ou seja, que foge desta linearidade em função do eixo x e y deve ser considerado como outlier. A identificação de outlier é importante para uma modelagem eficaz. Com isso, as amostras que apresentaram comportamento diferenciado da maioria foram consideradas como outliers e removidas do conjunto de dados (Figura 6).

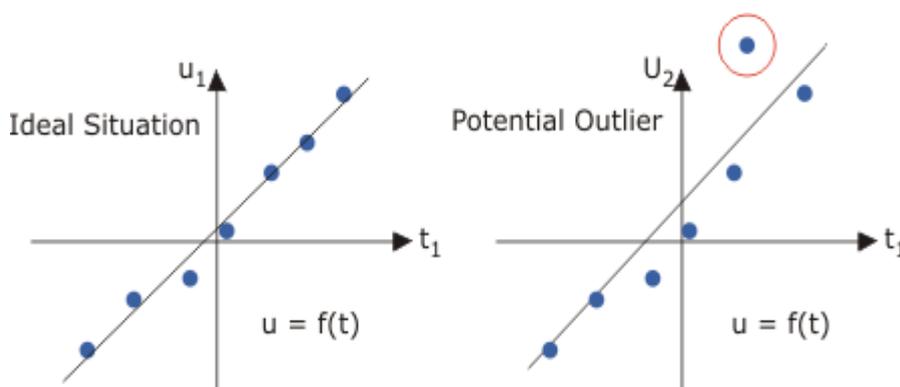


Figura 6 - Relação da regressão da PLS no eixo X-Y com e a sem presença de *outliers*.

Na Tabela 1 consta o número de amostras que compõe o banco de dados por estação e a quantidade destas que apresentaram comportamento diferenciado das demais, ou seja, foram identificadas como membros não pertencentes ao período do ano

ao qual foi atribuído, sendo considerados como outliers e removido do conjunto de dados para a construção dos modelos.

Como pode ser visto na Tabela 1, o modelo global construído para estimar a proteína bruta (PB) foi de (0,082% e 0,089) e de (0,092% e 0,099%) para digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) de outliers detectados no conjunto de dados para equipamentos Perten e Foss respectivamente. Para o modelo de transição chuva/seca foi retiradas do banco de dados de PB (0,024 Perten e 0,0365 Foss) e (0,109 Perten e 0,109 Foss) para DIVMO de amostras que apresentaram comportamento anômalo.

Tabela 1 - Quantidades de amostras que compõem o banco de dados por estação e a quantidade de outliers removidos dos modelos de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO)

Variável	Estação	Nº de amostras	Outliers	
			Foss	Perten
PB	GL	291	26	24
PB	TCS	82	03	02
PB	SECA	75	04	06
PB	TSC	59	05	06
PB	CHUVA	75	10	05
DIVMO	GL	291	29	27
DIVMO	TCS	82	09	09
DIVMO	SECA	75	08	08
DIVMO	TSC	59	06	05
DIVMO	CHUVA	75	08	08

Gl= Global, TCS = Transição Chuva/ Seca e TSC = Transição Seca/Chuva.

Para a formação do modelo da época seca, (0,0533 Foss e 0,080 Perten) de outliers foram detectados no conjunto de calibração para PB e 0,106 na DIVMO para os dois instrumentos. No entanto, para o desenvolvimento do modelo do período de transição seca/chuva foram identificadas (0,101 e 0,0847) de PB (0,080 e 0,066) e DIVMO para os equipamentos da Perten e Foss respectivamente, e por fim para a construção do modelo estabelecido para a chuva o percentual de amostras observado com comportamento atípico foi de (0,066 Perten e 0,133 Foss) para proteína bruta e de (0,135 Perten e Foss) no conjunto de dados da DIVMO.

De acordo com Guimarães et al. (2014), os outliers podem ser removidos dentro de um limite de (0,222) do número total de amostras, conforme estabelecido pelas diretrizes internacionais e Brasileiras. Ainda segundo os mesmos autores o número de outliers detectados neste trabalho apresenta nível de confiança de 0,95.

Nas Tabelas 2, 3 e 4 são apresentados os modelos de calibração, validação e previsão construídos para determinar o teor de proteína bruta nas fezes de animais pastejando na caatinga. A escolha dos melhores modelos consiste no menor valor para raiz quadrada do erro médio quadrático de calibração (RMSEC), raiz quadrada do erro médio quadrático da validação (RMSEV), raiz quadrada do erro médio quadrático de previsão (RMSEP) e o maior valor do coeficiente de determinação (R^2), preconizado por Williams (2001); Windham et al. (1989).

Para os modelos de calibração de proteína bruta no instrumento da Foss o período de transição seca/chuva foi a que apresentou maior coeficiente de determinação 0,83, seguida pelo período seco e pela transição chuva/seca (0,81 e 0,68). Além de ter proporcionado baixo erro de calibração para transição seca/chuva, seca e transição chuva/seca (1,31, 1,17 e 1,35, respectivamente). Mas para o Perten os maiores coeficientes de determinação foram (0,81, 0,81 e 0,66) nos períodos de transição chuva/seca (TCS), seca (seca) e no período de transição seca/chuva (TSC), com valores de erro de calibração de 1,08 (TCS), 1,14 (S) e 1,52 (TSC).

No entanto, para a validação os melhores coeficientes de determinação foram de (0,73-TSC), (0,65-TCS) e (0,61 - S). Apresentando baixo erro de validação (RMSEV = 2,23 - TSC, RMSEV = 1,35-TCS e RMSEV = 1,70 - S) para os modelos desenvolvidos no Foss. Mas para os modelos de validação construídos no Perten os maiores coeficientes de determinação e menores erros de validação ocorreram no período de transição chuva/seca ($R^2 = 0,77$; RMSEV=1,28), transição seca/chuva ($R^2 = 0,61$; RMSEV=2,06) e seco ($R^2 = 0,53$; RMSEV=1,30).

Os modelos de previsão obtidos neste estudo para determinar o teor de proteína bruta no Foss apresentaram coeficientes de determinação de 0,85, 0,64 e 0,60 e erro de previsão de 1,48, 1,42 e 1,80 na TSC, seca e TCS respectivamente.

Tabela 2 - Resultados dos modelos de calibração utilizando a PLS para determinar a proteína bruta (PB) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópica NIRS

Variável	Estação	Pré-Proc.	Faixa	Fator	Slope	Bias	Offset	Correlação	R ²	RMSEC	RPD	DP
FOSS												
PB	GL	MSC	11,47 - 24,63	07	0,50	-3,59	8,38	0,71	0,50	2,15	1,3	2,69
PB	TCS	MSC	11,87 - 22,30	04	0,68	5,48	5,21	0,82	0,68	1,35	1,8	1,94
PB	SECA	MSC	9,71 -19,07	06	0,81	1,03	2,78	0,90	0,81	1,17	1,7	1,90
PB	TSC	MSC	12,81 - 25,88	08	0,83	1,42	2,77	0,91	0,83	1,31	2,2	2,89
PB	CHUVA	MSC	17,20 - 23,84	04	0,23	2,88	15,94	0,48	0,23	1,97	0,7	1,04
PERTEN												
PB	GL	MSC	9,71 - 24,63	07	0,45	-6,93	9,35	0,67	0,45	2,30	1,5	2,69
PB	TCS	MSC	11,63 - 22,30	07	0,81	-2,55	3,09	0,90	0,81	1,08	2,3	1,94
PB	SECA	MSC	10,41 - 20,11	06	0,81	7,41	2,81	0,90	0,81	1,14	1,8	1,90
PB	TSC	MSC	12,99 - 21,20	04	0,66	5,15	5,36	0,81	0,66	1,52	1,6	2,89
PB	CHUVA	MSC	17,27 - 24,63	02	0,12	2,17	18,39	0,35	0,12	2,13	0,5	1,04

R² = Coeficiente de determinação, RMSEC = Raiz quadrada do erro médio quadrático de calibração, Pré-Proc.= Pré-Processamento, MSC = Correção multiplicativa de espalhamento, RPD = Relação do desempenho de desvio, GL = Global, TCS = Transição chuva/seca, TSC = Transição seca/chuva e DP = Desvio Padrão.

Tabela 3 - Resultados dos modelos de validação utilizando a PLS para determinar a proteína bruta (PB) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópica NIRS

Variável	Estação	Pré-Proc.	Faixa	Fator	Slope	Bias	Offset	Correlação	R ²	RMSEV	RPD	DP
FOSS												
PB	GL	MSC	9,92 - 24,29	07	0,48	-0,17	8,60	0,69	0,48	2,43	1,4	2,69
PB	TCS	MSC	11,63 - 21,07	04	0,65	0,29	6,02	0,81	0,65	1,35	2,0	1,95
PB	SECA	MSC	10,36 - 20,11	06	0,58	0,29	6,62	0,78	0,61	1,70	1,6	1,90
PB	TSC	MSC	12,81 - 25,62	08	0,96	-0,23	0,35	0,85	0,73	2,23	1,4	2,89
PB	CHUVA	MSC	17,31 - 26,23	04	0,14	-0,16	17,46	0,24	0,06	2,59	0,6	1,05
PERTEN												
PB	GL	MSC	10,68 - 22,81	07	0,48	0,15	8,92	0,65	0,42	2,45	1,4	4,06
PB	TCS	MSC	12,81 - 21,07	07	0,84	-0,60	2,05	0,88	0,77	1,28	1,5	4,05
PB	SECA	MSC	11,05 - 18,06	06	0,74	-0,16	3,70	0,73	0,53	1,30	1,6	2,79
PB	TSC	MSC	11,94 - 22,49	04	0,79	-0,58	2,88	0,78	0,61	2,06	1,8	5,40
PB	CHUVA	MSC	17,20 - 26,78	02	0,07	-0,14	19,23	0,25	0,06	2,56	0,6	2,85

R² = Coeficiente de determinação, RMSEC = Raiz quadrada do erro médio quadrático de Validação, Pré-Proc.= Pré-Processamento, MSC = Correção multiplicativa de espalhamento, RPD = Relação do desempenho de desvio, GL = Global, TCS = Transição chuva/seca, TSC = Transição seca/chuva e DP = Desvio Padrão.

Tabela 4 - Resultados dos modelos de previsão utilizando a PLS para determinar a proteína bruta (PB) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópica NIRS

Variável	Estação	Pré-Proc.	Faixa	Fator	Slope	Bias	Offset	Correlação	R ²	RMSEP	RPD	DP
FOSS												
PB	GL	MSC	11,94 - 21,77	07	0,44	-0,12	9,00	0,50	0,25	2,41	1,3	2,69
PB	TCS	MSC	12,81 - 21,17	04	0,62	0,84	6,92	0,78	0,60	1,80	2,1	1,95
PB	SECA	MSC	12,37 - 18,17	06	1,16	0,29	-2,20	0,80	0,64	1,42	1,6	1,90
PB	TSC	MSC	12,99 - 23,53	08	0,91	0,86	2,20	0,92	0,85	1,48	2,0	2,89
PB	CHUVA	MSC	17,27 - 25,14	04	0,12	0,42	18,52	0,36	0,13	1,86	0,5	1,05
PERTEN												
PB	GL	MSC	10,41 - 23,62	07	0,34	-0,37	10,89	0,53	0,28	2,78	1,3	4,06
PB	TCS	MSC	12,81 - 20,01	07	1,09	0,36	-1,19	0,76	0,58	1,78	2,1	4,05
PB	SECA	MSC	9,92 - 19,04	06	0,56	-0,23	6,22	0,80	0,64	1,73	2,0	2,79
PB	TSC	MSC	12,81 - 22,07	04	0,92	-0,48	0,71	0,75	0,57	2,31	1,6	5,40
PB	CHUVA	MSC	17,67 - 28,21	02	0,20	-0,22	16,41	0,45	0,20	2,97	0,5	2,85

R² = Coeficiente de determinação, RMSEC = Raiz quadrada do erro médio quadrático de previsão, Pré-Proc.= Pré-Processamento, MSC = Correção multiplicativa de espalhamento, RPD = Relação do desempenho de desvio, GL = Global, TCS = Transição chuva/seca, TSC = Transição seca/chuva e DP = Desvio Padrão.

Os modelos de previsão desenvolvidos no Perten para mensurar o teor PB proporcionaram coeficientes de determinação de 0,64, 0,58 e 0,57 e RMSEP de 1,73, 1,78 e 2,31 nos períodos de seca e nas transições chuva/seca e seca/chuva respectivamente.

Observa-se nas Tabelas 2, 3 e 4 que o modelo proposto para calibração, validação e previsão global e para o período de chuva apresentaram baixo coeficiente de determinação tanto para o Foss como para o Perten sendo um indicativo que esses modelos não são confiáveis.

Segundo Williams (1987), um modelo com boa predição o erro não pode ser superior a 2,0. Isto significa que os modelos desenvolvidos para a proteína bruta deste trabalho apresenta uma boa acurácia uma vez que os erros dos modelos ficaram próximos a 2,0.

A relação do desempenho de desvio (RPD) segundo Chang et al. (2001), pode ser classificada em três categorias de desempenho:

- Classe A (Modelos excelentes) – RPD maior que 2,0;
- Classe B (Modelos justos)– RPD variando 1,4 a 1,9;
- Classe C (Modelos não confiáveis)- RPD menor que 1,4.

Com isso nota-se na Tabela 02, para os modelos de calibração do Foss, apenas o período de TSC foi classificado com excelente. No entanto, para os períodos TCS e seca foram identificadas como modelo justo. O modelo global e o período chuvoso foram considerados como um modelo não confiável.

Ainda na Tabela 2, observa-se que para os modelos construídos no Perten apenas o período de transição chuva/seca pertence à classe A. Porém o modelo global e nos períodos de transição seca/chuva e seca integram à classe B e o período chuvoso foi categorizado na classe C.

A Tabela 3 apresenta a classificação dos modelos de validação de acordo com o valor do RDP. O período de TCS do equipamento da Foss foi à única identificada como excelente, os demais períodos tanto para o Foss quanto para o Perten foram consideradas como modelos justos, exceto para o período chuvoso.

Observa-se na Tabela 04, que os períodos de transições chuva/seca e seca/chuva no Foss, assim como transição chuva/seca e Seca no Perten foram classificados como pertencem à classe A. Além disso, o período de seca e a transição seca/chuva foram

classificados como modelos justos nos modelos desenvolvidos no Foss e no Perten respectivamente. Portanto, o modelo global e o período seco foram classificados como não confiáveis para prever o teor de proteína das fezes levando em consideração os valores de desempenho de desvio segundo (Chang et al. 2001).

Esta classificação do RDP está diretamente relacionada com o coeficiente de determinação dos modelos. Pois segundo Chang et al. (2001), modelos com R^2 entre 0,8 a 1,0 são lotados na classe A, coeficientes de determinação variando de 0,5 a 0,8 são identificados com integrantes da classe B e R^2 menor que 0,5 pertencem à classe C.

Esta classificação da relação entre o desempenho de desvio e coeficiente de determinação é comparável com os resultados dos modelos desenvolvidos para prever indiretamente o teor de proteína bruta encontrados neste trabalho.

De acordo com as Tabelas 5, 6 e 7, podem-se observar os modelos de calibração, validação e previsão construídos para mensurar o valor da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga. Os modelos foram escolhidos com base nos menores valores da raiz quadrada do erro médio quadrático de calibração (RMSEC), raiz quadrada do erro médio quadrático da validação (RMSEV), raiz quadrada do erro médio quadrático de previsão (RMSEP) e no maior valor do coeficiente de determinação (R^2), como recomendado por Williams, (2001) e Windham et al. (1989).

Os modelos de calibração obtidos neste estudo para a digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) no Foss apresentaram coeficientes de determinação de 0,66, 0,58 e 0,52 e erro de calibração de 4,02, 3,69 e 3,19 nos períodos de seca, transição/seca e transição/chuva seca e chuva respectivamente.

Para os modelos de calibração da DIVMO desenvolvidos para o Perten o período de transição seca/chuva foi a que apresentou maior coeficiente de determinação 0,85 seguida pela seca (0,71); apresentado erros de previsão de 2,01 e 3,23, respectivamente.

Entretanto, para a validação os melhores coeficientes de determinação ocorreram nos períodos seco (0,51) e transição seca/chuva (0,50), mas os erros de validação foram altos (5,05 - S), (4,58 - TSC) para os modelos desenvolvidos no Foss. Na Tabela 6 nota-se que os modelos do Perten que apresentaram maiores coeficientes de determinação

também proporcionaram elevados erros, nos períodos de seca ($R^2 = 0,43$ e $RMSEV=5,80$) e transição seca/chuva ($R^2 = 0,35$, $RMSEV=5,79$).

Os modelos de previsão obtidos neste estudo para a digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica para o Foss tiveram coeficientes de determinação de 0,53, 0,47 e 0,45, erro de previsão de 4,06, 5,20 e 4,98 para transição seca/chuva, chuva e transição chuva/seca, respectivamente.

Os modelos construídos para prever a DIVMO no Perten que obtiveram os melhores coeficientes de determinação foi o modelo global com 0,36, seguida pelo período seco (0,30), transição chuva /seca (0,27) e chuva (0,23), sendo que o menor valor de R^2 ocorreu no período de transição seca/chuva (0,19). Além de ter proporcionado altos erros de previsão (5,52 - GL), (7,10 - Seca), (6,51 - TCS) e (6,40 - TSC).

Observa-se nas Tabelas 5, 6 e 7 que o modelo proposto para calibração, validação e previsão da digestibilidade de matéria orgânica apresentou altos valores para os erros de calibração, validação e previsão tanto para o Foss como para o Perten sendo um indicativo que esses modelos não são confiáveis.

De acordo com Williams (1987), um modelo com boa predição do erro não pode ser superior a 2,0. Porém os erros médios de calibração, validação e previsão foram superiores ao valor estabelecido. Demonstrando que os modelos para mensurar indiretamente a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica das fezes de caprinos sob pastejo na caatinga não são precisos e apresenta baixa confiabilidade.

Segundo a classificação da relação do desempenho de desvio (RPD) descrita por Chang et al. (2001), os modelos desenvolvidos para determinar a DIVMO para calibração apenas para o período de transição seca/chuva foi classificada com excelente. Porém, o modelo da transição chuva/seca foi identificado como modelo justo. O modelo global e o período seco e chuvoso foram considerados como um modelo não confiável (Tabela 5).

Nas Tabelas 6 e 7 nota-se que todos os modelos de validação e previsão da DIVMO nas fezes de caprinos sob pastejo na caatinga foram classificados como não confiáveis, considerando os valores de desempenho de desvio segundo (Chang et al., 2001).

Tabela 5 - Resultados dos modelos de calibração utilizando a PLS para determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópica NIRS

Variável	Estação	Pré-Proc.	Faixa	Fator	Slope	Bias	Offset	Correlação	R ²	RMSEC	RPD	DP
FOSS												
DIVMO	GL	MSC	45,36 – 70,60	10	0,46	-1,95	31,00	0,68	0,46	4,71	0,9	2,69
DIVMO	TCS	MSC	47,04 – 66,24	07	0,52	1,12	27,94	0,72	0,52	3,19	1,3	1,95
DIVMO	SECA	MSC	43,37 – 68,44	07	0,66	3,36	18,97	0,81	0,66	4,02	0,7	1,90
DIVMO	TSC	MSC	46,28 – 67,09	04	0,58	4,23	23,24	0,76	0,58	3,69	1,5	2,89
DIVMO	CHUVA	MSC	49,27 – 75,37	01	0,18	2,24	51,39	0,43	0,18	6,14	0,5	1,05
PERTEN												
DIVMO	GL	MSC	44,36 – 69,82	07	0,22	4,43	45,59	0,47	0,22	5,65	0,7	4,06
DIVMO	TCS	MSC	47,62 – 70,41	05	0,35	-1,48	38,77	0,59	0,35	4,08	1,0	4,05
DIVMO	SECA	MSC	43,37 – 68,44	07	0,71	2,92	15,58	0,84	0,71	3,23	0,9	2,79
DIVMO	TSC	MSC	46,79 – 66,88	06	0,5	1,18	8,49	0,92	0,85	2,01	2,7	5,40
DIVMO	CHUVA	MSC	51,31 – 69,82	01	0,05	-1,23	59,62	0,22	0,05	4,93	0,6	2,85

R² = Coeficiente de determinação, RMSEC = Raiz quadrada do erro médio quadrático de calibração, Pré-Proc.= Pré-Processamento, MSC = Correção multiplicativa de espalhamento, RPD = Relação do desempenho de desvio, GL = Global, TCS = Transição chuva/seca, TSC = Transição seca/chuva e DP = Desvio Padrão.

Tabela 6 - Resultados dos modelos de validação utilizando a PLS para determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópica NIRS

Variável	Estação	Pré-Proc.	Faixa	Fator	Slope	Bias	Offset	Correlação	R ²	RMSEV	RPD	DP
FOSS												
DIVMO	GL	MSC	44,86 – 73,46	10	0,38	-0,88	35,86	0,59	0,36	5,55	0,7	2,69
DIVMO	TCS	MSC	47,29 – 67,99	07	0,33	-1,05	39,27	0,54	0,29	4,81	0,8	1,95
DIVMO	SECA	MSC	41,48 – 66,73	07	0,50	-0,60	26,81	0,71	0,51	5,05	0,6	1,90
DIVMO	TSC	MSC	44,97 – 66,88	04	0,60	-0,44	22,13	0,70	0,50	4,58	1,2	2,89
DIVMO	CHUVA	MSC	52,17 – 69,88	01	0,12	0,73	55,06	0,26	0,06	5,58	0,5	1,05
PERTEN												
DIVMO	GL	MSC	45,36 – 70,41	07	0,21	1,00	46,11	0,42	0,17	5,63	0,7	4,06
DIVMO	TCS	MSC	51,56 – 67,11	05	0,35	0,94	38,30	0,54	0,30	4,15	1,0	4,05
DIVMO	SECA	MSC	40,06 – 66,08	07	0,41	-0,93	31,73	0,65	0,43	5,80	0,5	2,79
DIVMO	TSC	MSC	44,97 – 67,09	06	0,58	0,59	24,47	0,59	0,35	5,79	0,9	5,40
DIVMO	CHUVA	MSC	54,43 – 74,48	01	0,09	-1,87	56,64	0,45	0,21	5,65	0,5	2,85

R² = Coeficiente de determinação, RMSEC = Raiz quadrada do erro médio quadrático de calibração, Pré-Proc.= Pré-Processamento, MSC = Correção multiplicativa de espalhamento, RPD = Relação do desempenho de desvio, GL = Global, TCS = Transição chuva/seca, TSC = Transição seca/chuva e DP = Desvio Padrão.

Tabela 7 - Resultados dos modelos de previsão utilizando a PLS para determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) nas fezes de animais sob pastejo na caatinga através da técnica espectroscópica NIRS

Variável	Estação	Pré-Proc.	Faixa	Fator	Slope	Bias	Offset	Correlação	R ²	RMSEP	RPD	DP
FOSS												
DIVMO	GL	MSC	43,37 – 69,82	10	0,28	0,59	42,22	0,42	0,17	5,74	0,7	2,69
DIVMO	TCS	MSC	47,62 – 70,41	07	0,45	-1,07	31,53	0,67	0,45	4,98	0,6	1,95
DIVMO	SECA	MSC	46,75 – 64,42	07	0,80	-1,54	9,64	0,57	0,32	6,66	0,4	1,90
DIVMO	TSC	MSC	44,86 – 67,44	04	0,56	-1,20	23,28	0,73	0,53	4,06	0,8	2,89
DIVMO	CHUVA	MSC	47,11 – 73,46	01	0,38	0,16	38,56	0,69	0,47	5,20	0,4	1,05
PERTEN												
DIVMO	GL	MSC	46,79 – 71,22	07	0,21	-0,28	45,65	0,60	0,36	5,52	0,7	4,06
DIVMO	TCS	MSC	46,97 – 74,69	05	0,21	1,58	47,62	0,52	0,27	6,51	0,6	4,05
DIVMO	SECA	MSC	40,03 – 66,69	07	0,37	0,78	35,24	0,55	0,30	7,10	0,4	2,79
DIVMO	TSC	MSC	44,86 – 67,44	06	0,46	1,06	30,67	0,44	0,19	6,40	0,8	5,40
DIVMO	CHUVA	MSC	48,92 – 75,37	01	0,07	1,08	57,84	0,48	0,23	8,00	0,4	2,85

R² = Coeficiente de determinação, RMSEC = Raiz quadrada do erro médio quadrático de calibração, Pré-Proc. = Pré-Processamento, MSC = Correção multiplicativa de espalhamento, RPD = Relação do desempenho de desvio, GL = Global, TCS = Transição chuva/seca, TSC = Transição seca/chuva e DP = Desvio Padrão.

Ainda de acordo com os mesmos autores a classificação dos valores de desempenho de desvio tem correlação direta com o coeficiente de determinação dos modelos. Os resultados dos R^2 dos modelos gerados de DIVMO são compatíveis com a sua classificação de não confiáveis, uma vez que todos os R^2 da validação e previsão foram inferiores a 0,50. Apenas o coeficiente de determinação do período de transição seca/chuva da calibração apresentou R^2 acima de 0,80 sendo então identificada como classe A.

Diante dos resultados expostos neste trabalho, pode-se destacar alguns obstáculos encontrados na determinação indireta da qualidade da dieta de caprinos sob pastejo na caatinga, sendo identificados como o primeiro entrave o fato de modelar as equações com matrizes diferentes, onde se tem como matriz de referência os dados obtidos das extrusas e a matriz de previsão os dados provenientes das fezes.

Outro ponto importante que pode ter influenciado no desenvolvimento das equações é o efeito dentro e entre os animais, uma vez que os caprinos são classificados como selecionados intermediários exibindo alto grau de flexibilidade alimentar, variando os seus hábitos de seleção de dieta de acordo com a época do ano, bem como em consonância com a qualidade e a disponibilidade de forragem (Leite, 2002).

Isto faz com que tenha uma faixa ampla entre os valores mínimo e máximo na digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica e no teor de proteína bruta. Coates (1998) e Workman (2001) observaram que coeficiente de determinação pode ser influenciado pelo intervalo de valores dentro do conjunto de calibração. Segundo os mesmos autores a grande diferença entre estes valores mínimos e máximos, com pequena quantidade de amostras nos extremos reduz os valores de R^2 das equações.

Resultados com relação ao comportamento entre animais pode ter influenciado dos dados observados neste trabalho, o que ocorreu em pesquisas anteriores. Agnew et al. (2004), concluíram que o primeiro obstáculo no desenvolvimento das equações de previsão foi o efeito de variações dentro e entre os animais. Esta conclusão também foi relatada em outros ensaios realizados com ruminantes. Segundo Boval et al. (2004), ocorrem elevadas variações entre os animais, cerca de 12% das variações na digestibilidade da matéria orgânica é inerente ao efeito animal.

Da mesma forma Li et al. (2004), ao desenvolver equação para digestibilidade de matéria orgânica (DMO) para ovinos relataram que 25 a 30% de erro na previsão foi

atribuída à variação dos animais. Stuth et al. (2003), relataram que ao trabalhar com novilhos cerca de 22 a 35% do erro padrão dos valores estão associados com a variação individual dos animais.

Além disso, Boval et al. (2004), observaram que esses erros devido à variação no comportamento animal poderia contribuir para o aumento do erro de calibração e ocorrer redução dos valores de R^2 . Esse comportamento pode ter contribuído para os altos valores de erros e os baixos coeficientes de determinação das equações da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica obtidos neste trabalho.

Esse efeito do animal também pode ter interferido negativamente na construção das equações da estação chuvosa tanto para PB como para DIVMO, uma vez que após a chuva, ocorre a rebrota das espécies de plantas herbáceas, fazendo com que tenha uma ampla diversidade e grande variabilidade na qualidade das espécies presentes na caatinga, e com isso, este efeito negativo pode ter sido potencializado em razão da capacidade de seleção do animal.

Outro possível fator que pode ter elevado os erros de calibração, validação e previsão das equações pode está associado a grande heterogeneidade das plantas presentes na caatinga, e a flutuação destas espécies ao longo dos períodos do ano em função dos picos de precipitação.

Desta forma, no período de chuva tende a ocorrer uma enorme diversidade de espécies presentes na caatinga com composição química distinta. Além da presença de compostos secundários em algumas plantas da caatinga como, por exemplo, Malva (*Sida sp*), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis Tul.*), pereiro (*Aspidosperma pirifolium*), que pode afetar a relação dos valores de referência em função do predito pelo NIRS.

Kidane, (2005), afirma que o caráter de heterogeneidade das dietas utilizadas em seu experimento aumentou o erro de calibração das equações. Boval et al. (2004), afirmaram que NIRS mede os efeitos associados das dietas e o tipo de dieta pode ter grande impacto sobre a precisão das equações de calibração. As equações propostas neste trabalho foram desenvolvidas a partir de conjuntos de calibração coletadas ao longo de 12 meses, contendo uma grande diversidade de espécies de vegetais, tal distinção pode, portanto, ter influenciado a precisão das equações para proteína bruta e

digestibilidade de matéria orgânica através do seu efeito sobre as características espectrais.

No presente trabalho, os modelos indicam que a espectroscopia NIR previu DIVMO da dieta com baixa precisão, mas os modelos desenvolvidos para proteína bruta apresentaram uma boa confiabilidade. Este resultado também foi evidenciado por Shenk & Westerhaus, (1991), constataram que esta diferença pode ter ocorrido em função do método utilizado para mensurar a digestibilidade e o teor de proteína bruta. Na análise de determinação do valor de referência da proteína bruta da dieta é realizada de forma direta e simplesmente mede uma única entidade química, ou seja, o teor de nitrogênio da amostra (Coleman, 1989). Ao contrário da proteína bruta, a digestibilidade não mede uma única entidade (Shenk et al., 1992) e pode ser influenciada por fatores alimentares como a fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, lignina e hemicelulose, além dos efeitos associados destes compostos (Ørskov, 2000). Estes fatores podem explicar a baixa precisão na predição de NIRS com relação à digestibilidade.

Deve-se considerar que as composições das fezes dos ruminantes são afetadas pelo processo de digestão podendo sofrer mudanças em relação aos constituintes presentes na dieta (extrusa). Pois as fezes dos ruminantes consistem de materiais dietéticos não digeridos, paredes celulares de bactérias ruminais, células microbianas, resíduos de substâncias endógenas, e células epiteliais (Merchen 1988, Van Soest 1982).

Os resíduos vegetais não digeridos nas fezes de ruminantes são compostos basicamente de constituintes da parede celular vegetal, incluindo celulose, hemicelulose, lignina (Van Soest & Moore, 1965). A proporção de materiais de origem metabólica e endógena é maior com dietas de baixa qualidade (Merchen, 1988); deixando as fezes fisicamente mais fibrosas quando os animais ingerem plantas mais velhas, o que conseqüentemente reduz a digestibilidade da dieta (Pond et al., 1987).

Por isso, os modelos sofreram tanta influência do período do ano, tanto em função da quantidade de fibra presente nas plantas em relação à fase fenológica da planta e época do ano, ou seja, as plantas no período de seca apresentam teores mais elevados de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, quando comparadas àquelas que estavam presente no período chuvoso, isso porque as plantas deste período de seca se encontravam em estado de maturação mais acelerado em relação às plantas

do período chuvoso, onde a deposição de lignina aumenta com a maturação fisiológica e conseqüentemente ocorre à diminuição da quantidade de proteína bruta presente na dieta, e em decorrência do aumento do teor de fibra da dieta acontece à redução da digestibilidade.

Além disso, como mencionado anteriormente, o efeito do animal, da dieta e variações ambientais são fatores que podem ter contribuído para o baixo desempenho na predição das equações de proteína bruta no período chuvoso e da digestibilidade. No entanto, não implica que as equações não sejam úteis, particularmente quando se trata da aplicação das equações desenvolvidas para caprinos sob pastejo na caatinga, o qual deve-se considerar a complexidade da caatinga devido à diversidade espectral associada a diferentes espécies e /ou mistura de plantas em conjunto com influências ambientais, como solo e fatores de clima (Boval et al., 2004). Dentre estes fatores climáticos a precipitação pluvial é a que mais afeta a complexidade da caatinga, pois a flutuação da disponibilidade e da qualidade da vegetação está diretamente relacionada com os picos de precipitação.

CONCLUSÕES

A tecnologia da espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS) proporciona boa precisão na determinação do teor de proteína bruta da dieta de caprinos sob pastejo na caatinga para o período seco e para as transições chuva/seca e seca/chuva.

A técnica NIRS apresenta baixo desempenho na predição das equações da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica para caprinos pastejando em área de caatinga. Mas isto não implica que a tecnologia não funcione, o que significa que é preciso desenvolver novos estudos avaliando os fatores que podem interferir na construção dos modelos tornando-os confiáveis.

A espectroscopia NIRs fecal associada ao método de calibração multivariada (PLS) é uma técnica alternativa para a determinação do teor proteína bruta e digestibilidade da matéria orgânica da dieta de animais criados a pasto na caatinga de forma não destrutiva.

Os métodos de classificação e de calibração desenvolvidos são estratégias promissoras para determinar a qualidade da dieta de caprinos criados em um ambiente tão heterogêneo como caatinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGNEW, R.E., R.S. PARK, C.S. MAYNE, A.S. LAIDLAW. 2004. Potential of near infrared spectroscopy to predict the voluntary intake of grazed grass. **Animal Feed Science and Technology**. p.115-178.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC, 1995, v. 1.

ARAÚJO FILHO, J. A., SOUSA, F. B., CARVALHO, F. C. Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: **SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS**: pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DF. Anais / editado por R.P. de Andrade, A de o. Barcellos e C. M. da Rocha. Brasília:SBZ, 1995. p.63-75.

BEEBE, K. R. R. J.; PELL, M. B. Seasholtz, Chemometrics: **A Practical Guide**, Wiley, New York, 1998.

BOVAL, M., D.B. COATES, P. LECOMTE, V. DECRUYENAERE, H. ARCHIMEDE. 2004. Faecal near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to assess chemical composition, in vivo digestibility and intake of tropical grass by Creole cattle. **Animal Feed Science and Technology**. 114:19-29.

CHANG, C.W.; LAIRD, D.A.; MAUSBACH, M.J.; HURBURGH, Jr. C.R. Near-infrared reflectance spectroscopy – principal components regression analysis of soil properties. **Soil Science Society of America Journal**, v.65, p.480-490, 2001.

COATES, D.B. 1998. Predicting feed digestibility and crude protein content from the feces of grazing cattle. **CSIRO Tropical Agricultural**, Davies Laboratory Report CS. 253. Townsville, Australia: CSIRO Tropical Agriculture. 27p.

COLEMAN, S.W., J.W. HOLLOWAY, J.W. STUTH. 1989. Monitoring the nutrition of grazing cattle with near-infrared analysis of feces. XVI Internat. Grassl. Congr. 16:881-882. Nice, France.

FERREIRA, M. M. C. **Quimiometria - Conceitos, Métodos e Aplicações**, Campinas – SP: ed. Unicamp, 2015. p. 496.

GUIMARÃES, C. C. et al. Use of NIRS to predict composition and bioethanol yield from cell wall structural components of sweet sorghum biomass. **Microchemical Journal**. v.117, p. 194–201, 2014.

KENNARD, R.W.; STONE, L.A.; **Computer aided design of experiments, Technometrics**, 11:137, 1969.

KIDANE, N. F. **Fecal Near-Infrared Reflectance Spectroscopy Calibrations for Predicting Diet Quality and Intake of Donkeys**: Texas A&M University, 2005. p.200. Dissertation (Master's degree in Animal Science) - Texas A&M University, 2005.

LEITE, E. R. Manejo Alimentar de Caprinos e Ovinos em Pastejo no Nordeste do Brasil. **Ciência Animal**, vol. 12, n. 2, p. 119-128, 2002.

LI, H., J.W. STUTH., D.R. TOLLESON., S.L. KRONBERG. 2004. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) of feces to determine dietary crude protein and digestible organic matter in sheep. Abstract. **Annual Meeting of the Society for Range Management**; 25-30 January 2004; Salt Lake City, UT. p 120.

MENEZES, R.S.C.; GARRIDO, M.S.; PEREZ M., A.M. Fertilidade dos solos no semiárido. In: XXX SBCS. 2005, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. CD-ROM.

MERCHEN, N. R. 1988. **Digestion, absorption and excretion in ruminants** In: D.C. Church [ed.]. The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. P. 172-201.

ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. Asian-Australasian, **Journal of Animal Science**, v.13, p.128-136, 2000.

POND, W. G., YEN, J.-T. & MERSMANN, H. J. (1987). **Effect of severe dietary protein, non-protein calories or feed restriction during gestation on postnatal growth of progeny in swine. Growth** 51, 355-371.

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; SANTOS, M. V. F.; SILVA, M. J. A.; PEREIRA, V. L. A. Determinação da composição botânica da dieta de ovinos em pastejo na Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1876-1883, 2008.

SHENK, J.S., M.O. WESTERHAUS. 1991. Population definition, sample selection and calibration procedures for near infrared reflectance spectroscopy. **Crop Science** 31:469-474.

STUTH, J. W. A. JAMA, D. TOLLESON. 2003. Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. **Field Crops Research** 84:45-56.

VAN SOEST, P. J. 1982. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis, OR: O&B Books. p.373.

VAN SOEST, P. J.; L. A. MOORE. 1965. New chemical methods for analysis of forages for the purpose of predicting nutritive value. **Proc. IX Intern. Grassland Congr.**, Sao Paulo, Brazil, Paper 424.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, v.51, p.780-785, 1968.

VAN SOEST, P.J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, Inc., Corvallis, Oregon. p.374.

VAN SOEST, P.J. et al. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. **Helsinki: Finish Grassland Association**, 1966. p. 438-441.

WILLIAMS, P. C.; SOBERING, D. (1995). How do we do it: A brief summary of the methods we use in developing near infrared calibrations. In A. M. C. Daves, & P. v C. Williams (Eds.), **Near infrared spectroscopy: The future waves** (p. 185–188). Chichester, UK: NIR Publications.

WILLIAMS, P.C. 1987. Variables affecting near-infrared reflectance spectroscopic analysis. In: P. Williams, and K. Norris [eds.]. *Near-infrared technology in the agriculture and food industries*. St. Paul, MN: **American Association of Cereal Chemists**, Inc. p. 143-167.

WINDHAM, W. R.; MERTENS, D. R.; BARTON, F. E., II (1989). **Protocol for NIRS calibration: Sample selection and equation development and validation**. In C. G. Marten, J. S. Shenk, & F. E. Barton (Eds.), *Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): Analysis of forage quality* (p. 96–103). (643rd ed.). Washington, DC: USDA-ARS: *Agricultural Handbook*.

WORKMAN J. **NIR Spectroscopy Calibration Basics**. In: Burns DA, Ciurczak EW, editors. *Handbook of near Infrared Analysis*. 2nd Ed. New York: Marcel Dekker, Inc; 2001. p. 90–129.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

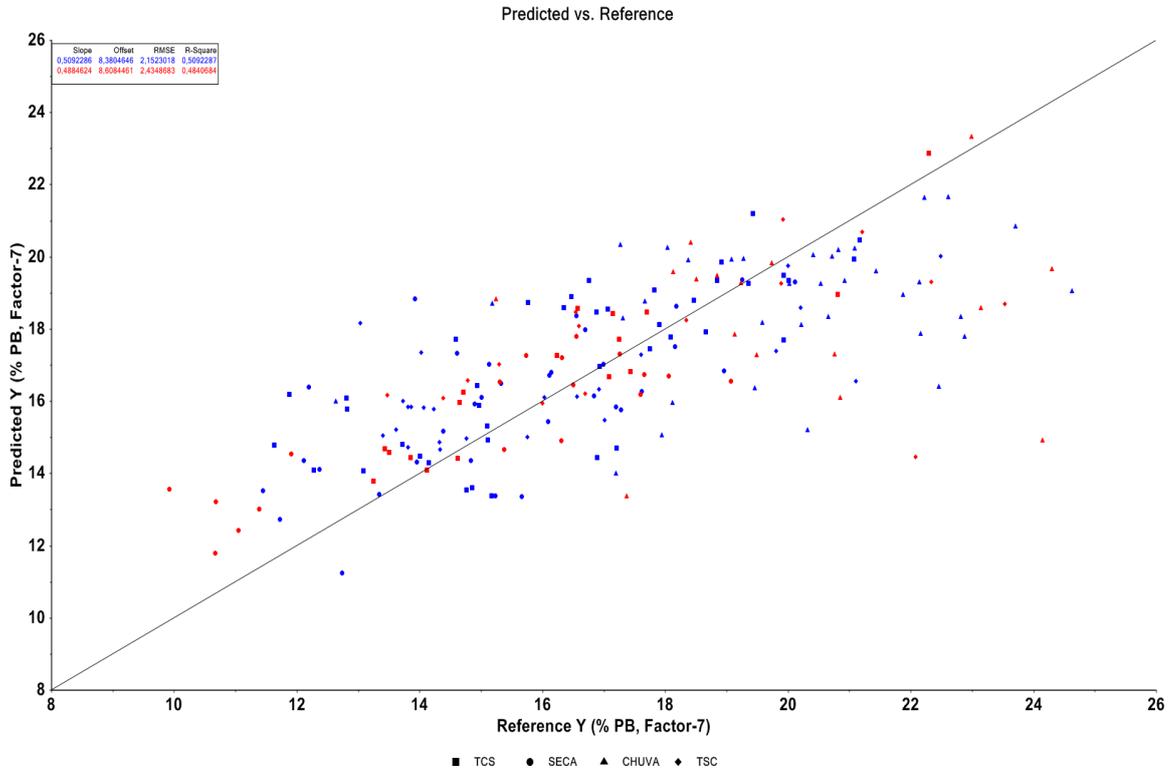
A caatinga tem sido ao longo dos anos utilizada como o principal recurso forrageiro na dieta de ruminantes, que tem sua exploração baseada no sistema extensivo de produção. No entanto, não têm incentivado no desenvolvimento de tecnologias que possam otimizar sua utilização para que seja realizada de maneira sustentável.

Esta metodologia mostrou-se bastante eficiente, proporcionando as seguintes vantagens: menor custo operacional, análises simples e rápida, utiliza poucas gramas das amostras, dispensando uso de reagentes caros, além de menor geração de resíduos e danos ao meio ambiente.

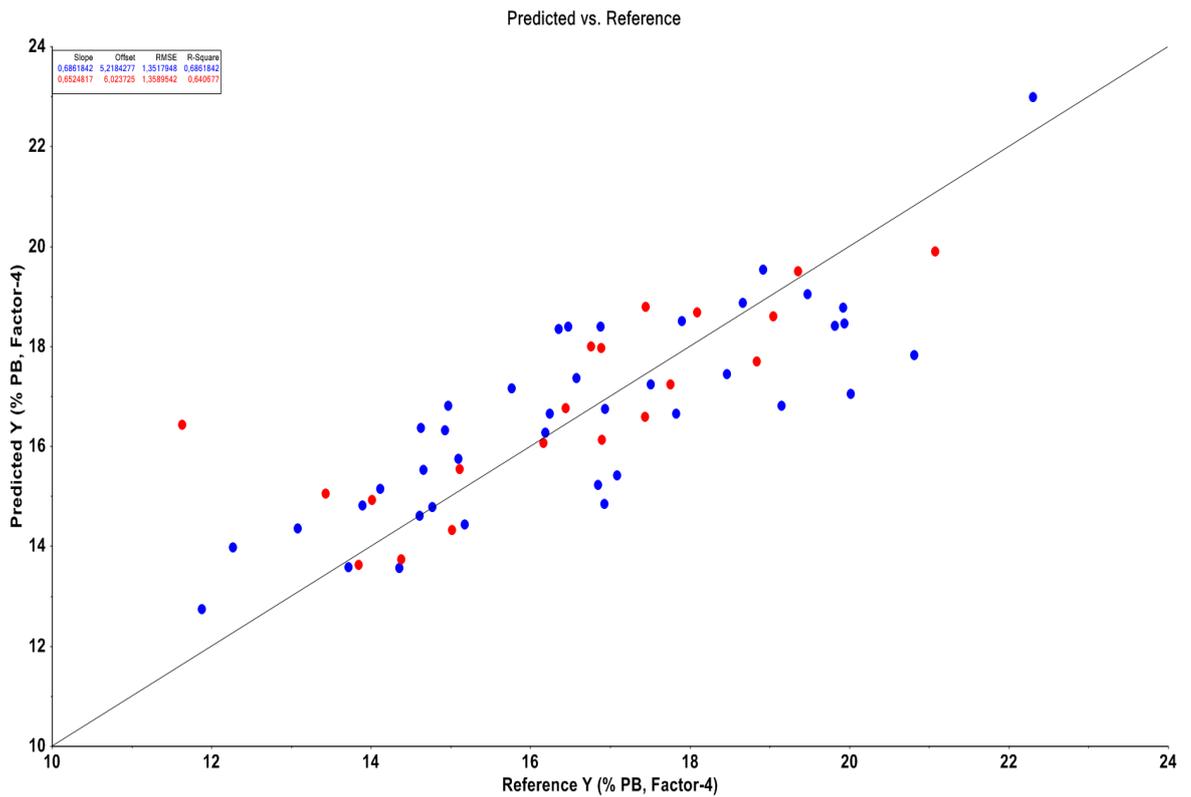
Espera-se que este trabalho possa contribuir para desenvolver e validar uma ferramenta que poderá otimizar a nutrição de pequenos ruminantes em pasto nativo, reduzindo o custo da alimentação na produção de carne e leite. Além de servir de base para a geração futura de uma equação global que poderá ser utilizada, após validação, para qualquer região do Nordeste onde haja demanda, tornando eficiente a nutrição de pequenos ruminantes em pasto nativo na caatinga, com a utilização da técnica da espectroscopia da reflectância do infravermelho próximo (NIRS).

ANEXOS

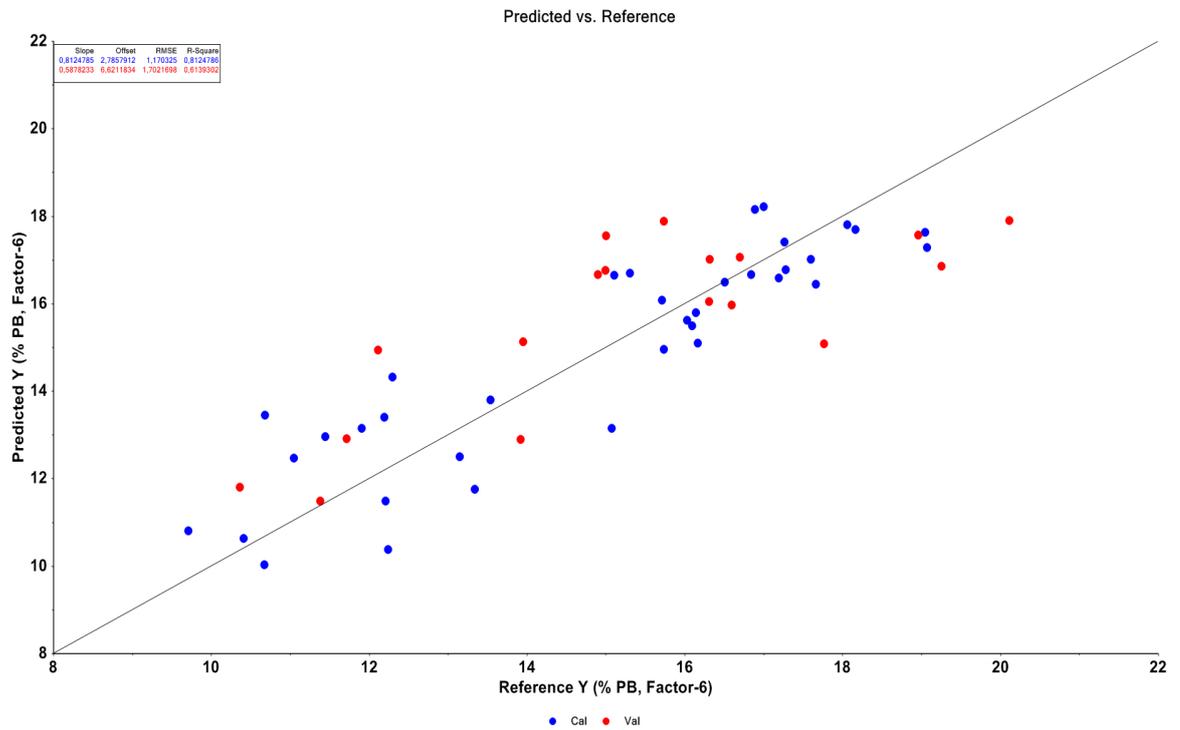
Anexo 1 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o modelo Global do Foss



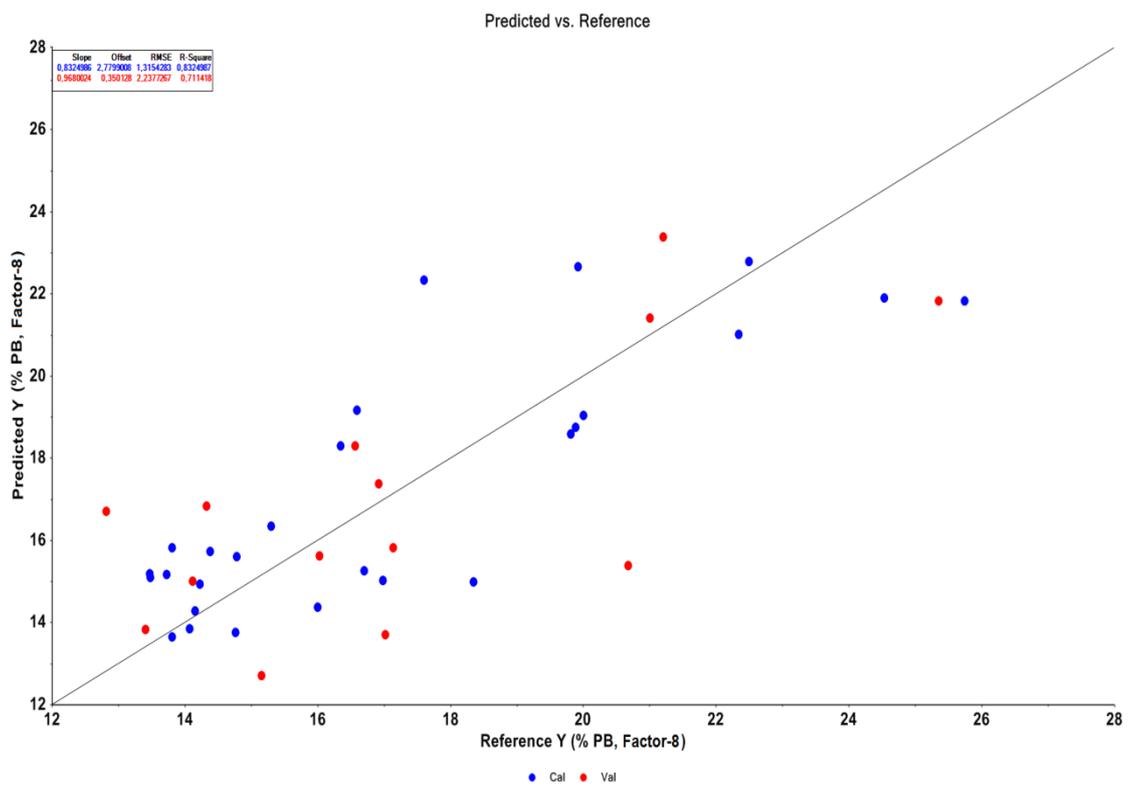
Anexo 2 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de transição chuva/ seca do Foss



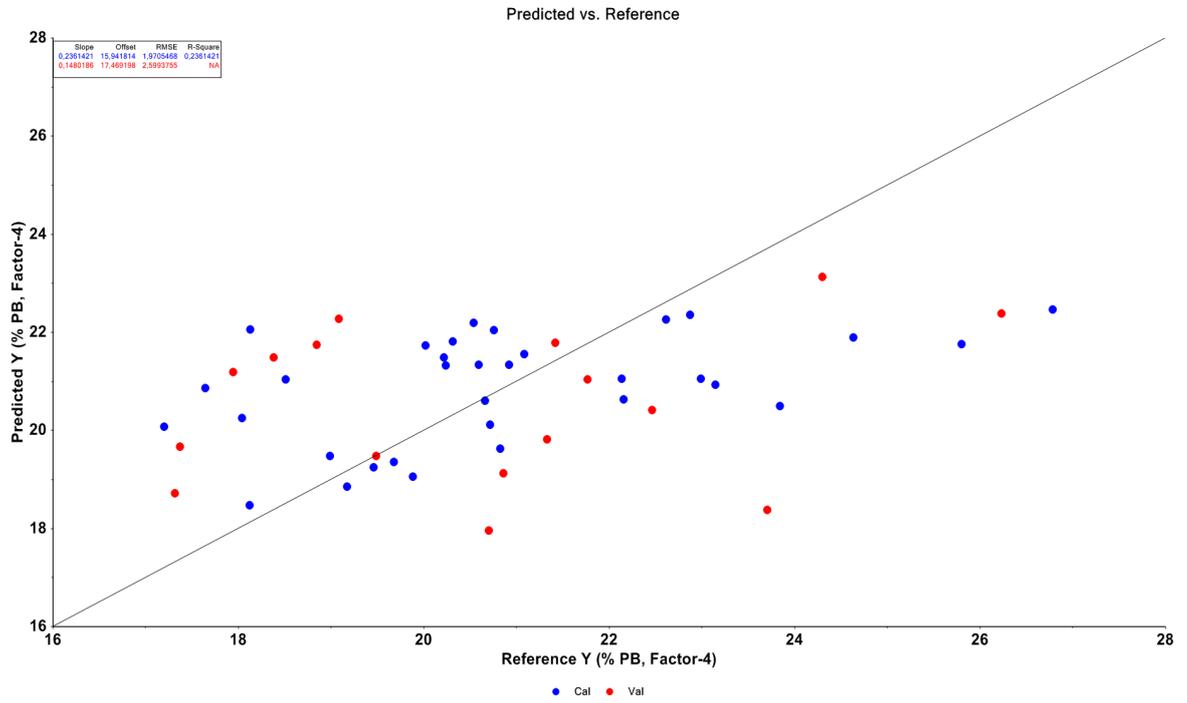
Anexo 3 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de seca do Foss



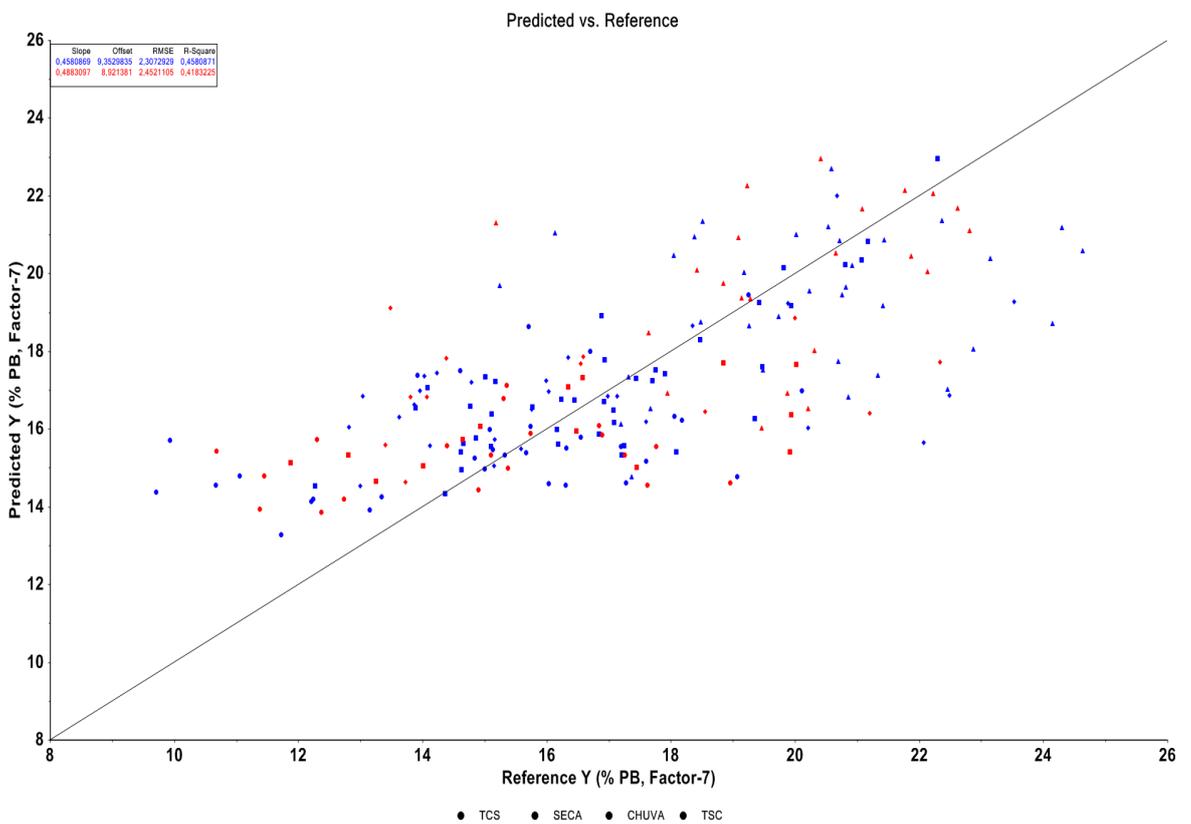
Anexo 4 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de transição seca/chuva do Foss



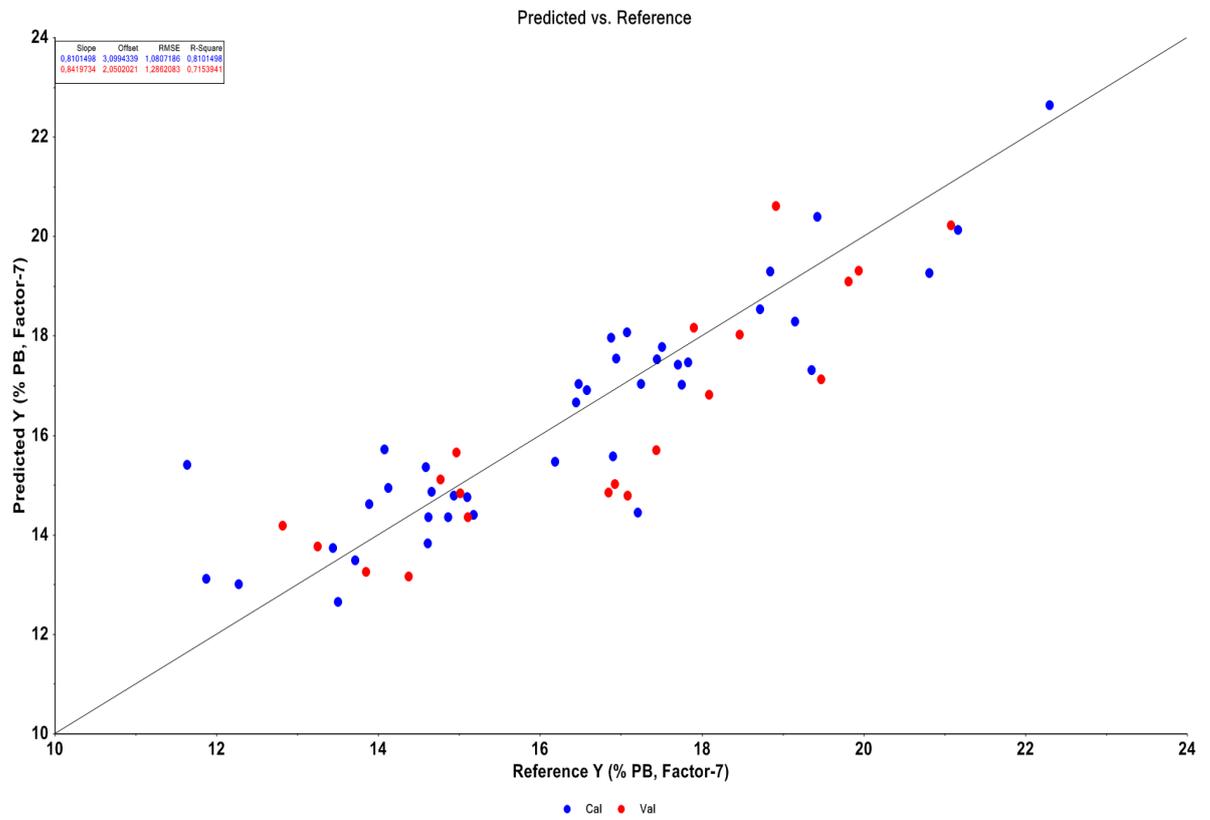
Anexo 5 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de chuva do Foss



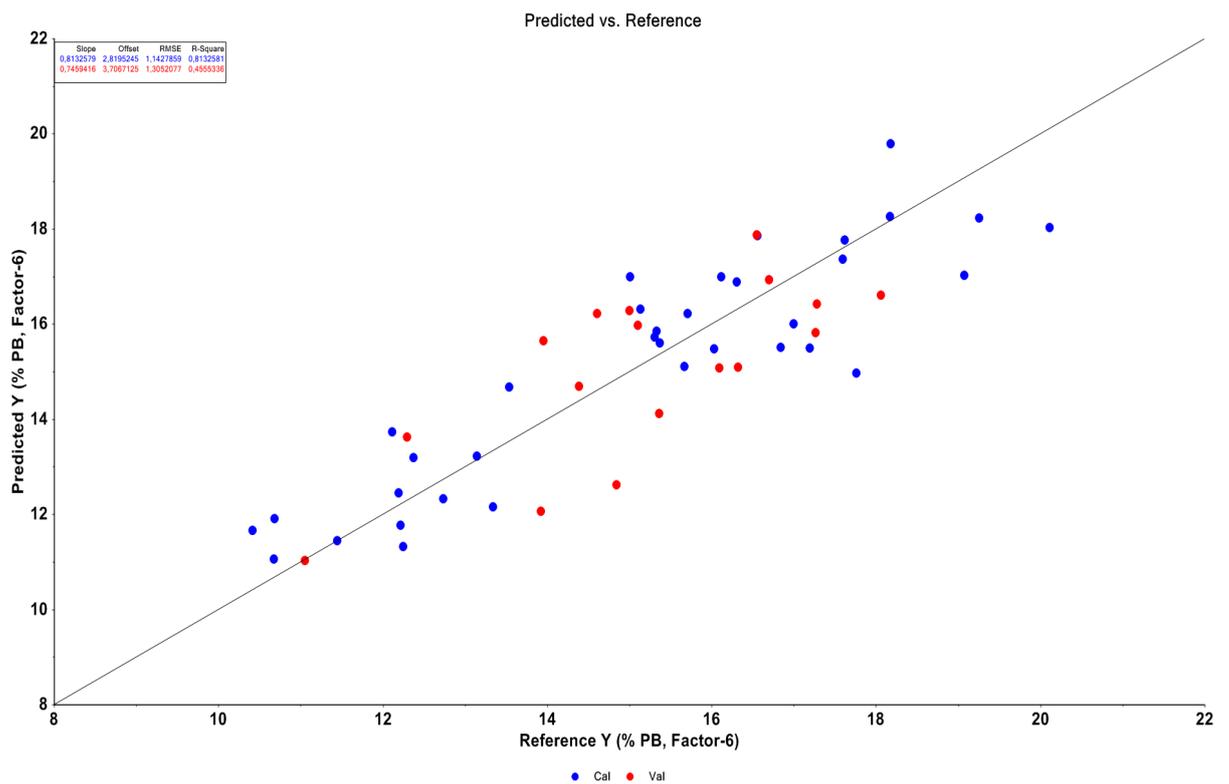
Anexo 6 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o modelo global do Perten



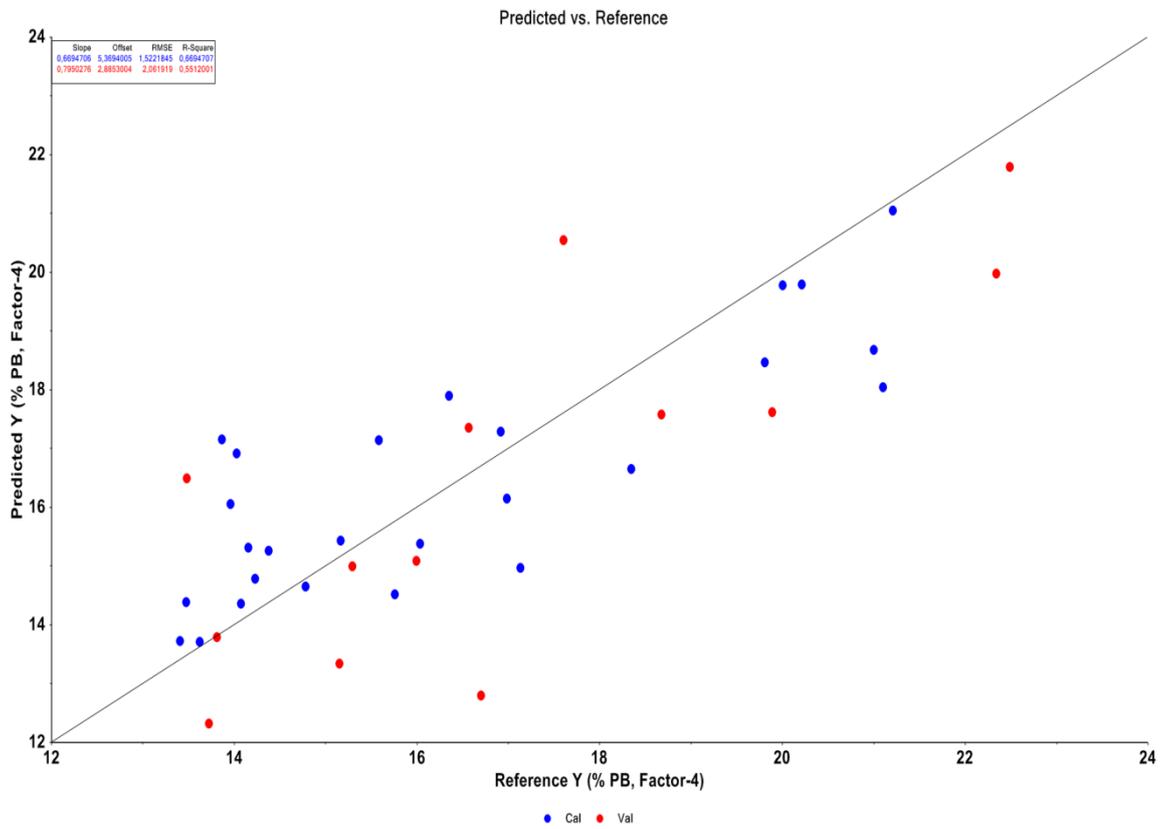
Anexo 7 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de transição chuva/seca do Pertem



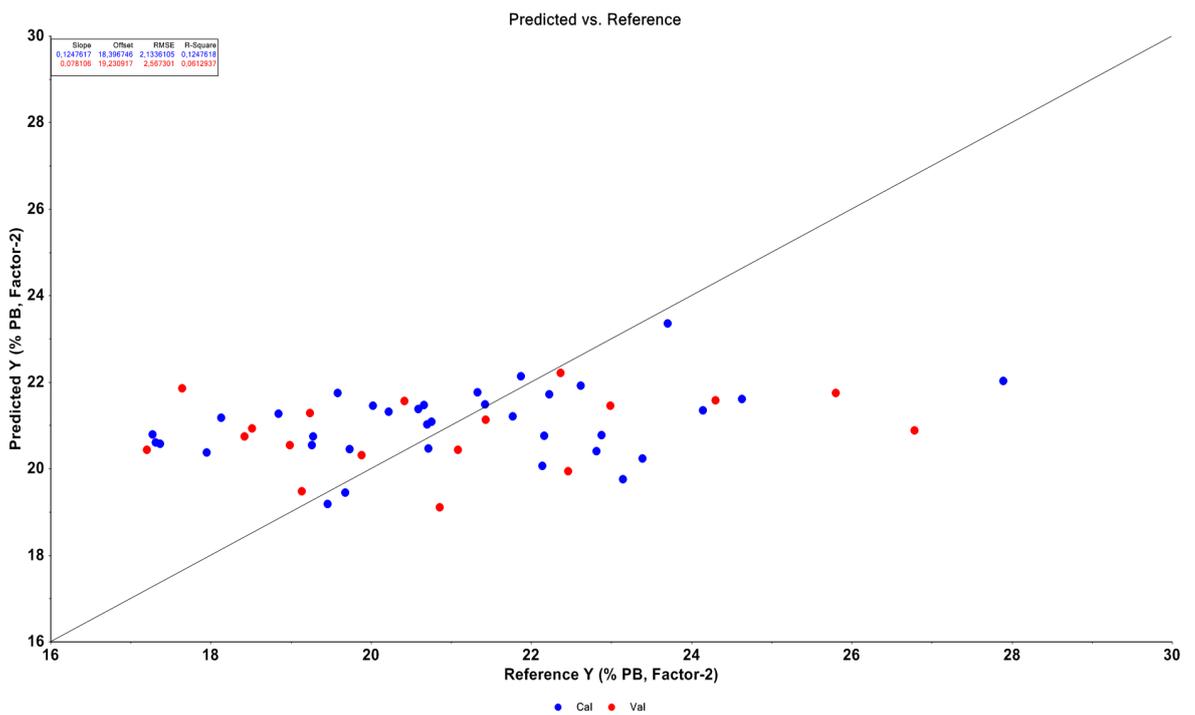
Anexo 8 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de seca do Pertem



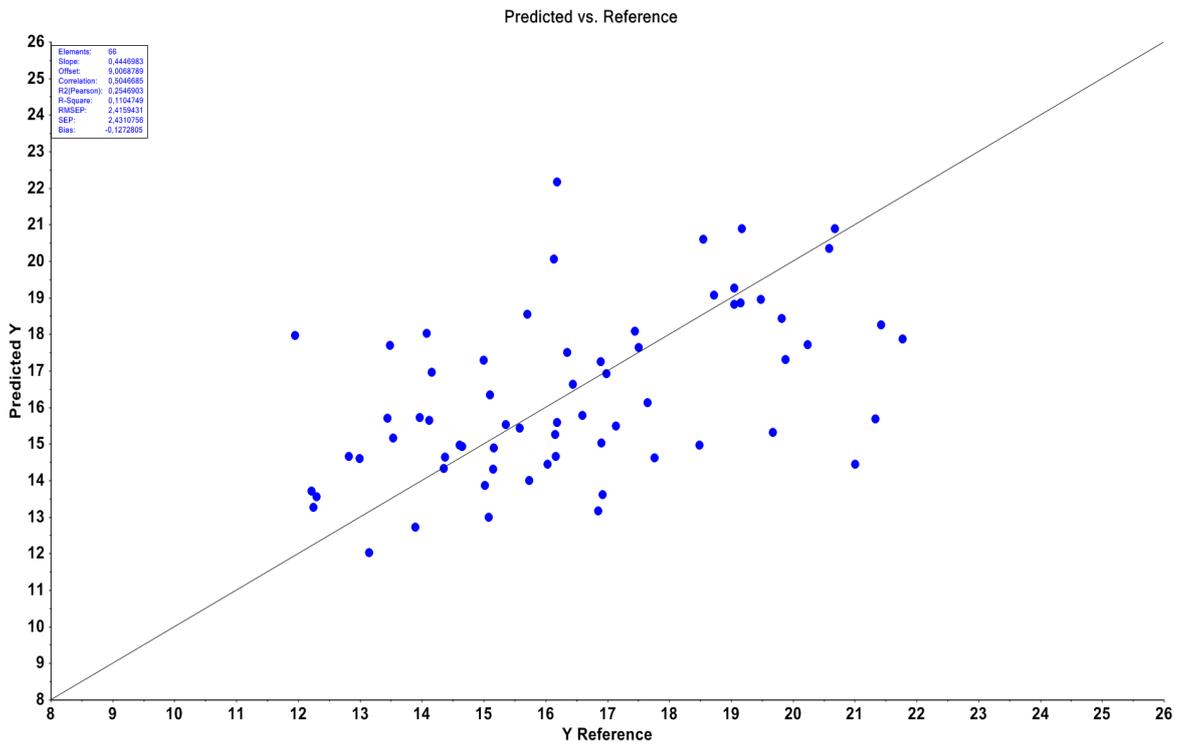
Anexo 9 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de transição seca/chuva do Perten



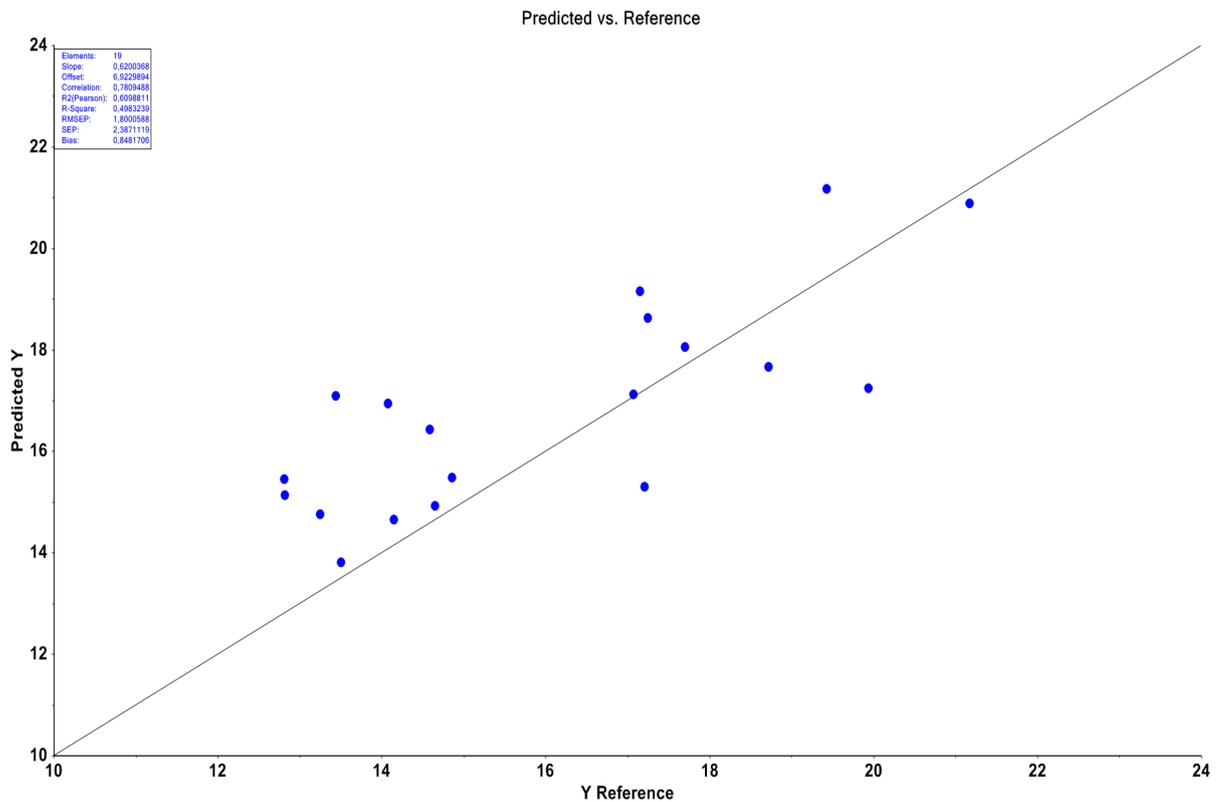
Anexo 10 – Gráfico do modelo de calibração e validação da proteína bruta (PB) para o período de chuva do Perten



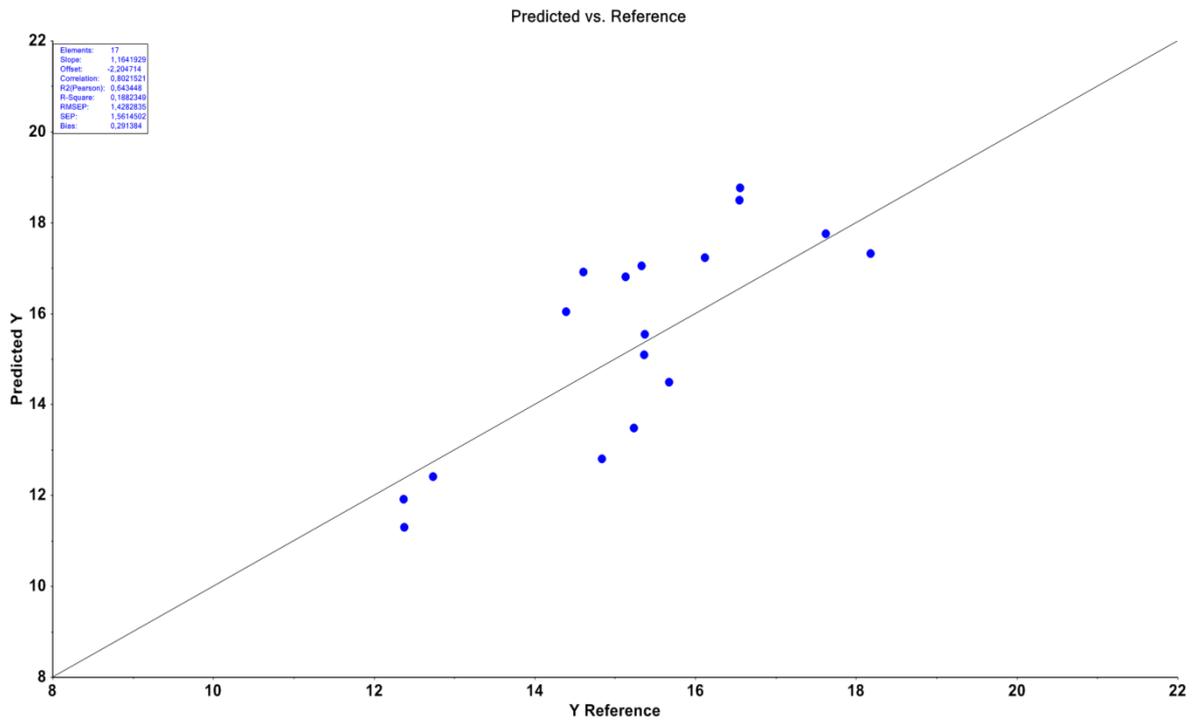
Anexo 11 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o modelo Global do Foss



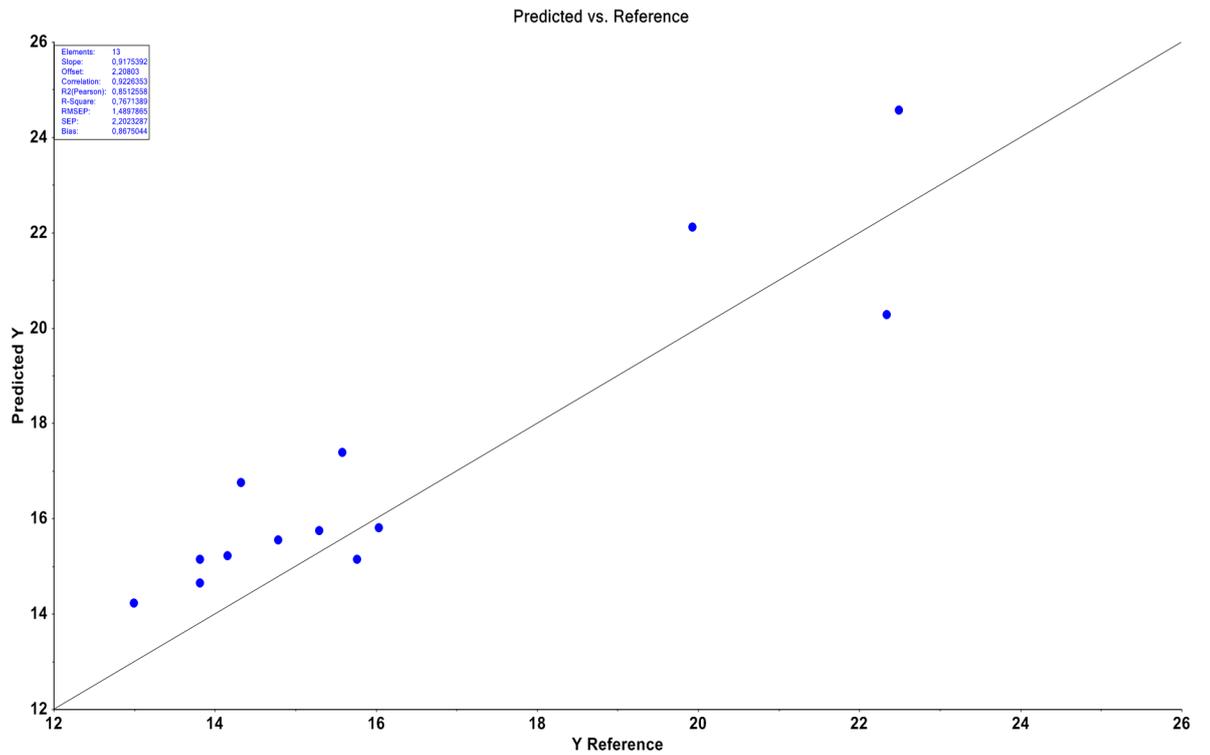
Anexo 12 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de transição chuva/ seca do Foss



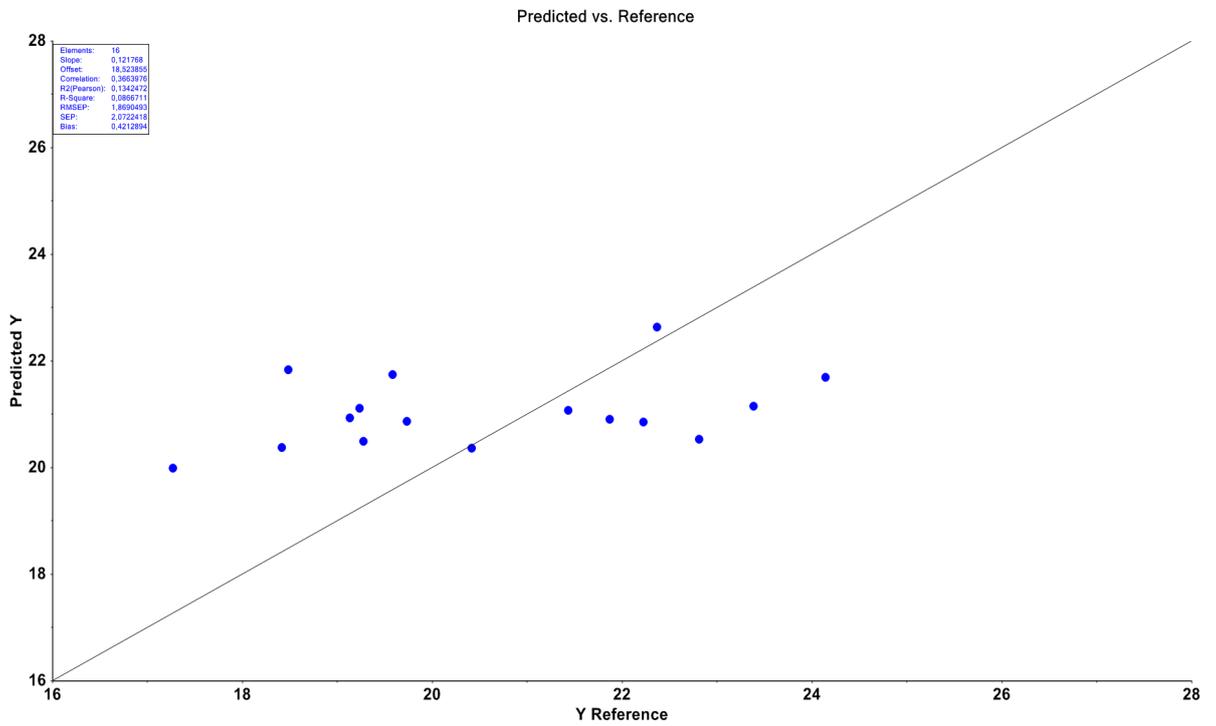
Anexo 13 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de seca do Foss



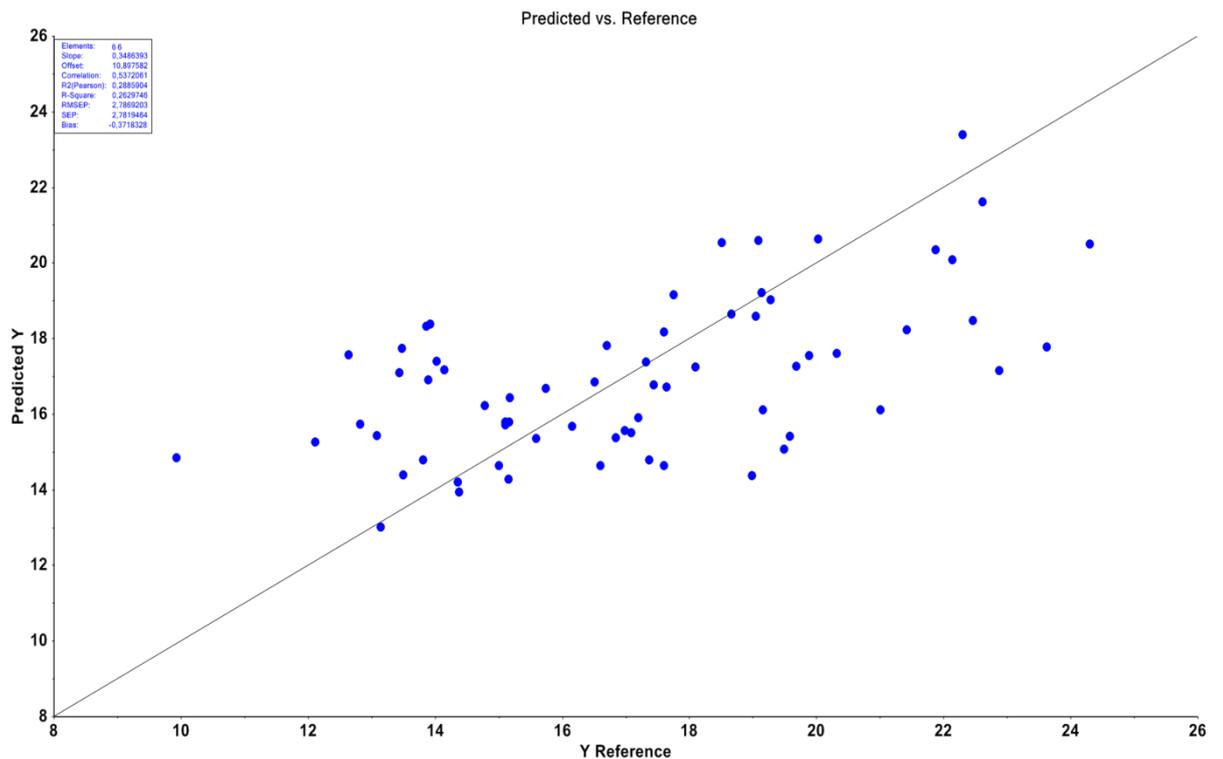
Anexo 14 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de transição seca/chuva do Foss



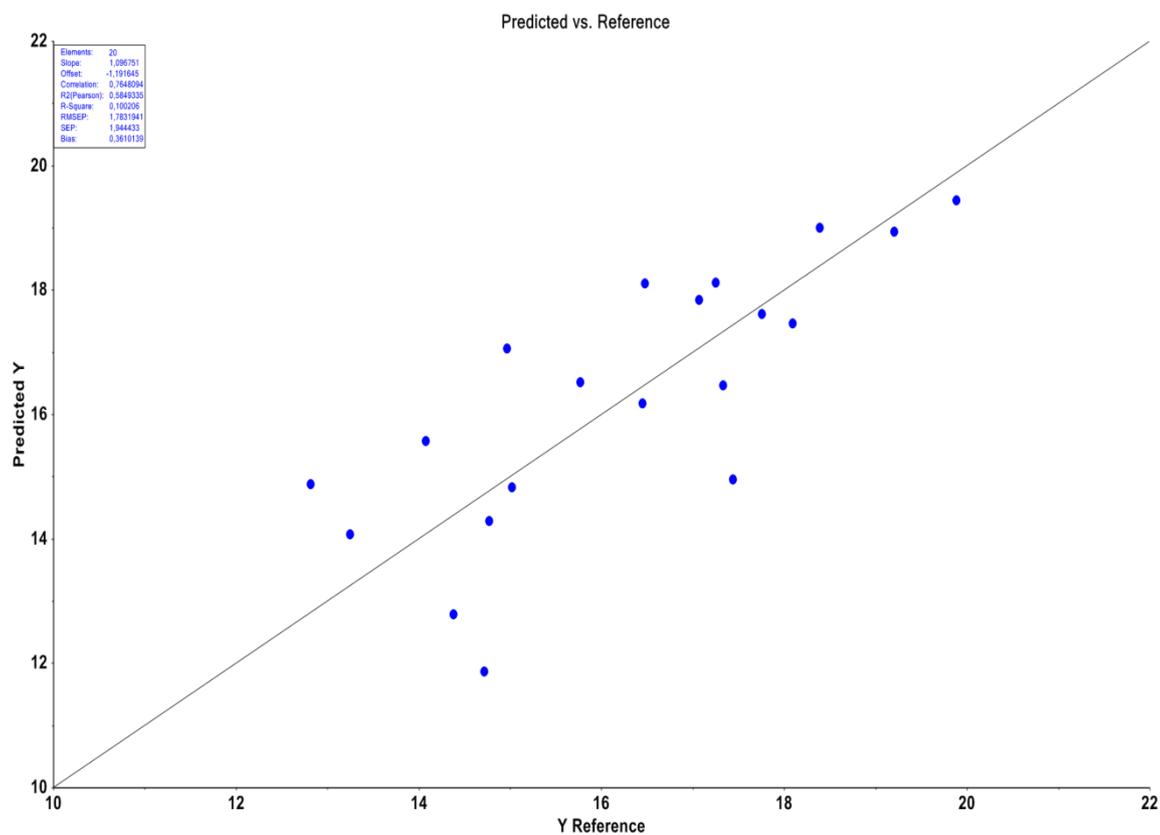
Anexo 15 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de chuva do Foss



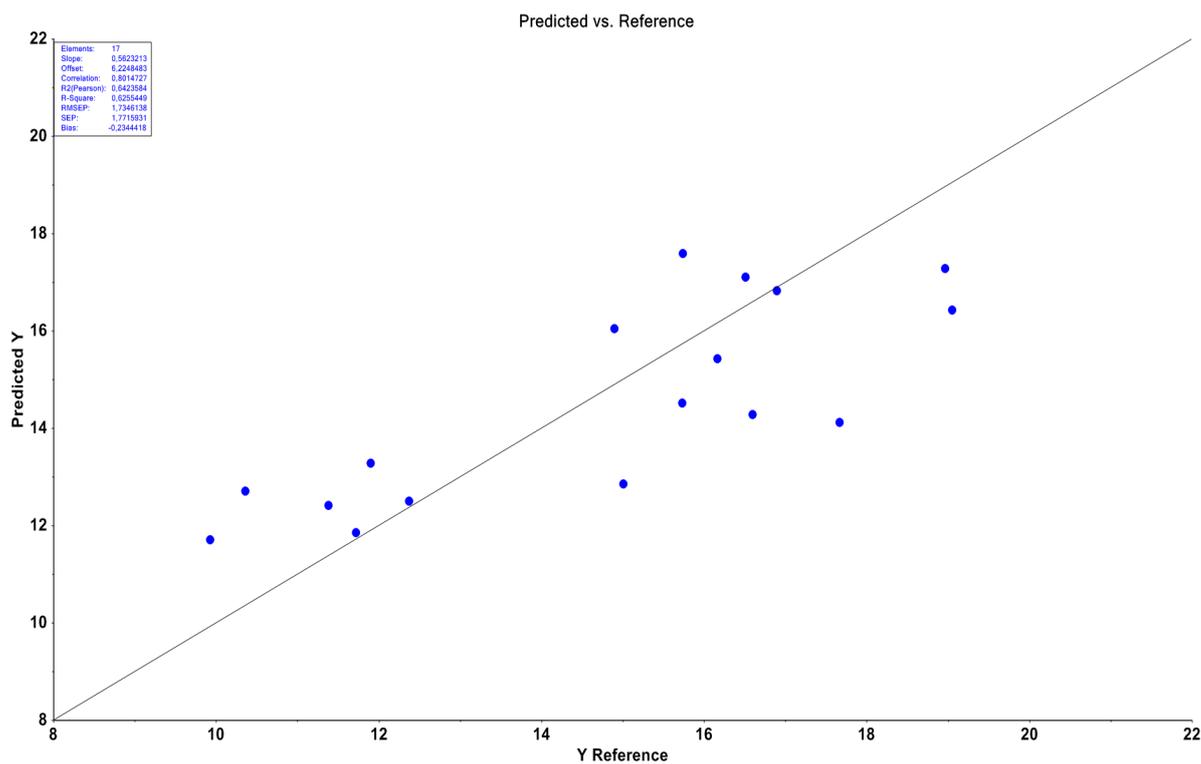
Anexo 16 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o modelo global do Perten



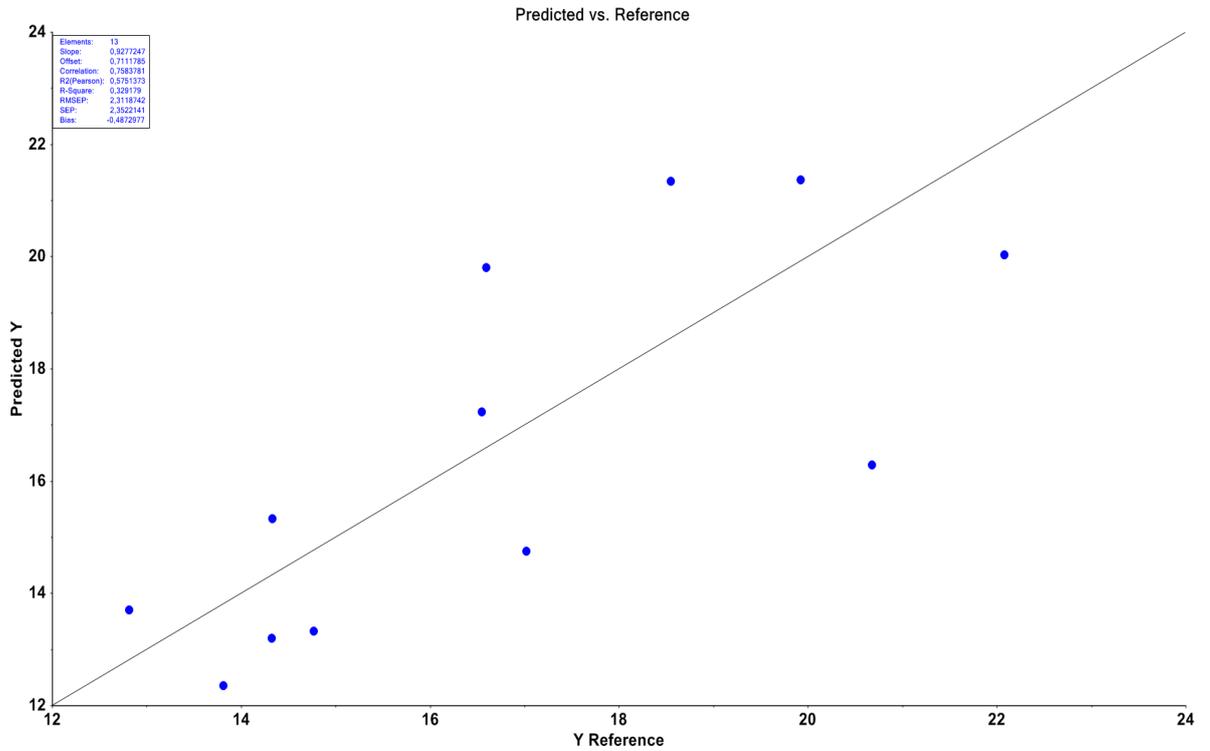
Anexo 17 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de transição chuva/seca do Pertem



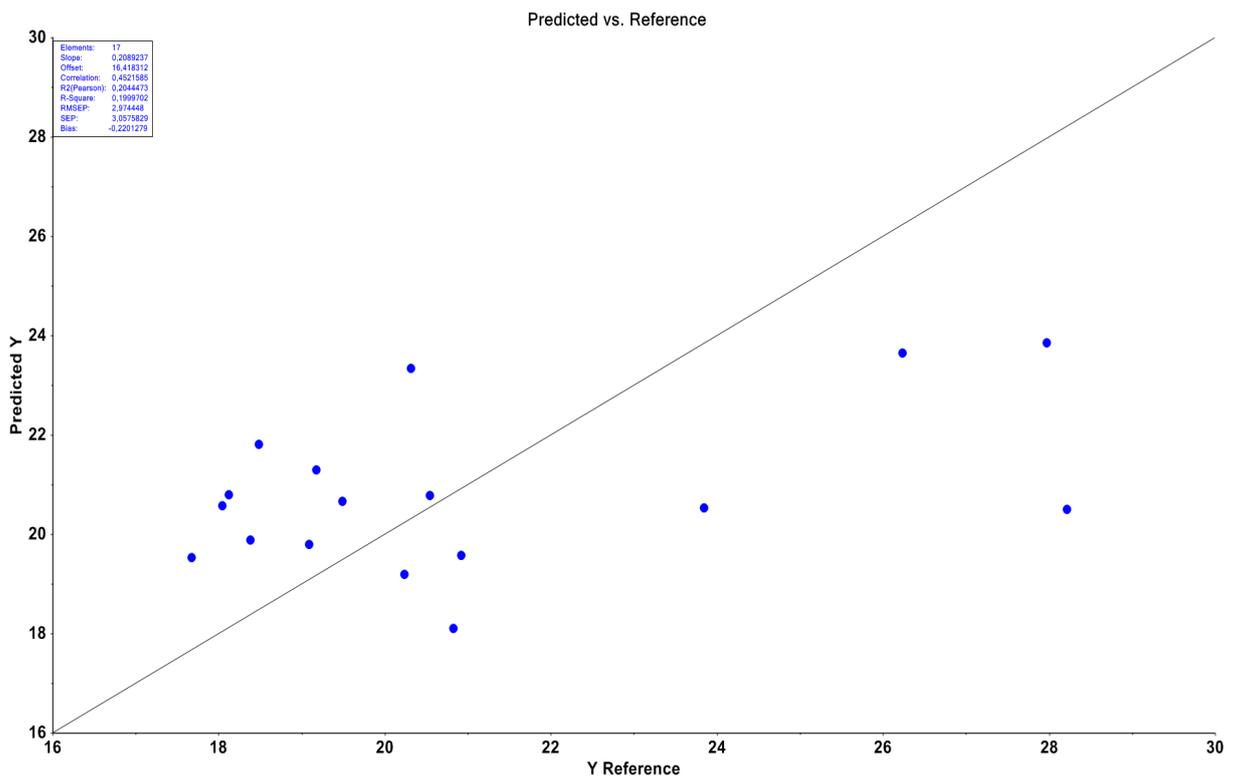
Anexo 18 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de seca do Pertem



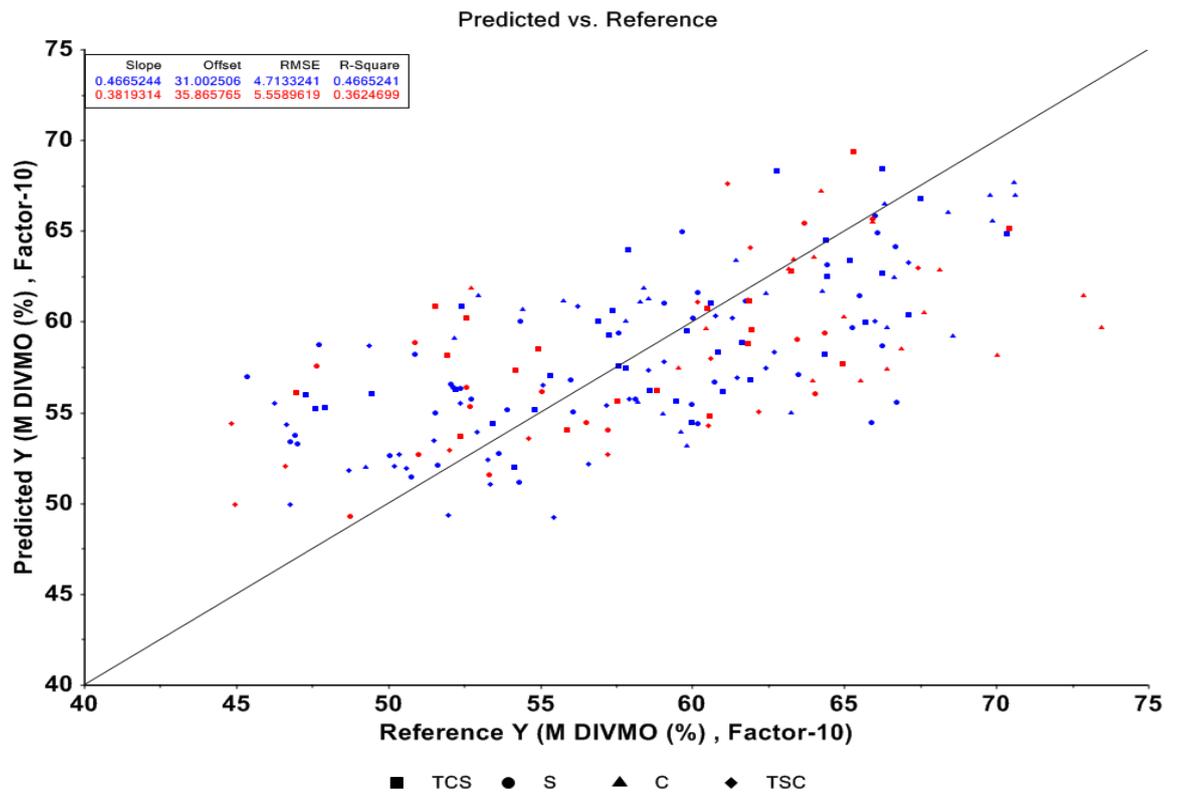
Anexo 19 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de transição seca/chuva do Perten



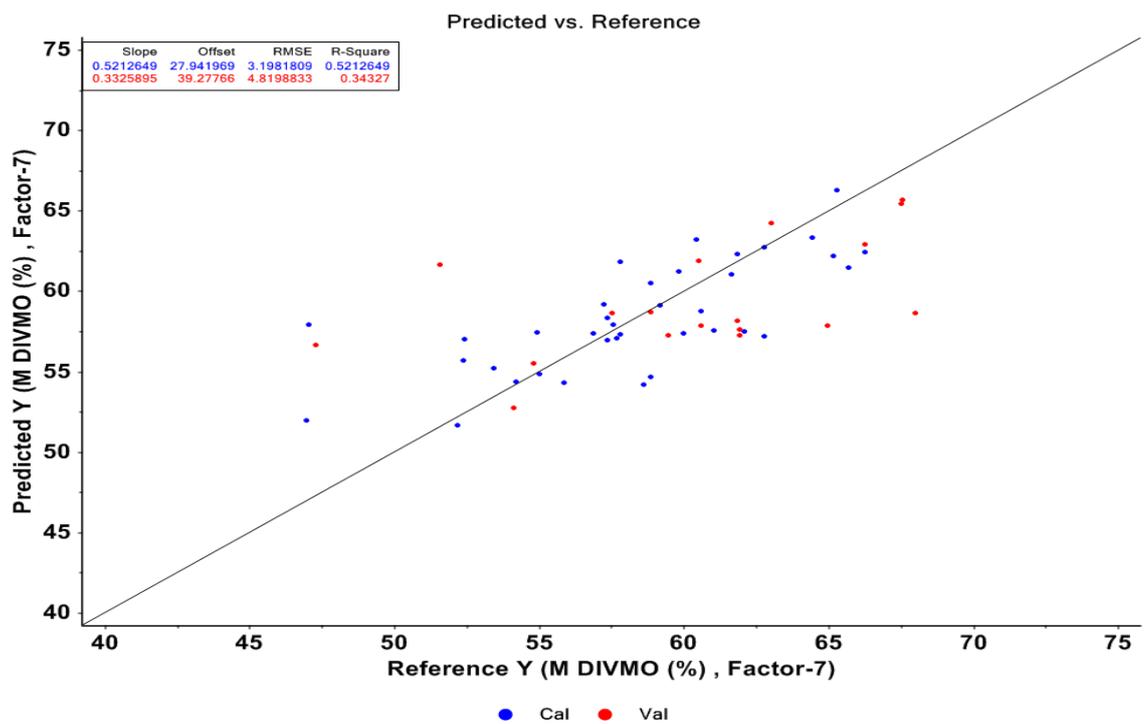
Anexo 20 – Gráfico do modelo de previsão da proteína bruta (PB) para o período de chuva do Perten



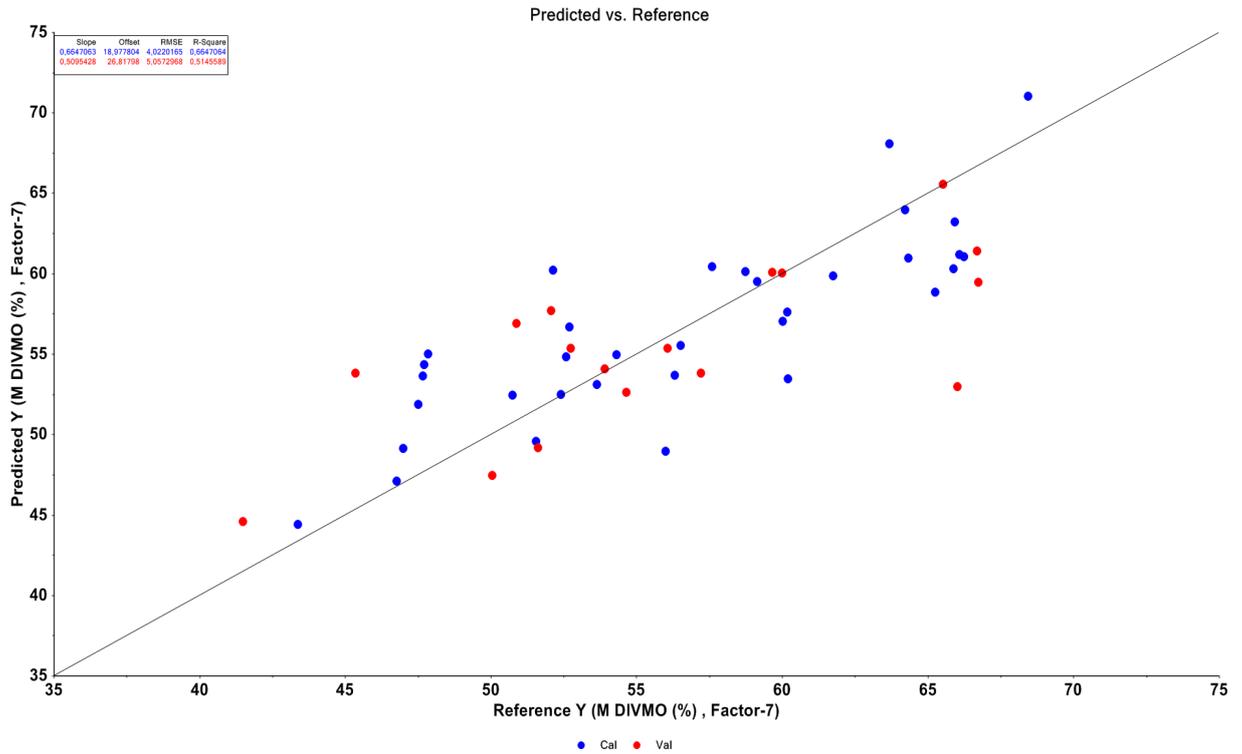
Anexo 21 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o modelo Global do Foss



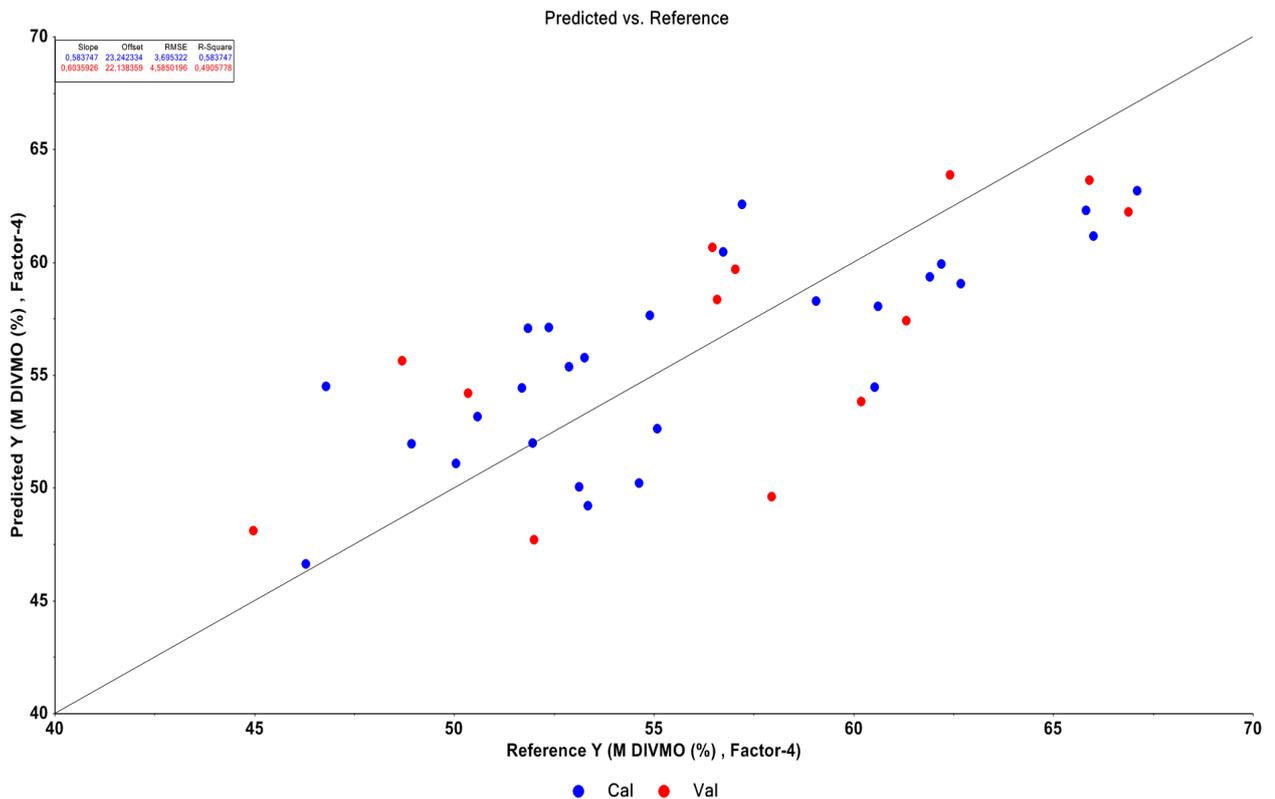
Anexo 22 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição chuva/ seca do Foss



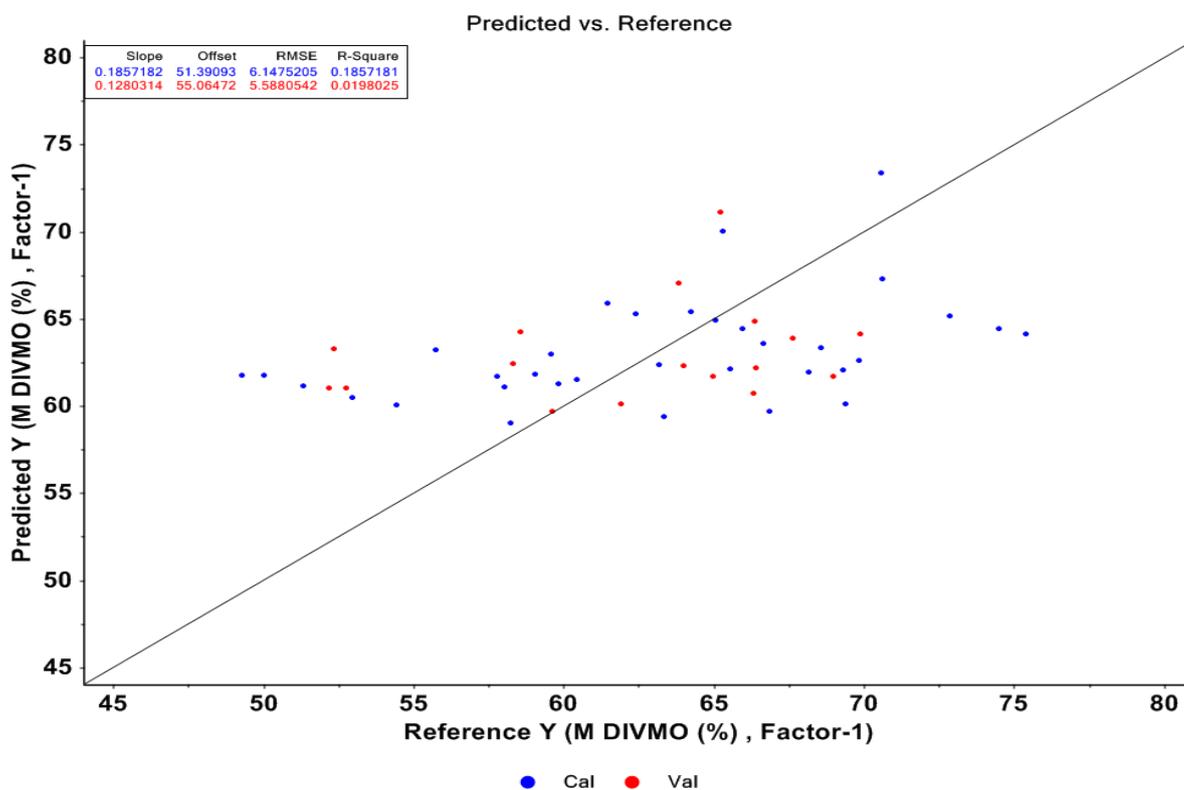
Anexo 23 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de seca do Foss



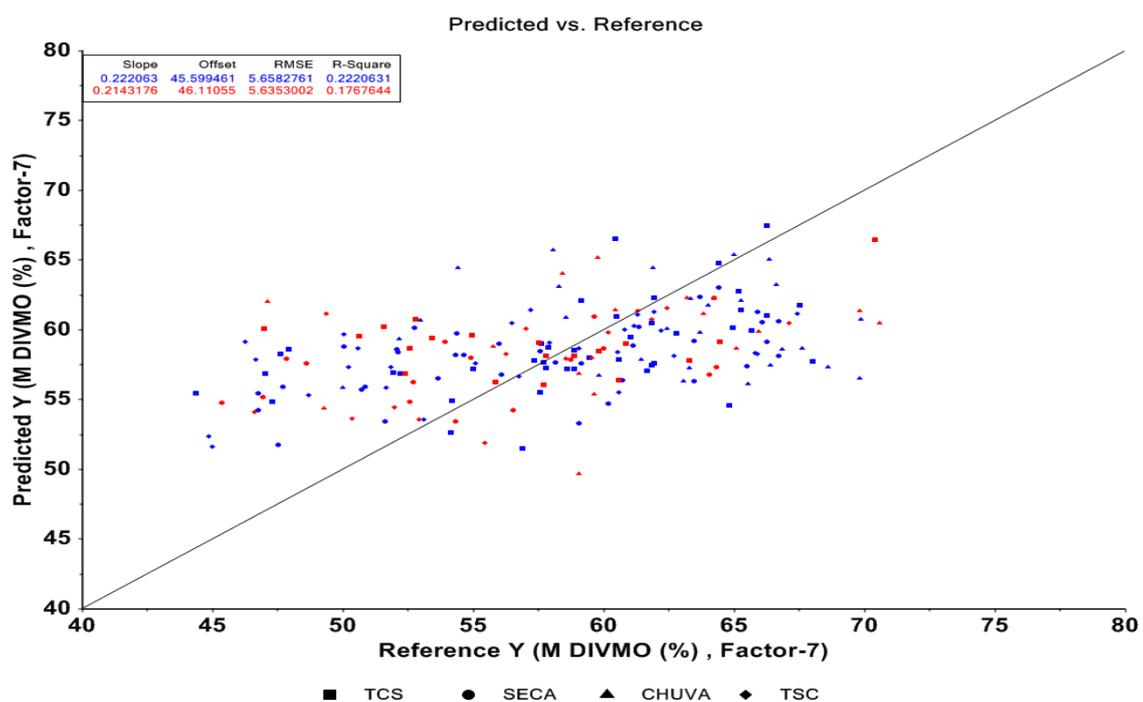
Anexo 24 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição seca/chuva do Foss



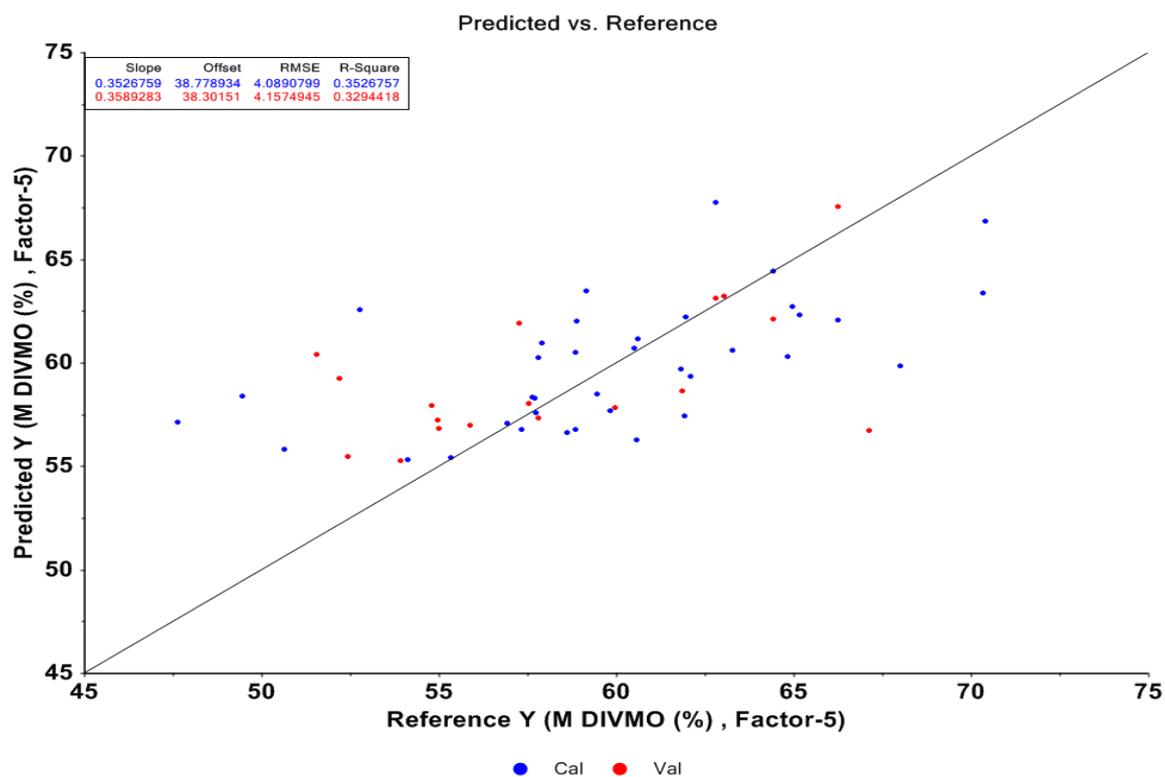
Anexo 25 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de chuva do Foss



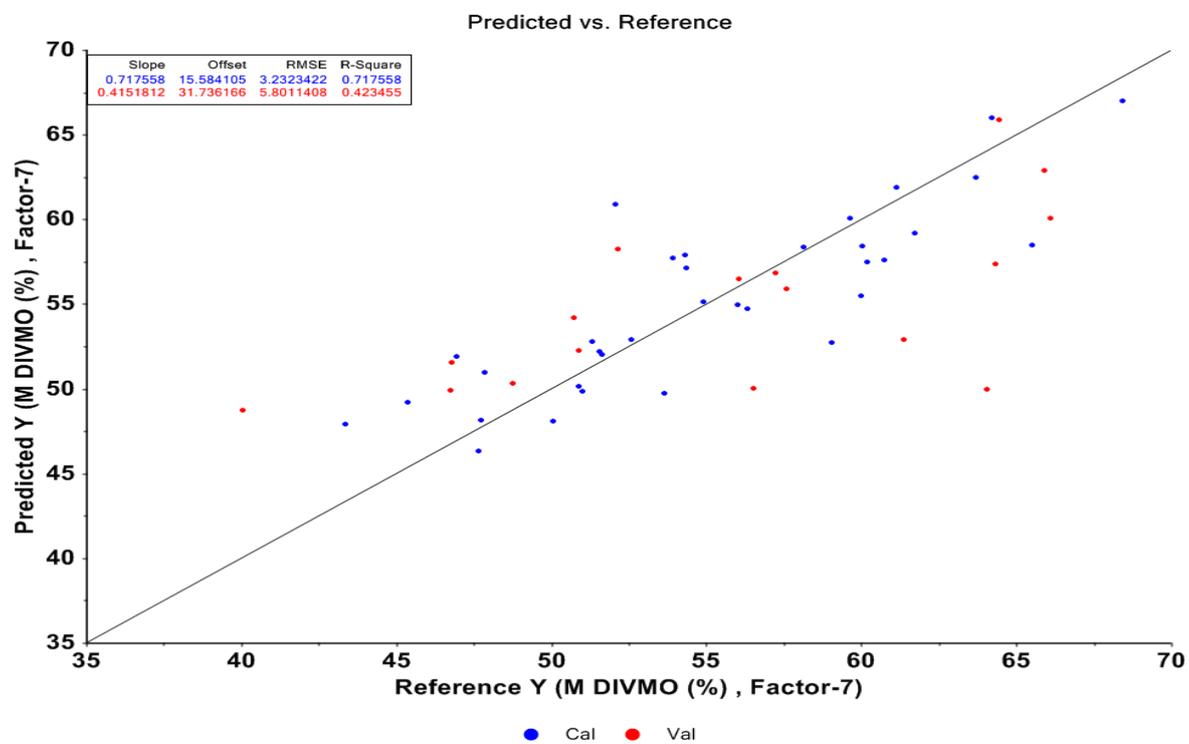
Anexo 26 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o modelo global do Perten



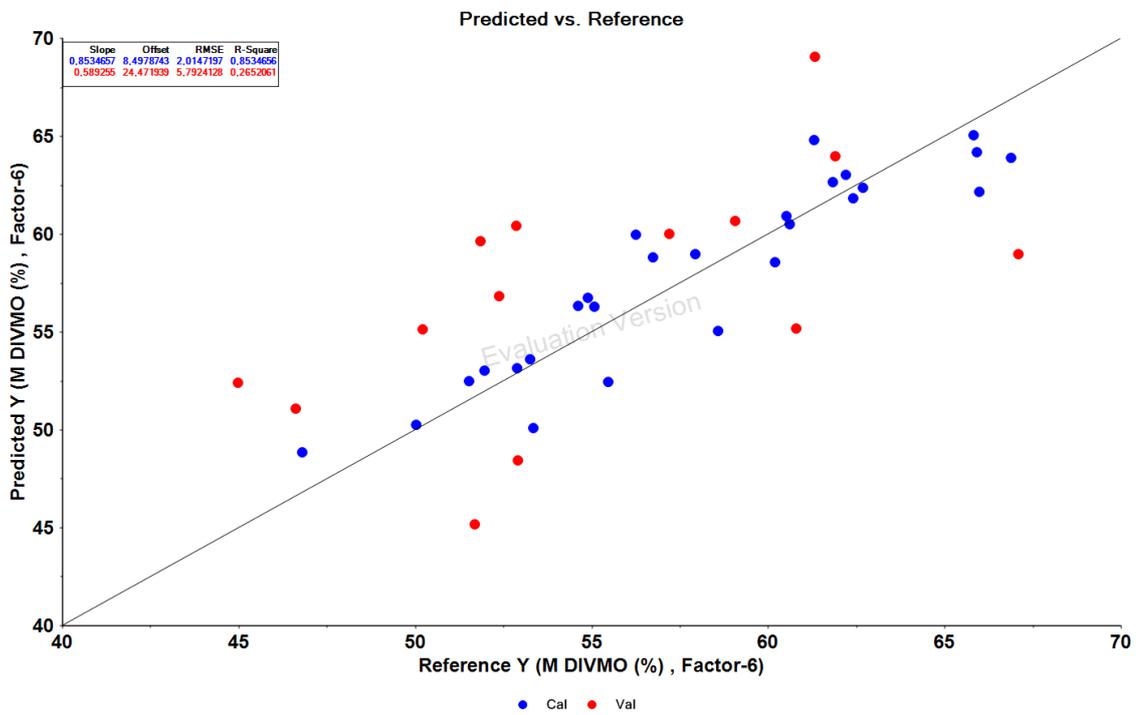
Anexo 27 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição chuva/seca do Perten



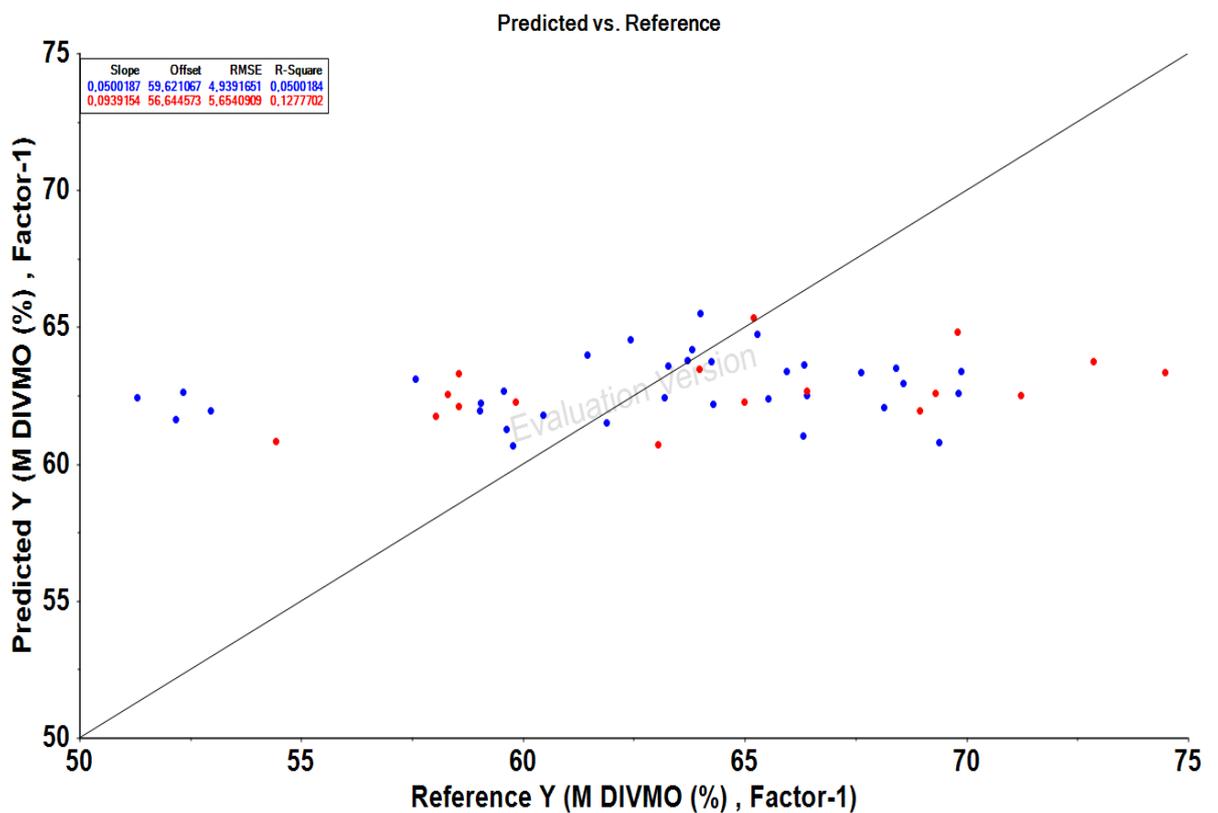
Anexo 28 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de seca do Perten



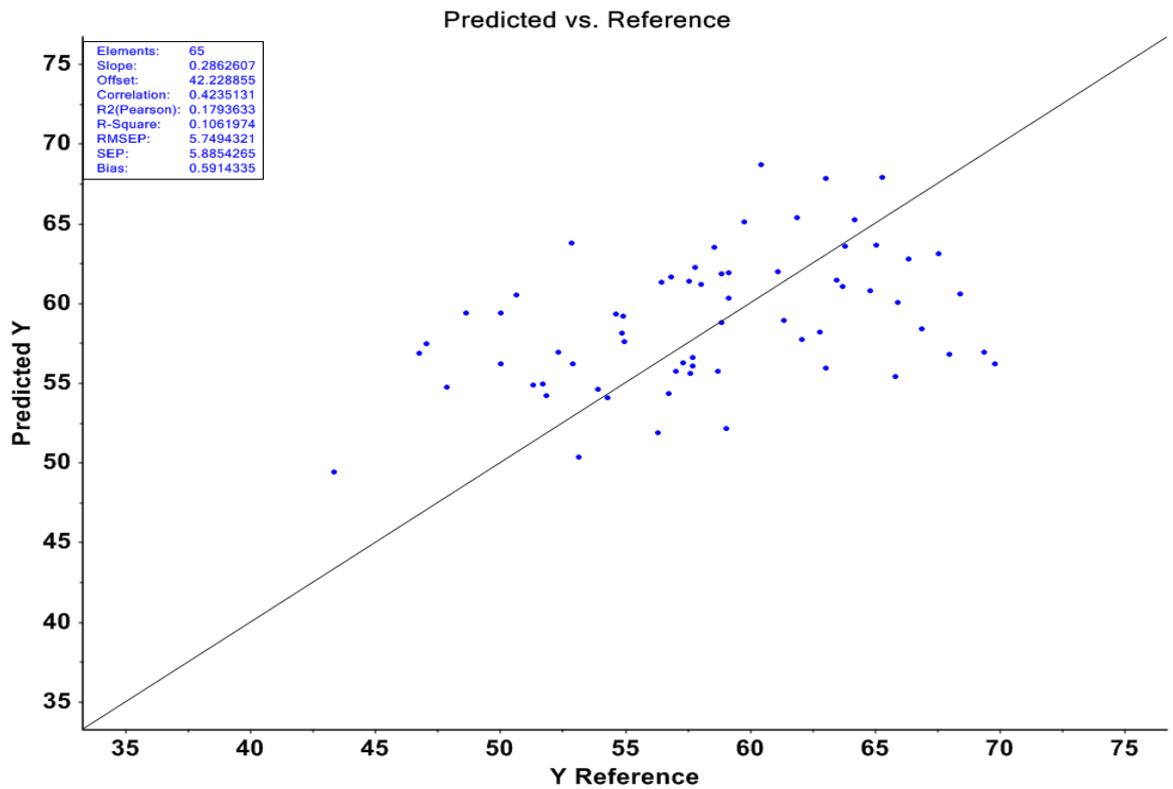
Anexo 29 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição seca/chuva do Perten



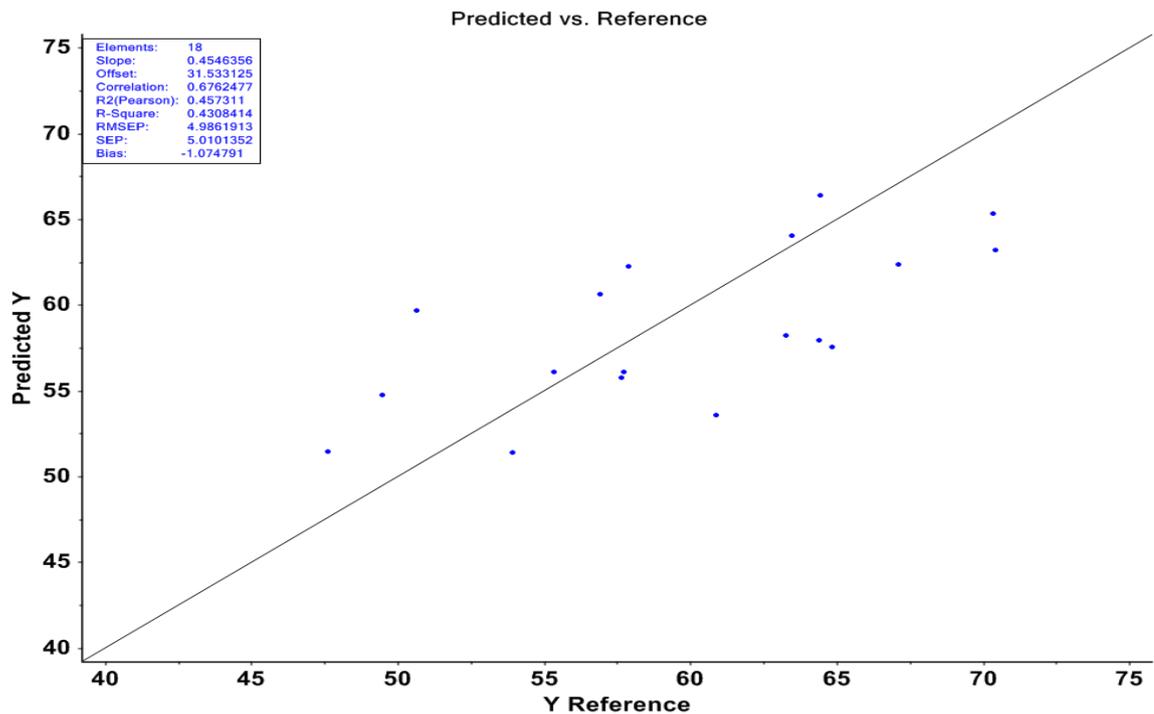
Anexo 30 – Gráfico do modelo de calibração e validação da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de chuva do Perten



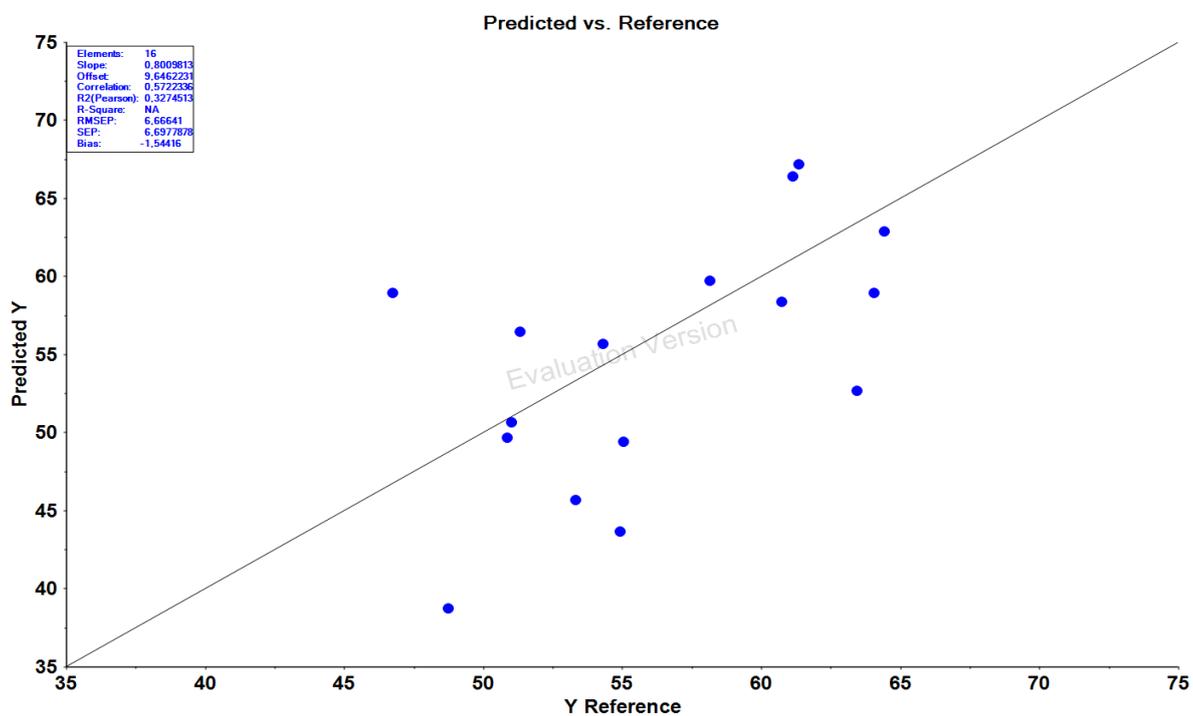
Anexo 31 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o modelo Global do Foss



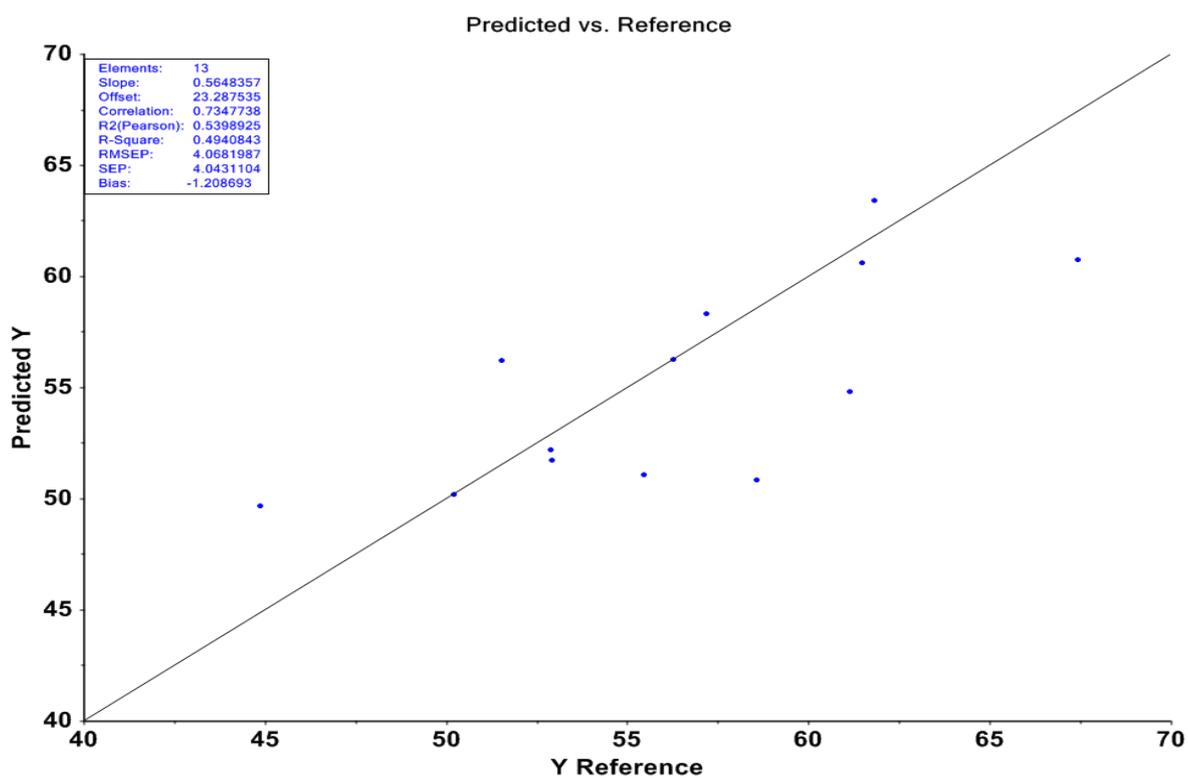
Anexo 32 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição chuva/ seca do Foss



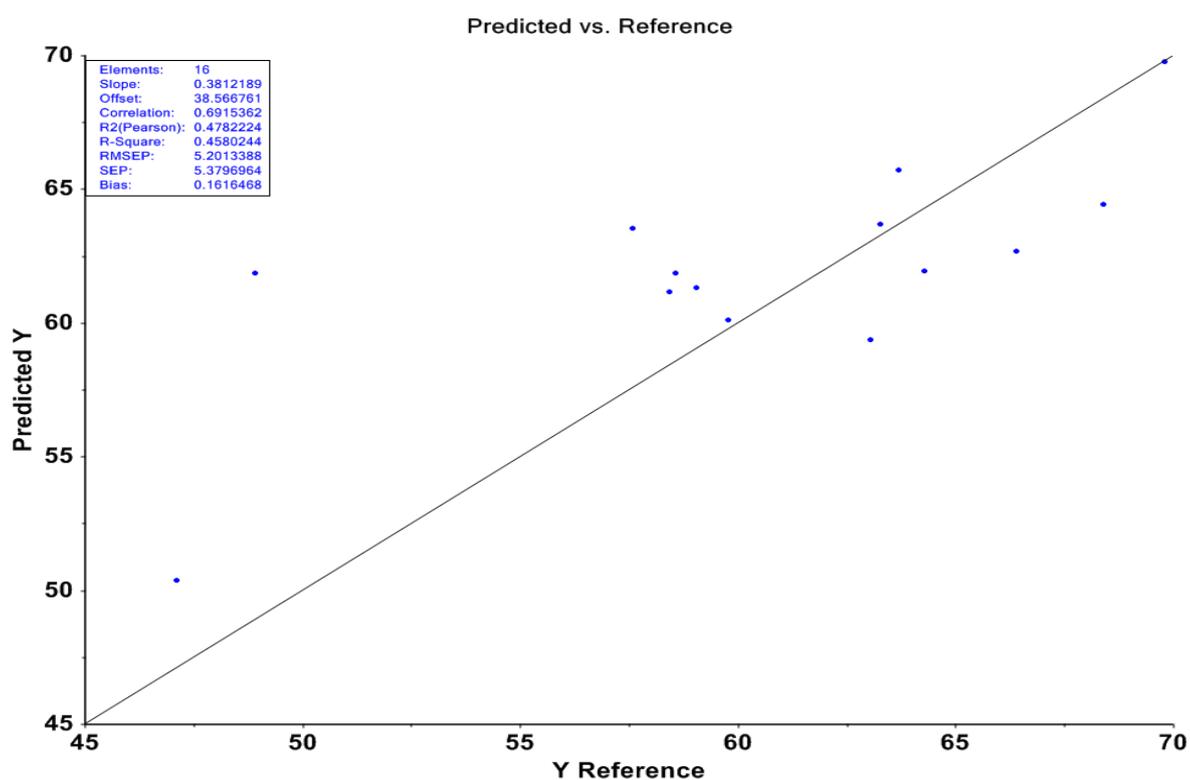
Anexo 33 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de seca do Foss



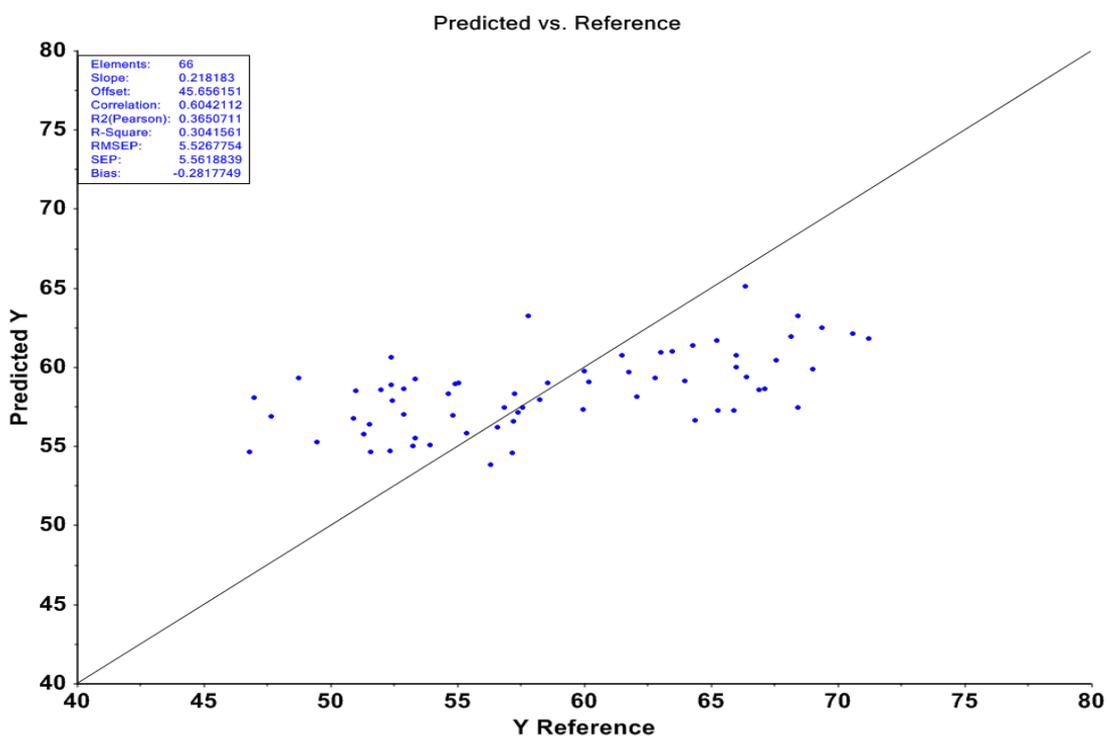
Anexo 34 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição seca/chuva do Foss



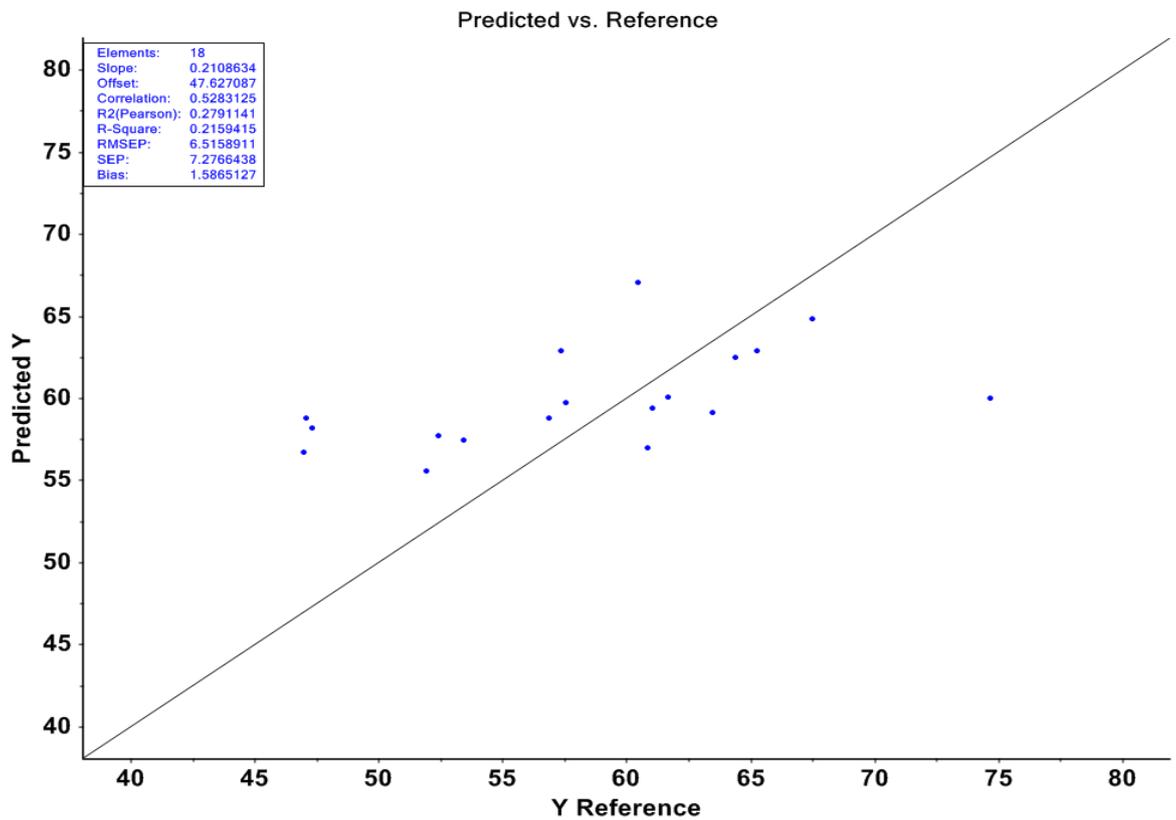
Anexo 35 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de chuva do Foss



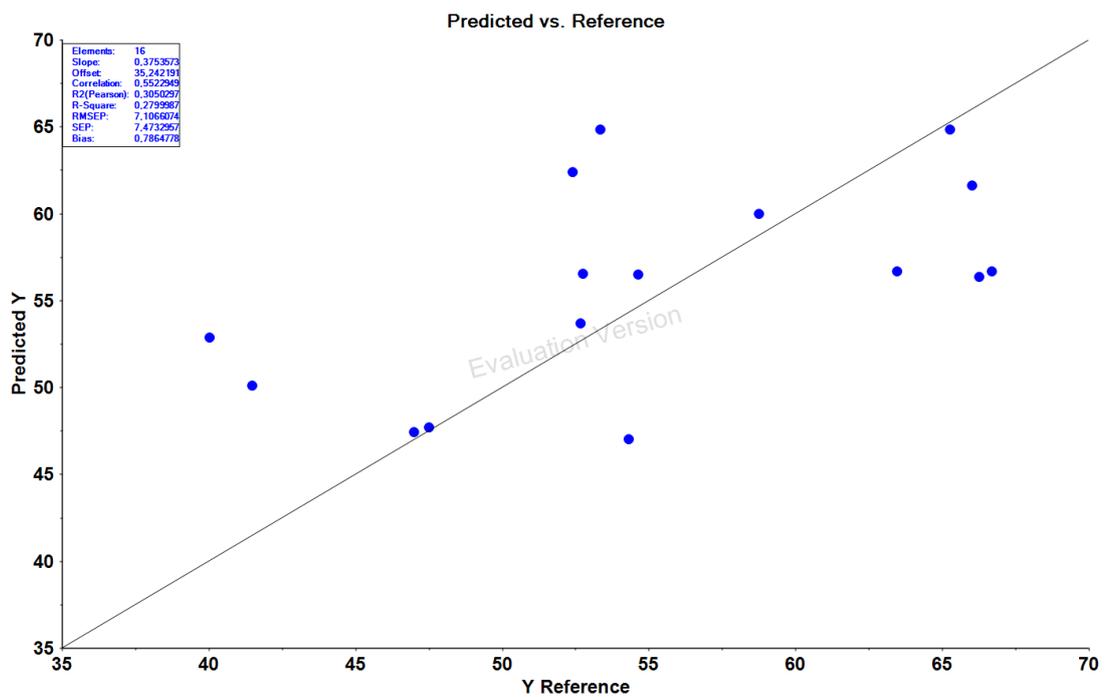
Anexo 36 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o modelo global do Perten



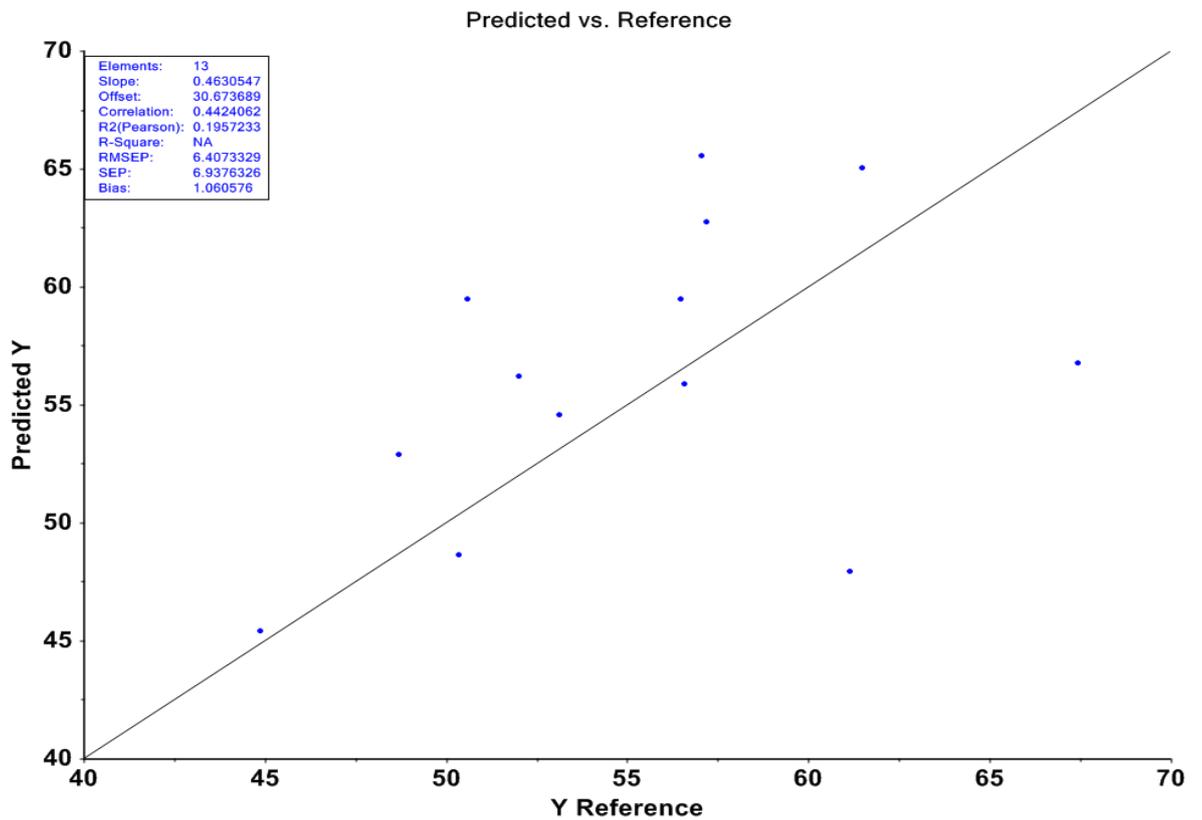
Anexo 37 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição chuva/seca do Perten



Anexo 38 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de seca do Perten



Anexo 39 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de transição seca/chuva do Perten



Anexo 40 – Gráfico do modelo de previsão da digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) para o período de chuva do Perten

