



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Layse Araujo Gordiano

**EMISSÃO DE METANO POR CAPRINOS EM PASTEJO
NA CAATINGA, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO**

Petrolina – PE
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Layse Araujo Gordiano

**EMISSÃO DE METANO POR CAPRINOS EM PASTEJO NA
CAATINGA, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus de Ciências Agrárias, como requisito da obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Prof^a. Dsc. Salete Alves de Moraes
Co-orientador: Prof. Dsc. Tadeu Vinhas Voltolini

Petrolina – PE
2015

	Gordiano, Layse Araujo
G661e	Emissão de metano por caprinos em pastejo na Caatinga, nos períodos seco e chuvoso / Layse Araujo Gordiano. -- Petrolina, 2015. 67f.: il.
	Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2015.
	Orientadora: Dra. Salete Alves de Moraes. Referências.
	1. Ruminantes - Alimentação. 2. Gases de efeito estufa. 3. Caatinga. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco
	CDD 577

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Layse Araujo Gordiano

**EMISSÃO DE METANO POR CAPRINOS EM PASTEJO NA
CAATINGA, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título Mestre em Ciência Animal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: _____ de _____ de _____.

Banca examinadora:

(Salette Alves de Moraes – Dsc., Embrapa Semiárido)

(Gherman Garcia Leal de Araújo – Dsc., Embrapa Semiárido)

(Guilherme Rocha Moreira – Dsc., Universidade Federal Rural de Pernambuco)

À Deus, pelo dom da vida
e por não me desamparar
nos momentos difíceis.
A minha família, pelo apoio
incondicional. Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar forças e não me desamparar;

Aos meus pais Antônio e Nilva, meus irmãos Aline, Maiara e Vinícius e a minha sobrinha Louíse por me apoiarem em tudo que faço e por me incentivarem em todo momento. É por vocês que eu não desisto;

À Bruno, por todo apoio e carinho dedicado;

Aos meus amigos que me ajudavam a distrair, ouviam meus desabaços e me davam forças pra seguir em frente (Carla Miranda, Fernanda Bezerra, Gardênia Lima, Khésia Matos, Luciana Miranda, Marcela Formiga, Márcia Danielle, Monique Ribeiro, Tácito Damasceno, Vinícius Brito);

Aos meus amigos da Embrapa Semiárido que muito me ajudaram nesta caminhada (Aline Laurentino, Amélia Macedo, Edson Freitas Filho, Madriano Santos, Patrícia David, Alexandre Perazzo, Rosana Lima, Sheila Rios, Thaiany Araújo, Thaise Rosa);

Aos estagiários que passaram pela Embrapa e contribuíram muito para meu trabalho;

À Reinivaldo Ferraz Júnior, do Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido por todo ensinamento recebido e por toda sua ajuda;

Ao Sr. Alcides Amaral do Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido pelos ensinamentos;

À Dra. Diana Deon por me ajudar em todas as etapas de meu experimento, pela disponibilidade e pelo carinho.

À Dr. Tadeu Voltolini por sempre me ajudar quando precisei;

À Renildo e Sr. Vando que cuidaram tão bem dos animais, me ajudaram em toda parte de campo e tornaram o experimento mais alegre e agradável.

Ao Sr. Pedro pela ajuda na identificação das plantas e pela simpatia;

À Rosângela (Rosinha) pela cordialidade e atenção e por resolver todos os problemas na coordenação com tanta eficiência;

À minha querida orientadora Dra. Salete Moraes pela orientação, paciência e amizade, pelos conselhos, por me incentivar a seguir em frente e acreditar em mim. Muito obrigada, por tudo!

Ao CPGCA e a Univasf pela oportunidade de realização do mestrado;

À Embrapa pela concessão do espaço físico, dos animais e pelo suporte para realização do experimento e análises laboratoriais;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Às cabras que participaram do experimento, minhas queridas “Julianas”, por tornarem possível o trabalho, pelas fungadas, pelo carinho... Estar com vocês foi a melhor parte;

À todos que nestes dois anos passaram e deixaram sua ajudinha na realização deste trabalho.

Resista um pouco mais, mesmo que a sua vida esteja sendo pesada como a consciência dos insensatos e você se sinta indefeso como um pássaro de asas quebradas. Resista, porque o último instante da madrugada é sempre aquele que puxa a manhã pelo braço e essa manhã bonita, ensolarada, sem algemas, nascerá para você em breve, desde que você resista.

(Autor desconhecido)

RESUMO

O estudo objetivou identificar e avaliar a diversidade botânica de uma área de caatinga pastejada por caprinos e determinar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, além de mensurar o metano emitido pelos animais presentes na área de avaliada. Foram realizadas coletas dos estratos herbáceo e arbustivo/arbóreo em uma área de 17,3ha nas épocas seca e chuvosa. Foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e similaridade de Jaccard para ambos os estratos e os parâmetros fitossociológicos Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Relativa (FR) para o estrato arbustivo/arbóreo. O estrato herbáceo não apresentou representatividade no período seco, sendo inventariadas 9 espécies. No período chuvoso encontrou-se 15 espécies, tendo maior ocorrência *Pavonia cancellata* (Malva rasteira). O índice de Shannon apresentou maior diversidade no período seco em relação ao chuvoso e o índice de similaridade de Jaccard foi de 0,33, expressando semelhança do ambiente em ambos os períodos. O estrato arbustivo/arbóreo apresentou no período seco 91 indivíduos pertencentes a 15 espécies distintas e no período chuvoso foram inventariadas 23 espécies e 118 indivíduos. Em ambos os períodos as espécies de maior representatividade foram *Croton conduplicatus* (Quebra faca) e *Caesalpinia microphylla* (Catingueira rasteira). O ensaio de consumo e digestibilidade foi realizado com 24 cabras adultas, sendo 12 animais da raça Canindé e 12 do ecotipo Repartida, utilizando dióxido de titânio como indicador externo para estimativa de produção fecal. Para análise da digestibilidade da dieta foi realizada a técnica de esvaziamento ruminal aplicada a 2 caprinos SPRD, machos e fistulados no rumem. A coleta de metano foi realizada seguindo a técnica de gás traçador de SF₆ utilizando 6 cabras, 3 Canindé e 3 Repartida. Todas as coletas foram realizadas por 5 dias. Os padrões raciais não influenciaram o consumo de nutrientes, porém houve diferença ($p < 0,05$) na digestibilidade da fibra em detergente ácido (DFA), sendo maior na Raça Canindé em relação ao ecotipo Repartida. O consumo dos nutrientes foi maior durante o período seco, com exceção do consumo de proteína bruta (CPB) que foi semelhante em ambos os períodos. A digestibilidade da matéria seca (DMS) e digestibilidade da matéria orgânica (DMO) foi maior no período chuvoso, sendo a digestibilidade de fibras (DFDN e DFDA) maior no período seco. O ecotipo Repartida emitiu maior quantidade de metano em g/kgPV e em g/kg^{0,75} em relação aos caprinos da raça Canindé, não havendo diferença na emissão entre os períodos seco e chuvoso. A falta de chuvas que tem assolado a região contribuiu para a baixa diversidade de espécies. A área de caatinga estudada é predominantemente arbustiva/arbórea. Os padrões raciais apresentaram diferença apenas em relação à digestibilidade da FDA, inferindo que a raça Canindé possa apresentar maior eficiência na utilização dessa porção do alimento. A época do ano não influenciou nas taxas de emissão de metano pelos caprinos pastejando áreas de caatinga, provavelmente devido à suplementação que é comum ser oferecida aos animais na época seca do ano.

Palavras-chave: consumo; estrato arbustivo; estrato herbáceo; forrageiras nativas; gases de efeito estufa; ruminantes.

ABSTRACT

The study aimed to identify and evaluate the botanical diversity of a Caatinga area grazed by goats and determine the intake and digestibility of nutrients, as well as measure the methane emitted by animals on the evaluated area. Samples were collected from herbaceous and shrub/tree layers in an area of 17,3ha in the dry and rainy seasons. The Shannon diversity indices (H') and similarity of Jaccard (C') were calculated for both strata and phytosociology Absolute Density (DA), Relative Density (RD), Relative Frequency (RF) for the shrub/tree layer. The herbaceous layer showed no representation in the dry season, with nine species inventoried. Rainy season was found 15 species, with higher occurrence *Pavonia cancellata* ("Malva rasteira"). The Shannon index showed greater diversity in the dry period for rainy and the Jaccard similarity index was 0.33, expressing similar environment in both periods. The shrub/tree presented during the dry period 91 individuals into 15 different species and rainy season were inventoried 23 species and 118 individuals. In both periods the species most representative were *Croton conduplicatus* ("Quebra faca") and *Caesalpinia microphylla* ("Caatingueira rasteira"). Twenty four female goats were used to Intake and digestibility test. Titanium dioxide was used as external marker. For analysis of diet digestibility was held ruminal emptying technique applied to two no defined breed goats, male and canulated in the rumen. Methane collection was carried out following the tracer gas technique using SF₆ in six goats. All samples were collected for 5 days. The breed did not influence consumption patterns, however significant differences ($p < 0.05$) in acid detergent fiber digestibility (ADFD), being higher in Canindé breed against the Repartida. Consumption was higher during the dry season, except for the crude protein intake (CPI) which was similar in both periods. The dry matter digestibility (DMD) and organic matter digestibility (OMD) was higher during the rainy season, being the most digestibility of fiber in the dry season. The Repartida breed issued increased amount of methane in g/kg of BW and g/kg^{0.75} for goats of Canindé breed, with no difference in emissions between the seasons. The lack of rain that has affected the region contributed to the low diversity of species. The Caatinga area studied is predominantly shrub/tree. Racial patterns showed differences only in relation to ADF digestibility, implying that Canindé breed can show greater efficiency in the utilization of that food portion. The year period did not influence the methane emission rates by goats grazing Caatinga, probably due to supplementation that is common offered to animals in the dry season.

Key words: intake; greenhouse; herbaceous layer; native forage; ruminants; shrub layer.

Lista de Figuras

Capítulo 1

Figura 1. Percentual de emissões de CH ₄ dos subsetores para o setor Agropecuária.....	27
---	----

Capítulo 2

Figura 1. Precipitação anual da Estação Agrometeorológica de Bebedouro entre os anos de 1985 e 2014.....	41
Figura 2: Precipitação mensal no campo experimental Caatinga durante o ano de 2014 até março de 2015.....	42

Lista de tabelas

Capítulo 1

Tabela 1. Fatores de emissão de metano originado da fermentação gástrica.....	27
---	----

Capítulo 2

Tabela 1. Composição bromatológica (%) das principais espécies encontradas em área de Caatinga nos períodos seco e chuvoso.....	43
Tabela 2. Ocorrência do estrato herbáceo em área de caatinga nos períodos seco e chuvoso.....	45
Tabela 3. Ocorrência de espécies de porte herbáceo em área de caatinga nos períodos seco e chuvoso.....	45
Tabela 4. Índice diversidade de Shannon (nats/ind) para os estratos herbáceo e arbustivo-arbóreo durante os períodos seco e chuvoso para área de caatinga.....	46
Tabela 5. Densidade específica, densidade relativa e frequência relativa do estrato arbustivo-arbóreo no período seco.....	47
Tabela 6: Densidade específica, densidade relativa e frequência do estrato arbustivo-arbóreo no período chuvoso.....	48

Capítulo 3

Tabela 1: Composição bromatológica e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca da dieta consumida por caprinos nos períodos seco e chuvoso.....	56
Tabela 2: Consumo e digestibilidade de caprinos da raça Canindé e ecotipo Repartida em pastejo na caatinga.....	57
Tabela 3: Consumo de caprinos em pastejo na caatinga nos períodos seco e chuvoso.....	60
Tabela 4: Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e dos nutrientes da dieta de caprinos em pastejo na caatinga nos períodos seco e chuvoso.....	62
Tabela 5: Emissão de metano por caprinos da raça Canindé e ecotipo Repartida em pastejo na caatinga.....	63
Tabela 6: Emissão de metano por caprinos em pastejo na caatinga nos períodos seco e chuvoso.....	64

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
<i>REVISÃO DE LITERATURA</i>	15
1. Caatinga - aspectos gerais	15
2. Produção animal na caatinga	18
3. Consumo e digestibilidade de caprinos	20
4. Sistemas agroflorestais	24
5. Produção de metano por ruminantes	26
REFERÊNCIAS	31
 CAPÍTULO 2	 38
<i>COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE ÁREA DE CAATINGA PASTEJADA POR CAPRINOS NO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO</i>	38
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50
 CAPÍTULO 3	 52
INTRODUÇÃO	54
MATERIAL E MÉTODOS	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	66

INTRODUÇÃO GERAL

A caatinga representa grande diversidade de espécies botânicas que são caracterizadas pela resistência as adversidades climáticas, principalmente a escassez de água. Formada maioritariamente por arbustos e árvores de pequeno porte, possuem estratégias de adaptação e proteção contra intempéries e predação. A maioria das plantas é xerófila, contendo folhas cerosas ou espinhos, perdem suas folhas na época mais seca e têm compostos que limitam o consumo e impedem o ataque de insetos.

As espécies presentes neste bioma são ricas em nutrientes que suprem as exigências dos animais na maior parte do ano, quando a vegetação apresenta-se folhosa. Devido a seu potencial forrageiro e a resistência a períodos longos de seca, a vegetação da caatinga é utilizada como principal fonte de alimento na produção pecuária do Nordeste, principalmente na criação de caprinos que se adaptam bem a este tipo de pastejo.

A caprinocultura representa uma importante atividade econômica do Nordeste brasileiro abrangendo 91,4% do efetivo brasileiro que é de 8,779 milhões de cabeças. Deste total a maior parte (28%) está distribuída na Bahia, enquanto 22,5% estão no estado de Pernambuco (IBGE, 2013). Uma importante parcela deste rebanho está inserida nas atividades da agricultura familiar que utiliza recursos naturais para criação e alimentação dos animais, ou seja, produzindo de forma extensiva em áreas de vegetação nativa como a Caatinga. Entretanto o extrativismo dessas áreas, associado à própria degradação causada pelas adversidades climáticas e a falta de manejo correto da pastagem nativa tem causado impactos ambientais como perda da diversidade botânica e degradação da vegetação, assim como queda na produção animal devido ao sobrepastejo.

O uso de áreas nativas degradadas para pastagem pode ter relação com o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), pois pastagens degradadas estimulam a produção de metano entérico, um dos principais causadores do efeito estufa, não só por seu alto poder de aquecimento (21 vezes maior que o CO₂), mas pela quantidade que é emitida, devido ao grande rebanho comercial de bovinos, caprinos e ovinos. A maior parte dos ruminantes

é criada em pastagem de capins tropicais, os quais possuem alto teor de fibra e de lignina, estando muitas dessas degradadas e com baixo valor nutricional, tornando a produção de metano mais intensa. Diante deste contexto a pecuária vem sendo alvo de inúmeras críticas e apontada como a maior causadora do aquecimento global.

O setor pecuária emite 18% do total de gases de efeito estufa, enquanto a agricultura, com o cultivo do arroz irrigado, uso de fertilizantes e mudanças no uso da terra, produz cerca de 11%, podendo chegar a 30% no ano de 2020 (STEINFELD, *et al.* 2006; IPCC, 2007). É importante ressaltar o dióxido de carbono permanece como o principal gás de efeito estufa, totalizando 65% das emissões globais e a queima de combustíveis fósseis e processos industriais são os setores que mais emitem. O rebanho bovino, através da fermentação entérica é responsável por 87% do total de metano emitido pela pecuária no Brasil, os demais ruminantes produzem aproximadamente 3%. Neste sentido, a bovinocultura tem sido alvo de mais estudos científicos, porém a emissão de metano entérico por pequenos ruminantes vem ganhando importância assim como o comércio de seus produtos.

Os dados de emissão de metano utilizados como referência provém do IPCC e muitas vezes não condizem com a realidade dos sistemas de produção brasileiros. Desta forma é importante determinar o fluxo de emissão de metano entérico gerado pelos sistemas de produção comumente desenvolvidos no país e também montar um banco de dados próprio com os valores de emissão de gases de efeito estufa adquiridos de espécies produzidas em cada sistema.

O objetivo deste estudo foi quantificar as espécies botânicas presentes em uma área de caatinga do semiárido pernambucano e determinar entre estas as espécies forrageiras, assim como avaliar o consumo de matéria seca e emissão de metano entérico por caprinos de corte mantidos em sistema de produção na Caatinga.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. Caatinga - aspectos gerais

A região Nordeste ocupa 1.640.000 km², área equivalente a cerca de 20% do território nacional e desta, 980.000 km² é ocupada pelo Semiárido, correspondendo a mais da metade do território nordestino (ARAÚJO FILHO, 2013). Segundo Hauff (2010) esta é a região semiárida mais populosa do mundo com cerca de 27 milhões de habitantes, os quais em sua maioria utilizam os recursos naturais para retirar seu sustento. Esta região é ocupada por um tipo de vegetação xerófila, com diversificada fisionomia e florística, denominada Caatinga (MARACAJÁ & BENEVIDES, 2006), a qual significa na língua tupy guarany “mata branca” devido ao aspecto cinza que a vegetação assume na época de estiagem por causa da perda de suas folhas.

O bioma caatinga é o único exclusivamente brasileiro, estendendo-se por todo o estado do Ceará e boa parte dos estados do Rio Grande do Norte (95%), Paraíba (92%), Pernambuco (83%), Piauí (63%), Bahia (54%), Sergipe (49%) e Alagoas (48%), além de algumas partes de Minas Gerais (2%) e do Maranhão (1%) (IBGE, 2004).

A sazonalidade presente neste bioma geralmente delimita duas estações distintas: uma estação curta de chuvas e outra estação seca que perdura a maior parte do ano, que ocorre na maior parte do ano e pode se estender por anos (LIMA, 2011). O período de chuvas varia dependendo das condições climáticas como relevo, vento e massa de ar, entretanto na maior parte predomina um período de 3 a 4 meses de chuvas (ARAÚJO, 2011).

Segundo a classificação de Koppen, o Semiárido possui três tipos de clima: o Bshw que é megatérmico, com concentração chuvosa curta durante o verão, concentrando chuvas em dezembro e janeiro; o Bshw', também megatérmico com chuvas no outono-inverno, entre os meses de março e abril; e o clima BShs', o qual apresenta estação chuvosa curta com pluviosidade em maio e junho (ARAÚJO FILHO, 2013). A precipitação anual da região semiárida varia de 150mm a 1300mm, incluindo regiões de serra que costumam ter

temperaturas mais amenas, umidade do ar e índices pluviométricos maiores e tem média de 700mm (PEREIRA FILHO, *et al.* 2013). Na maior parte da região as precipitações anuais não excedem 800mm. As variações climáticas podem alterar tanto período de chuvas, quanto a pluviosidade nas diversas regiões do Semiárido.

O solo que compõe o bioma caatinga é bastante diversificado, apresentando aproximadamente 15 classes, com destaque para os latossolos (21%), os solos litólicos (19,2%), os podzólicos (14,7%), os brunos não cálcicos (13,3%), as areias quartzosas (9,3%) e os planossolos solódicos (9,1%) (ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002). Selaive-Villarroel & Costa (2014) afirmam que de um modo geral os solos que albergam a caatinga são rasos e pouco férteis.

Embora afirme que não há estudos detalhados sobre a relação solo/planta em comunidades vegetais, Prado (2003) supõe que haja forte relação entre o tipo de solo e o tipo de vegetação presente nas áreas de caatinga. O autor cita a relação dos latossolos vermelhos com a caatinga arbórea do oeste de Pernambuco, Alagoas e Rio Grande do Norte e dos solos arenosos sedimentares profundos (“areias quartzosas”) em áreas com floresta de caatinga baixa no Estado de Pernambuco.

A interação entre clima, relevo e solo determina a vegetação, de modo a gerar sistemas ecológicos variados (RODAL *et al.*, 2008). Apesar da variação dos ecossistemas, de um modo geral, a caatinga é caracterizada por vegetação espinhosa e rala sendo a maior parte de suas espécies caducifólias, decorrentes da deficiência hídrica, que ocorre na maior parte do ano, acarretada por fatores como baixa pluviosidade, má distribuição das chuvas e alta evapotranspiração. Os solos rasos e pedregosos com baixa fertilidade contribuem para essa deficiência, devido à baixa capacidade de retenção de água. Desta forma, as espécies tendem a se reproduzirem mais rápido no período de maior pluviosidade (ANDRADE-LIMA, 1989; ARAÚJO *et al.*, 2005; LIMA, 2011).

Constituída especialmente por espécies arbustivas e arbóreas de pequeno porte, as plantas geralmente são providas de espinhos, como as cactáceas. Há também presença de bromeliáceas e estrato herbáceo embora

este possua pouca representatividade, sendo formado por alguns tipos de gramíneas e dicotiledôneas (ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002).

Sampaio et al. (2003) afirmam serem insuficientes os estudos sobre diferenças entre vegetação degradada pela atividade antrópica e a assolada pelas deficiências ambientais. Para tanto, tem-se utilizado o pequeno porte e a fisionomia aberta da vegetação para classificar a região como núcleo de desertificação. Pereira et al. (2003) relata que a vegetação da caatinga em regeneração tem estrutura diferente daquela que não sofreu ação antrópica, mesmo muitos anos depois de ter sido manipulada. O uso irracional destas áreas tem trazido sérias consequências, principalmente na esfera ambiental em que são observadas perdas relacionadas à diversidade florística e degradação do solo, levando a quadros de desertificação em alguns estados do Nordeste (CÂNDIDO, 1999).

A ação antrópica tem levado a vegetação da caatinga a um processo de sucessão secundária. Pereira Filho & Bakke (2010) afirmam que em diversos estudos de composição florística realizados, espécies lenhosas como marmeleiro (*Croton sonderianus*), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), mororó (*Bauhinia cheilantha*), mofombo (*Combretum leprosum*), são espécies que primeiro se desenvolvem. Em relação ao estrato herbáceo, as mais comuns são mata-pasto (*Senna obtusifolia*) alfazema brava (*Hyptis suaveolens*), malva branca (*Sida cordifolia*), feijão-de-rola (*Phaseolus patyróides* L.), centrosema (*Centrosema* sp.), erva-de-ovelha (*Stylosanthes humilis*), manda-pulão (*Croton* sp.) e brejo (*Amaranthus* sp.), representando as dicotiledôneas herbáceas e *Brachiaria plantaginea*, *Panicum* sp., capim-rabo-de-raposa (*Setária* sp.) e capim-panasco (*Aristida setifolia*), formando o grupo das gramíneas.

Trabalhos realizados por diferentes autores avaliando quantitativa e qualitativamente a flora e a vegetação da caatinga relatam que foram evidenciadas 596 espécies, sendo destas 180 endêmicas. Das espécies herbáceas, as famílias mais frequentes são *Caesalpinaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae* e *Cactaceae*, com maior expressão dos gêneros *Senna*, *Mimosa* e *Pithecellobium*. Quando se trata de estrato arbustivo/arbóreo, a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), as juremas (*Mimosa* spp.) e os marmeleiros (*Croton* spp.) são os mais encontrados em grande parte dos

levantamentos realizados. Esses três grupos são considerados pioneiros do processo de sucessão secundária após ação antrópica (ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002).

2. Produção animal na caatinga

A caatinga, por sua riqueza e diversidade de espécies possui elevado potencial forrageiro, madeireiro e florístico e se destaca por apresentar alto número de espécies forrageiras não só herbáceas, mas também arbustivas e arbóreas (ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002; ARAÚJO FLIHO, 2013). Por esse motivo é altamente utilizada como fonte de alimento tanto para rebanho bovino, quanto ovino e principalmente caprino. Sua vegetação é predominada por espécies arbustivas e arbóreas de pequeno porte, embora na estação chuvosa, a maior parte da forragem seja ofertada pelo estrato herbáceo. No entanto, ocorre crescente perda da fitomassa, à medida que a estação seca se pronuncia, desta forma, a folhagem das espécies lenhosas decíduas passa a constituir praticamente a única fonte de forragem para os animais, estando esta na forma de serapilheira (ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002).

A caatinga é considerada uma importante fonte de alimento, principalmente para caprinos e ovinos, os quais são os mais utilizados em pequenas propriedades de agricultura familiar. Possui vegetação bastante nutritiva e aceitável pelos animais suprindo suas necessidades, geralmente precisando de complementação apenas na época seca. Entretanto em algumas áreas de caatinga predominantemente arbustivo-arbórea, ocorre um paradoxo: na época chuvosa, a forragem de boa qualidade encontra-se fora do alcance do animal, por causa da altura das plantas e no período seco, quando as folhas das árvores caem tendo os animais acesso, estas já encontram-se com baixo valor nutricional (ARAÚJO FILHO, 2013). Para Selaive-Villarroel & Costa (2014) a vegetação nativa da caatinga é a mais importante fonte de alimento para os ruminantes no Nordeste, entretanto há uma oferta irregular desta durante o ano, tanto quantitativa quanto qualitativamente devido aos períodos prolongados de seca, sendo este um fator limitante para o adequado desempenho dos animais e produtividade do rebanho.

Araújo Filho (2013) afirma que, de uma maneira geral, são produzidos 4.000 kg/ha/ano de fitomassa nas áreas de caatinga destinadas a pastejo animal, entretanto apenas 10% é realmente consumida, mostrando que embora a pastagem nativa da região semiárida seja abundante, a baixa qualidade na época seca e a inacessibilidade na época chuvosa impactam negativamente seu consumo. Períodos longos de seca, associados à exploração excessiva das pastagens acarretam o desaparecimento das melhores forrageiras, resultando em perda da forragem disponível e diminuição da capacidade de suporte. O excesso de carga animal resulta em desequilíbrio da flora, pois as espécies mais palatáveis tendem a sofrer grande pressão, sendo mais consumidas, enquanto as menos ou não consumidas podem aumentar consideravelmente (LEITE, *et al.*, 1995; GIULIETTI *et al.*, 2004). Segundo Araújo Filho (2013) o superpastejo tem sido considerado o fator mais importante da degradação e desertificação de áreas semiáridas devido à intensidade da pressão de pastejo em áreas que já sofrem com as limitações ambientais ser tão forte a ponto de tornar a sobrevivência da flora impossível.

Para que a vegetação da caatinga possa fornecer seu máximo potencial sem que seja degradada pela ação antrópica, é fundamental a realização de manejo da área. Araújo Filho e colaboradores em diversos estudos realizados em áreas de caatinga relatam que existem basicamente cinco modelos de manipulação da caatinga: desmatamento, raleamento, rebaixamento, raleamento-rebaixamento e enriquecimento. Existe um tipo de manipulação para cada finalidade com qual se deseja utilizar a área, portanto, os autores alertam que a escolha do método adotado depende principalmente do tipo de animal criado na área e também do potencial de resposta da vegetação.

Araújo Filho (2013) certifica que o rebaixamento de áreas lenhosas melhora a qualidade da dieta, por tornar acessível a massa de forragem proveniente de árvores e arbustos e disponibilizá-la por mais tempo, se estendendo até o período seco. Ademais, a redução do sombreamento pelo corte das copas das árvores proporciona significativo aumento do estrato herbáceo, importante componente na dieta dos animais. O raleamento é feito principalmente para controlar as espécies indesejáveis (tóxicas e invasoras) e para permitir a penetração de luz solar, reduzindo de 30 a 40% as espécies lenhosas. Com o aumento da interceptação luminosa, na época chuvosa, as

espécies herbáceas germinam incrementando a fitomassa. Em áreas raleadas o estrato herbáceo se torna o mais representativo, estando totalmente disponível ao animal. Este tipo de manipulação é mais adequado para criação de ovinos e caprinos, que tem predileção por gramíneas e dicotiledôneas herbáceas (PEREIRA FILHO *et al.*, 2013).

Em áreas cuja fitomassa não atende as necessidades alimentares do rebanho, aconselha-se realizar o enriquecimento da área com introdução de espécies tanto nativas quanto exóticas, a fim de aumentar a produção e disponibilidade de matéria seca. Para tal pode-se lançar mão tanto de gramíneas quanto leguminosas. Realiza-se um raleamento mais intenso, deixando apenas 15% do solo coberto, plantando espécies como capim buffel, gramão, corrente, andropogon, além de leguminosas como leucena, cunhã, feijão guandu e erva de ovelha (BAKKE, *et al.* 2010).

Pereira Filho *et al.* (2007) certificam que a criação racional de caprinos e ovinos é um fator determinante para a utilização correta do potencial forrageiro da caatinga mediante adequadas técnicas de manejo e que essa prática garante como resultado final a melhoria do homem do campo. A terminação de pequenos ruminantes em caatinga raleada associada a suplementação é uma importante alternativa e traz respostas positivas para esse tipo de produção (DANTAS *et al.*, 2008; CARVALHO JUNIOR *et al.* 2009).

3. Consumo e digestibilidade de caprinos

A avaliação da ingestão de matéria seca é essencial à nutrição animal, por determinar a quantidade de nutriente utilizado pelo animal, podendo desta forma, obter-se seu real desempenho produtivo (VAN SOEST, 1994). Os pequenos ruminantes possuem alta capacidade de seleção, entretanto fatores como tipo de produção (pastejo ou confinamento) e de forragem ingerida podem influenciar o consumo. Em confinamento o tamanho de partícula relaciona-se com a seleção de alimento, sendo diretamente proporcional ao grau de seletividade, enquanto a pasto outros fatores ligados aos processos de ingestão, digestão e requerimentos nutricionais influenciam a quantidade e a composição do material ingerido, tais como a estrutura do dossel (altura e densidade do pasto), a maturidade e digestibilidade da forragem e o

desempenho e fisiologia do animal (BERCHIELLI, *et al.*, 2006). Além destes fatores, o peso vivo, nível de produção e características climáticas também podem influenciar o consumo voluntário de alimento (GONZAGA, 2007). Van Soest (1994) afirma que em relação ao animal, a interação entre a saciedade física (volume de alimento) e a química (quantidade de nutrientes) são responsáveis por mediar o consumo, ou seja, em dietas com digestibilidade e energia baixas, a capacidade de armazenamento do trato gastrointestinal limita o consumo, enquanto em dietas com boa digestibilidade a ingestão é regulada pelas exigências nutricionais do animal. Para Mertens (1992) a FDN caracteriza esta interação entre capacidade volumétrica e densidade energética, uma vez que relaciona-se diretamente com a capacidade de armazenamento do rumem e inversamente com o aporte energético.

A qualidade do material disponível possui grande relação com a quantidade de alimento ingerido. Euclides *et al.* (1992) afirmaram que em animais mantidos em sistema de pastejo a qualidade nutricional da dieta selecionada é maior do que a disponível no pasto, pois estes procuram selecionar primeiramente as folhas, seguido por caules e por último *litter* (material morto).

Em estudos experimentais o consumo a pasto não pode ser mensurado diretamente, sendo determinado através da produção fecal e estimativa da digestibilidade do alimento ingerido (KOZLOSKI, *et al.* 2009). Para determinação da produção fecal utiliza-se métodos diretos e indiretos, cuja escolha depende do tipo de alimentação fornecida e do ensaio realizado.

Os métodos diretos para pequenos ruminantes são os que utilizam bolsas coletoras; nestes é possível fazer a coleta total das fezes. Existem, porém alguns inconvenientes como a redução do consumo devido a não adaptação dos animais, a perda de material no caso da utilização de bolsas em pastejo e desconforto do animal devido ao peso do material quando a produção fecal é alta. O método indireto dispõe do uso de indicadores de produção fecal, os quais são divididos em duas classes: internos e externos. São utilizados em geral quando o uso de bolsas coletoras é inviável ou laborioso.

Os indicadores internos são componentes indigestíveis presentes no alimento, sendo utilizado a MSi (matéria seca indigestível), FDNi (fibra em

detergente neutro indigestível) e FDAi (fibra em detergente ácido indigestível), CIA (cinza insolúvel em ácido), CIDA (cinza insolúvel em detergente ácido).

Indicadores externos são substâncias específicas que podem ser administradas diretamente ao animal por via oral ou adicionadas ao alimento. Para ser considerado um indicador de produção fecal, é necessário ter propriedades como ser inerte, não tóxico, indigestível e inabsorvível pelo trato gastrointestinal, misturar-se uniformemente a digesta, além de não influenciar na fisiologia, absorção de nutrientes ou microbiota ruminal (SALIBA, 2005; RODRIGUEZ *et al.*, 2006). A utilização de indicadores externos tem apresentado vantagens, pois não necessita de manipulação de grandes quantidades de material, visto que apenas uma pequena amostra de fezes é coletada e em seu cálculo considera-se apenas a quantidade de indicador fornecida e sua concentração nas fezes. Entretanto o uso dessas substâncias apresenta algumas restrições, devido ao indicador não se apresentar como partícula do alimento e assim haver alterações nas características da fibra (RODRIGUEZ *et al.*, 2006). O uso do indicador adequado é determinado por fatores como tipo de animal, dieta ofertada, período e quantidade de coleta. Segundo Zeoula *et al.*, 2002 não existe um indicador ideal que reúna todas as características desejáveis, entretanto deve-se considerar as características que sejam mais apropriadas para o tipo de ensaio utilizado.

Óxido crômico (Cr_2O_3), dióxido de titânio (TiO_2) e lignina purificada e enriquecida (LIPE) têm sido amplamente utilizados. O óxido crômico é o mais comumente utilizado para estimar a produção de matéria seca fecal (PMSF) em ruminantes por ser de baixo custo, facilmente misturado à dieta e de fácil análise. Machado *et al.* (2011) preconiza sua administração por meio de cápsulas de papel ou gelatina, péletes, ou ainda adicionado a dieta. Segundo Figueiredo (2011) a administração uma vez ao dia mostra-se eficiente. A análise pode ser feita através da colorimetria, entretanto o pigmento presente em alguns alimentos pode causar alterações. Em virtude disso, a espectrofotometria de absorção atômica tem sido utilizada, tendo o alto custo como entrave (SAHA & GILBREATH, 1991; KOZLOSKI *et al.*, 2006). Algumas limitações relativas ao óxido de cromo são baixa recuperação fecal em ensaios a pasto, variação de excreção nas fezes, passagem no trato digestório mais rápido que o material fibroso e principalmente propriedades carcinogênicas.

Esses entraves tem estimulado o estudo e utilização de outras substâncias como o mesmo propósito (OWENS & HANSON, 1992; VAN SOEST, 1994).

Uma alternativa ao óxido crômico tem sido o dióxido de titânio, substância que é utilizada em alguns produtos alimentícios para humanos e que não apresenta nenhuma restrição para alimentação animal (TITGEMEYER *et al.*, 2001; SAMPAIO *et al.*, 2011). Outras vantagens deste indicador são boa recuperação fecal e principalmente não apresentar propriedades carcinogênicas (MYERS *et al.* 2006). Ferreira *et al.*, (2009) relatam que 3 dias de coleta de fezes produzem resultados satisfatórios para ensaios de digestibilidade. Para análise do titânio é utilizado peróxido de hidrogênio que confere coloração alaranjada e a partir dessa coloração é quantificada a concentração de TiO_2 nas fezes. Myers *et al.* (2004) observando a necessidade de uma análise rápida e segura, desenvolveu uma nova metodologia que facilita ainda mais o uso deste indicador em estudos de consumo e digestibilidade em ruminantes. Em estudo comparativo entre óxido crômico e dióxido de titânio na avaliação de consumo e digestibilidade em vacas de leite Souza *et al.* (2015) concluíram que o dióxido de titânio mostrou-se mais preciso, mais acurado para determinar excreção fecal, consumo e digestibilidade, além de ter menos erros na análise.

A LIPE® é um indicador de digestibilidade e consumo desenvolvido exclusivamente com intuito de utilização em pesquisas (MORAES, 2007). Segundo Rodriguez *et al.* (2006) a molécula de lignina foi modificada e enriquecida com grupos fenólicos, originando a LIPE que é um hidroxifenilpropano desenvolvido para pesquisas de consumo e digestibilidade. Surge como uma técnica que demanda menor tempo de adaptação, associado a baixo custo. Também possui recuperação nas fezes de quase 100% (SALIBA *et al.*, 2004). Pesquisadores tem observado que esse indicador possui estabilidade na passagem pelo trato digestivo e não apresenta variação na excreção de fezes, podendo ser fornecido apenas uma dose diária. O período de adaptação para coleta é de 48h (RODRIGUEZ *et al.*, 2006; LOPES, 2007; FIGUEIREDO, 2011). A análise da LIPE presente nas fezes é realizada por Espectroscopiano Infravermelho, técnica com baixo custo, sensível e que preserva a amostra (LOPES, 2007; FIGUEIREDO, 2011).

Saliba *et al.* (2003) avaliando a LIPE do *Eucalipto grandis* observaram estimativas de digestibilidade e excreção fecal compatíveis em coelhos, ovinos e suínos. Essa substância também apresentou preparo e análise simples. Ferreira *et al.* (2009) afirmaram que indicadores como óxido crômico ou o dióxido de titânio, quando fornecidos duas vezes ao dia e a LIPE são confiáveis para estimativa de digestibilidade em ruminantes e que na escolha do indicador adequado é considerada a disponibilidade e preço do produto, bem como a facilidade na realização da análise.

A determinação do consumo de matéria seca pelo animal é essencial para estabelecer os níveis de nutrientes ingeridos, permitindo assim estabelecer a resposta animal (VAN SOEST, 1994). Entretanto existem poucos trabalhos avaliando o consumo em pastagem nativa no Nordeste. A composição da caatinga é pouco conhecida devido à alta diversidade de plantas pertencentes a este bioma (LIMA JÚNIOR, 2010), o que dificulta a precisão da coleta. Caprinos possuem alta seletividade, sendo capazes de consumir espécies e partes de plantas de melhor qualidade. Desta forma têm sido utilizados animais fistulados, em detrimento da simulação de pastejo para obtenção mais confiável de material para avaliação.

4. Sistemas agroflorestais

O Brasil alberga a segunda maior cobertura florestal do planeta, com 477 milhões de hectares, sendo menor apenas que a da Rússia que possui 808 milhões de hectares (FAO, 2007). Contudo, ao longo do tempo essas áreas vêm sendo desmatadas para implantação de campos agrícolas e de pastagem.

O aumento da demanda por alimentos, em um momento que é crescente a pressão sobre a redução do desmatamento e dos gases de efeito estufa, exige do setor agropecuário o desenvolvimento de sistemas sustentáveis que intensifique o uso da terra para atividades agropecuárias e torne mais eficiente os sistemas de produção (VILELA *et al.*, 2011). Desta forma, visando reduzir os impactos ambientais causados pelas atividades agropecuárias e torná-la sustentável, tem-se aprimorado formas de integração dos sistemas de produção com áreas agrícolas e de floresta. Segundo Macedo (2009) denomina-se integração lavoura-pecuária os sistemas que associam

produção de grãos, fibras, carne, leite, agroenergia, entre outros, na mesma área, podendo estas atividades estar consorciadas, sequenciadas ou ainda rotacionadas. Aos sistemas de produção implantados em áreas de floresta nomeia-se integração lavoura-pecuária-floresta ou sistemas agroflorestais. De acordo com Costa *et al.* (2002) esses sistemas agroflorestais são classificados em silviagrícolas, silvipastoris e agrossilvipastoris.

A adoção dos sistemas agroflorestais oferece diversos benefícios, pois além de intensificar a produção animal, reduzindo os custos de produção e tornando-a mais lucrativa, também beneficiam o ambiente, visto que as espécies presentes apresentam de uma forma geral, alto valor nutritivo, além de terem grande poder de sequestrar carbono. Ademais, aumentam a eficiência do uso da terra, além de proporcionar uma melhora nas características químicas e físicas do solo. (CARVALHO *et al.* 2005a; THORNTON & HERRERO, 2010).

Na região semiárida, os sistemas de integração lavoura pecuária floresta valorizam a biodiversidade e elevam a produtividade da terra, além de aumentar a oferta de alimentos, importante principalmente nos períodos de deficiência hídrica (MELO *et al.*, 2002). Nesses casos, associam a exploração de espécies lenhosas permanentes com culturas agrícolas e pastagem resistente à seca que podem ser de gramíneas (capim buffel, capim corrente) ou de leguminosas (leucena, gliricídia, feijão guandú) (ALTIERI, 1995).

Carvalho Filho *et al.* (1994), após estudar sistemas agroflorestais, verificou que o consórcio de culturas anuais com leguminosas arbóreas aumentou a produtividade destas culturas, além das árvores serem utilizadas como fonte de adubo na época chuvosa e na época seca como banco de proteína para os animais.

Levando em consideração a fragilidade das áreas de monocultivo e de pasto nativo, o emprego de sistemas pecuários sustentáveis aparece como boa alternativa sob forma de sistemas silvipastoris (CAVALCANTE, 2013). Segundo Carvalho, *et al.* (1997) arborização de pastos de capim fornece sombra e biomassa que tem capacidade de melhorar a fertilidade do solo, aumentando a disponibilidade de nitrogênio, melhorando desta forma a quantidade e qualidade da biomassa. Carvalho (2006) afirma que o plantio de espécies

arbóreas tanto no campo agrícola quanto pastoril mantém ativa a circulação de nutrientes, além de um aporte significativo de matéria orgânica.

Esses sistemas têm sido considerados de extrema importância ambiental, uma vez que trazem inúmeros benefícios para o ecossistema, pois além de melhorar a produção e a oferta de forragem, reduz a degradação ambiental e fixa a agricultura itinerante, melhora a fertilidade do solo e a qualidade de vida dos agricultores (ARAÚJO FILHO, 2006).

5. Produção de metano por ruminantes

A pecuária representa uma fonte de benefícios em todo o mundo fornecendo para a população não apenas alimento, mas força de trabalho, emprego no setor agrícola, renda e até nutrientes para o solo, por meio da adubação orgânica. Para sua produção são utilizados grandes proporções de recursos naturais como espaço territorial (30%) e aproximadamente 8% da água doce do planeta (STEINFELD *et al.*, 2006). É também uma das fontes mais importantes de emissão de gases de efeito estufa (GEE), principalmente através da fermentação entérica dos ruminantes que produz gás metano (CH_4), sendo responsável por 25% do total das emissões por ação antrópica, e também pela deposição de dejetos que resulta na emissão de óxido nitroso (N_2O), que participa com 31% das emissões totais. O dióxido de carbono (CO_2) produzido a partir do uso da terra e de mudanças neste, como desmatamento e monocultura é responsável por 32% das emissões de GEE. (THORNTON & HERRERO, 2010; BERCHIELLI *et al.*, 2012).

No Brasil, o setor agrário é o segundo setor que mais emite CO_2 , atrás apenas da queima de combustíveis fósseis (BRASIL, 2004). A produção pecuária brasileira tem grande importância no cenário mundial, por possuir o maior rebanho comercial bovino do mundo (BORGES & PASCHOAL, 2011) e ser importante produtor de ovinos e caprinos. Os dados coletados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) no ano de 2012 mostraram que dentre as diversas fontes de emissão de metano na agropecuária, a fermentação entérica do gado de corte foi a atividade que mais emitiu, seguida do gado de leite (Figura 1) (BRASIL, 2014).

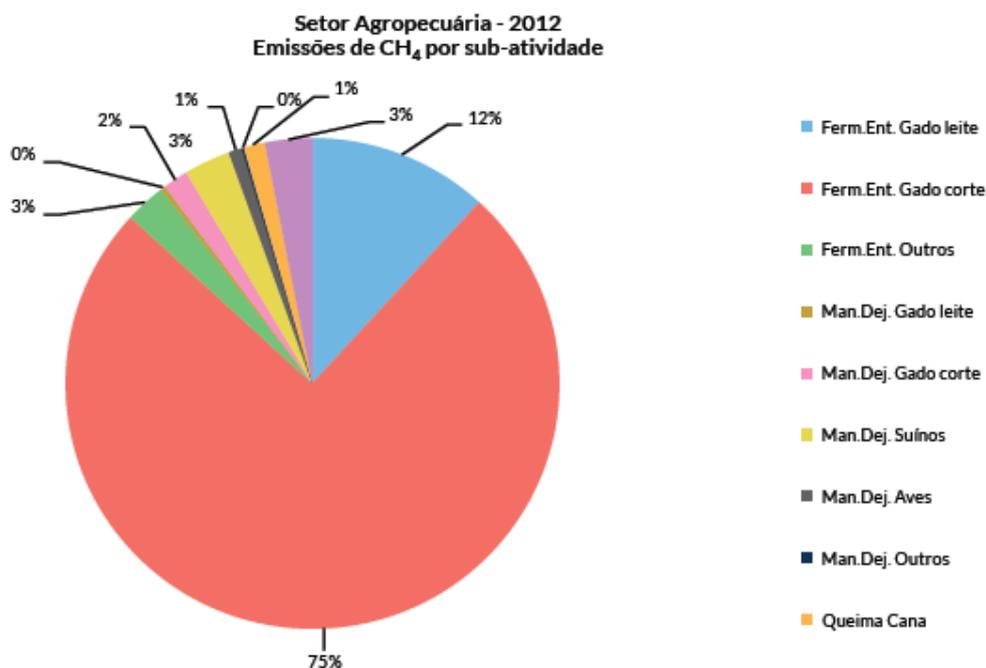


Figura 1: Percentual de emissões de CH₄ dos subsetores para o setor Agropecuária. Fonte: MCTI, 2014.

Bovinos de leite e bovinos de corte emitem basicamente a mesma quantidade de metano em kg/cab/ano, a quantidade total se difere devido ao efetivo do rebanho de corte ser muito maior que o de leite. Ademais, o sistema de produção dos bovinos leiteiros na maior parte do país é feito em confinamento ou semi-confinamento, utilizando-se alimentos que aumentam a eficiência alimentar e tendem a reduzir o metano emitido. A Tabela 1 apresenta as emissões anuais de metano de acordo com cada categoria animal.

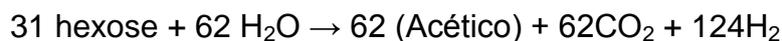
Tabela 1. Fatores de emissão de metano originado da fermentação gástrica.

Categoria animal	Subpopulação	Emissão Kg/cab/ano
Gado de corte	Fêmeas adultas	58
Gado de corte	Machos adultos	57
Gado de corte	Jovens	42
Gado de leite	Média	57
Ovinos	Média	5
Caprinos	Média	5

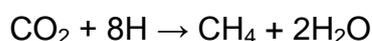
Fonte: Adaptado de MCTI 2000.

O rúmen, ambiente anaeróbico, comporta uma microflora variada, composta principalmente por bactérias, fungos e protozoários que utilizam os nutrientes da dieta como substrato para sua sobrevivência e multiplicação, enquanto alguns dos resíduos destas reações são utilizados como fonte de energia para o animal. Os principais produtos formados são ácidos graxos voláteis (AGV), amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e água (H₂O).

A produção de gás metano, produto da fermentação microbiana de carboidratos, é um processo natural da digestão dos ruminantes. As bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais produzem a partir da fermentação os ácidos acético, butírico e em menor quantidade o propiônico e destas reações são formados hidrogênio (H₂) e gás carbônico (CO₂) (JOHNSON & JOHNSON, 1995). A quantidade de H₂ liberado depende do tipo de dieta consumida, Hungate (1966) propôs um esquema representando a utilização de H₂ e CO₂ para a formação de cada AGV:



O excesso de hidrogênio no rúmen se torna prejudicial à microbiota ruminal, pois reduz pH, impedindo o desenvolvimento ou até a sobrevivência de bactérias fermentadoras de fibra. Desta forma, um grupo de bactérias utiliza o H₂ livre para reduzir o CO₂ presente no rúmen e formar CH₄ que é liberado através de eructação e respiração. As bactérias formadoras de metano pertencem ao grupo *Archae*, e tem como principais gêneros *Methanobrevibacter sp*, *Methanosarcina sp*, *Methanomicrobium sp* e *Methanobacterium sp*. De acordo com Cunha (2011) se adaptam a pH entre 6,2 e 6,8, tendo redução na população em pH abaixo de 6,0. Esses microorganismos obtém energia através da redução do CO₂ pelo H₂ e como produto desta reação é formado o CH₄ (COTTLE *et al.*, 2011). Beauchemin *et al.* (2008) propuseram uma reação na qual além do metano são formadas também moléculas de água:



Kozloski (2002) afirma ainda que, além do H₂ e do CO₂, o formato que é produto do piruvato, o acetato, pectina e pequenos álcoois são também utilizados pelas bactérias como substrato para produção de metano, porém em quantidades menores.

A formação de metano representa para a nutrição animal perda de carbono e, portanto, perda de energia, tendo assim relação direta com a eficiência fermentativa e desempenho produtivo do animal (PRIMAVESI *et al.*, 2004). Desta forma, os ruminantes representam umas das poucas fontes de emissão de metano que podem ser manipuladas, pois a quantidade de gás produzido está diretamente ligada à forma de criação, ao animal e qualidade da dieta consumida, uma vez que alimentos com maior digestibilidade proporcionam melhor eficiência alimentar com menor produção de metano. Da mesma forma, características genéticas, bem como a composição da microbiota, influenciam na emissão de CH₄ (PEDREIRA *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2007; HAMMOND *et al.*, 2009; RIVERA, *et al.*, 2010).

THORNTON & HERRERO (2010) afirmam que em uma criação de bovinos a relação metano:quilo de produto de origem animal produzido é menor em pastagens melhoradas do que em pastos nativos tropicais. Considerando uma unidade animal com 250 kg, embora a produção de gás em pastagem de brachiaria seja maior (38,7kg/ano) em relação a pasto nativo do cerrado (31,2 kg/ano), na pastagem cultivada o animal produz 3 vezes mais carne e leite, ou seja, mais quilo de produto por quilo de metano emitido, necessitando assim de um número menor de animais para satisfazer a demanda por produtos de origem animal. Essa diminuição resulta em menos exploração dos recursos naturais, como menos água utilizada, menos espaço físico e redução de mudanças no uso da terra.

Diversas alternativas são utilizadas para melhorar a produtividade do rebanho, proporcionando mais quilos de carne ou leite produzido por quilo de metano emitido. A introdução de aditivos na ração, a saber, ionóforos, glicerol, taninos, saponinas, lipídios, com objetivo de manipular o rúmen tem trazido bons resultados (BERCHIELLI, *et al.*, 2012). Berndt (2010) sugere que além do uso de aditivos alimentares, práticas de adubação das pastagens, melhoramento genético animal e vegetal devem ser introduzidas no sistema de

produção para auxiliar na mitigação dos gases de efeito estufa na produção animal.

A forma mais utilizada para determinar as emissões de metano de origem entérica por ruminantes a pasto é através do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6), metodologia que quantifica a produção de metano através de constante aspiração do ar em torno das narinas do animal. (PRIMAVESI, *et al.* 2004; NASCIMENTO, 2007). O SF_6 funciona como indicador da emissão de metano. Este gás é fornecido ao animal em forma de cápsula e é liberado em fluxo contínuo no rúmen e eructado juntamente com o metano produzido. Os gases são capturados e armazenados em cangas que ficam presas ao pescoço (bovinos e bubalinos) ou dorso (pequenos ruminantes) do animal. Esta técnica permite que o animal fique livre para se deslocar e pastejar sem que haja interferência na coleta de gás.

A maior parte do metano é produzida no rúmen e liberada por eructação, porém o intestino grosso, através de fermentação, produz pequenas quantidades desse gás, o qual tem uma parcela absorvida pela corrente sanguínea e liberada pela expiração. Desta forma o gás produzido no intestino também é aferido pela técnica do gás SF_6 (WESTBERG, *et al.*, 1998; NASCIMENTO, 2007). O teor de metano presente na amostra é quantificado através de cromatografia gasosa.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. 2. ed. Boulder, Colorado: Westview Press, 1995. 433p.

ANDRADE-LIMA, D. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. 243p.

ARAÚJO, E. A. et al. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. **Acta botânica brasileira**. v. 19(2), p. 285-294, 2005.

ARAÚJO FILHO, J. A.; CRISPIM, S. M. A. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de Caatinga no Nordeste do Brasil. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Corumbá. **Anais eletrônicos**. Corumbá: Embrapa Pantanal: Universidade do Contestado, 2003. Disponível em: <<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/>>> Acesso em: 22 mar. 2015.

ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Sistema agrossilvipastoril Embrapa Caprinos. In: LIMA, G.F. da C.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MACIEL, F.C.; BARROS, N.N.; AMORIM, M.V.; CONFESSOR JÚNIOR, A.A. (Org.). **Criação familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte**: orientações para viabilização do negócio rural. Natal: Emater, 2006. p.193 210.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. 22. Ed. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013.

ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica**. n.5, p. 89-98, 2011.

BAKKE, O. A. Produção e utilização da forragem de espécies lenhosas da caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; et al. (Org) **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. Cap 3. p. 129-196.

BEAUCHEMIN, K.A. et al. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.48, p.21–27, 2008.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. Produção de metano em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.4, p. 954-968, 2012.

BERNDT, A. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: VII SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: VII SIMCORTE, p 135-162. 2010.

BORGES, L. M.; PASCHOAL, J. J. A produção e controle de gás metano na pecuária brasileira. **Cadernos de Pós-Graduação da FAZU**, v. 2, 2012.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Brasília, 2004. 74p.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília, 2014. 161p.

CÂNDIDO, M. J. D. Caatinga: importante recurso forrageiro do nordeste brasileiro. **Cadernos de pós-graduação em zootecnia da UFV**, 1999.

CARVALHO, F.C. Sustentabilidade de sistemas agroflorestais pecuários em ambientes semiáridos. In: SOBRINHO, J.F., FALCÃO, C.L. da C. (Orgs). **Semiárido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. Cap 5. p.71-107.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JÚNIOR, B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

CARVALHO, P.C.F. et al. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: Carlos Santos Gottschall; Jamir Luís Silva da Silva; Norma Centeno Rodrigues. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas: Editora da ULBRA, 2005, p. 7- 44.a

CARVALHO FILHO, O.M.; BARRETO, A.C.; LANGUIDEY, P.H. **Sistema integrado leucena, milho, feijão para pequenas propriedades da região semiárida**. Petrolina, PE: Embrapa – CPATSA / Embrapa – CPATC, 1994. 18p. (Embrapa-CPATSA, Circular Técnica, 31).

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

CAVALCANTE, A. C. R. Producción y utilización de forrajeras convencionales cultivadas em el semiárido brasileño. In: ROJAS, L. I. (Org) **La producción de rumiantes menores em las zonas áridas de latinoamérica**. Brasília: Embrapa, 2013. Cap 14. p. 313-340.

COTTLE, D. J.; NOLAN, J. V.; WIEDEMANN, S.G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, v.51, p.491-514, 2011.

CUNHA, J. D. O. S. **Acidose ruminal em caprinos**. 2011. 62f: Dissertação (Mestrado integrado em Medicina Veterinária) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

DANTAS, A. F. et al. Características de carcaça de ovinos Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1280-1286, 2008.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem (para se estimar o valor nutritivo de forragens) sob em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p.691-702, 1992.

FAO. **Situación de los bosques del mundo**. Roma, 2007. 144p.

FERREIRA, M. A. *et al.* Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.

FIGUEIREDO, M. R. P. **Indicadores externos de digestibilidade aparente em ovinos**. 2011. 86f: Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2011.

GIULIETTI, A.M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A.A.J.F. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da caatinga. In: BIODIVERSIDADE DA CAATINGA: áreas e ações prioritárias para a conservação, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: MMA-UFPE, 2004. p. 47-90.

GONZAGA, A. R. **Estimativa de consumo e degradabilidade da extrusa em caprinos suplementados na caatinga**. 2007. 120f. Mestrado (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2010.

HAMMOND, K. L. et al. The variation in methane emissions from sheep and cattle is not explained by the chemical composition of ryegrass. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 69, p. 174-178, 2008.

HAUFF, S. N. **Representatividade do Sistema Nacional de Unidades de Conservação na Caatinga**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/representativconservcaat_s_hauff_revisojoo_03___produto_final_203.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2015.

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. New York: Academic Press. 1966. 533p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 15 mar. 2015.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2015.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível em: <http://ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch1.html> Acesso em: 15 mar. 2015.
- JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.
- KOZLOSKI, G. V. et al. Avaliação do uso de frações indigestíveis do alimento como indicadores internos de digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de zootecnia**. v.38, n.9, p.1819-1823, 2009.
- KOZLOSKI, G. V. et al. Uso de óxido de cromo como indicador da excreção fecal de bovinos em pastejo: variação das estimativas em função do horário de amostragem. **Ciência Rural**, v. 36, p. 599-603, 2006.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM. 2002, 140p.
- LEITE, E.R.; ARAÚJO FILHO, J.A.; 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.
- LIMA, B. G. **Composição florística e análise fitossociológica em duas áreas de Caatinga no centro-sul cearense**. 2011. 106f: Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, 2011.
- LIMA JÚNIOR, V. **Exigências nutricionais de caprinos da raça Canindé suplementados em pastejo na caatinga**. 2010. 98f: Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2010.
- LOPES, F.C.F. Determinação do consumo de forrageiras tropicais por vacas em lactação em condição de pastejo. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 52, p.1-116, 2007.
- MACHADO, A.S. *et al.* Utilização de óxido crômico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, v. 5, n. 20, ed. 167, Art.1124, 2011.
- MARACAJÁ, P. B.; BENEVIDES, D. S. Estudo da flora herbácea da Caatinga no município de Caraúbas no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, p. 165-175, 2006.

MELO, M.; TONNEAU, J.P.; SOARES, D. Sistemas pecuários, convivência com a seca e manejo alimentar. In: SILVEIRA, L; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Ed.). **Agricultura familiar e agroecologia no semiárido**: avanços a partir do agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p.219-233.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992. Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, p.1-32, 1992.

MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA – MCT. **Convenção sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <<<http://www.mct.gov.br>>> Acesso em: 13 jul. 2015.

MYERS, W.D. et al. Excretion patterns of titanium dioxide and chromic oxide in duodenal digesta and feces of ewes. **Small Ruminant Research**, v.63, p.135-141, 2006.

MYERS, W.D. et al. Technical note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**. v. 82, p. 179-183, 2004.

MORAES, S. A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007. 57f: Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2007.

NASCIMENTO, C. F. M. **Emissão de metano por bovinos nelore ingerindo brachiaria brizantha em diferentes estádios de maturação**. 2007. 86f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

OLIVEIRA, S.G. et al. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, p.236-248, 2007.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**. v. 75, n. 9, p. 2605-2617, 1992.

PEREIRA, I. M. et al. Use-history effects on structure and flora of caatinga. **Biotropica**, v. 35, n. 2, p. 154-165, 2003.

PEDREIRA, M. S. et al. Produção de metano e concentração de ácidos graxos voláteis ruminal em bovinos alimentados com diferentes relações de volumoso:concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa; SBZ, 2004. p. 1-3. 1 CD-ROM.

PEREIRA FILHO, J.M. et al. Disponibilidade de fitomassa do estrato herbáceo de uma Caatinga raleada submetida ao pastejo alternado ovino-caprino.

Livestock Research for Rural Development. v.19, n.2, 2007. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd19/1/pere19002.htm>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

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, n.1, p.77-90, 2013.

PEREIRA FILHO, J.M.; BAKKE, O.A. Produção de Forragem de espécies herbáceas da caatinga. In: GARIGLIO, M.A. et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p.145-159.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003. p. 3-74.

PRIMAVESI, O. et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.277-283, 2004.

RIVERA, A. R.; et al. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista brasileira de zootecnia**. v.39, n.3, p.617-624. 2010.

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 192-205, 2008.

RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.

SAHA, D.C.; GILBREATH, R.L. Analytical recovery of chromium from diet and feces determined by colorimetry and atomic absorption spectrophotometry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 55, p. 433-436, 1991.

SALIBA, E.O.S. **Uso de indicadores: passado, presente e futuro**. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE O USO DE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte-MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2005 p.04-22.

SALIBA, E. O. S. ; VELOSO, D. P.; RODRIGUEZ, N. M. Structural characterization of eucalyptus grandis before and after exposure to gastrointestinal tract of ruminants.. In: SYMPOSIUM ON LIGNINS AND OTHER WOOD PRODUCTS, 8., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Isnapol 2004, 2004. v. 1. p. 1-10.

SALIBA, E. O. S.; et al. Estudo comparativo da digestibilidade pela técnica da coleta total com a lignina purificada como indicador de digestibilidade para

ovinos em experimento com feno de tifton 85. In: 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. v.40. p.1-4.

SAMPAIO, E.V.S.B.; et al. **Desertificação no Brasil**. Recife, Ed. Universitária UFPE. 2003.

SAMPAIO, C.B. *et al.* Evaluation of fecal recovering and long term bias of internal and external markers in a digestion assay with cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.174-182, 2011.

STEINFELD, H. et al. **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2006.

SOUZA, J. et al. Evaluation of external markers to estimate fecal excretion, intake and digestibility in dairy cows. **Tropical Animal Health Production**. v. 47, p. 265-268, 2015.

THORNTON, P. K.; HERRERO, M. Potential for reduced methane and carbon dioxide emissions from livestock and pasture management in the tropics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.107, n.46, p.19667-19672, 2010.

TITGEMEYER, E.C. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**. v.79, n.4, p.1059-1063, 2001.

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

WESTBERG, H.H.; et al. **A SF6 tracer technique**: methane measurement from ruminants. Pullman: Washington State University, 1998. 40p.

ZEOULA, L. M. et al. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE ÁREA DE CAATINGA PASTEJADA POR CAPRINOS NO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO**RESUMO**

Objetivou-se avaliar a composição florística de uma área de Caatinga da região de Petrolina e identificar as principais espécies presentes nos períodos seco e chuvoso. Foram feitas avaliações no estrato herbáceo e arbustivo/arbóreo, calculando índices de diversidade de Shannon e de similaridade de Jaccard para ambos os estratos e parâmetros fitossociológicos Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Relativa (FR) para o estrato arbustivo/arbóreo. No período seco o estrato herbáceo não foi representativo para a composição florística da área, sendo observada 9 espécies. Foram inventariadas 15 espécies de porte herbáceo no período chuvoso e a *Pavonia cancellata* (Malva rasteira) apresentou maior ocorrência. O índice de Shannon foi maior no período chuvoso (2,45nad/ind), indicando maior diversidade em relação ao período seco (1,96 nad/ind). O estrato arbustivo/arbóreo apresentou 91 indivíduos pertencentes a 15 espécies no período seco e 118 indivíduos em 23 espécies no período chuvoso. Em ambos os períodos as espécies de maior representatividade foram *Croton conduplicatus* (Quebra faca) e *Caesalpinia microphylla* (Catingueira rasteira). As espécies de maior ocorrência foram *Croton conduplicatus* (Quebra faca) e *Caesalpinia microphylla* (Catingueira rasteira) no período seco e no período chuvoso *Croton conduplicatus* (Quebra faca). O estrato herbáceo apresentou pouca representatividade na área, mostrando que a caatinga estudada é predominantemente arbustiva/arbórea.

Palavras-chave: bioma Caatinga; diversidade; fitossociologia; florestas tropicais.

FLORISTIC COMPOSITION OF CAATINGA ZONE GRAZED OF GOATS IN “SERTÃO DE SÃO FRANCISCO”

ABSTRACT

The objective was to evaluate the floristic composition of a Caatinga area from Petrolina region and identify the main species present in the dry and rainy seasons. Were evaluated herbaceous and shrub/tree layers, estimated Shannon diversity index and Jaccard similarity index to both layers and phytosociological parameters Absolute Density (DA), Relative Density (RD), Relative Frequency (RF) for the shrub/tree layer. In the dry season the herbaceous layer was not representative for the floristic composition of the area, being observed 9 species. Inventoried were 15 herbaceous species in the rainy season and *Pavonia cancellata* (Malva rasteira) was more frequent. The Shannon index was higher in the rainy season (2.45 nad/ind), indicating a greater diversity than dry period (1.96 nad/ind). The shrub/tree layer showed 91 individuals belonging to 15 species in the dry season and 118 individuals in 23 species in the rainy season. In both periods most representative species were *Croton conduplicatus* (Quebra faca) and *Caesalpinia microphylla* (Catingueira rasteira). The most common species were in dry season were *Croton conduplicatus* (Quebra faca) and *Caesalpinia microphylla* (Catingueira rasteira). The specie of greatest occurrence in rainy season was *Croton conduplicatus* (Quebra faca). The herbaceous layer showed little representation in the area, showing that the area studied is predominantly shrub / tree.

Key words: Caatinga biome; diversity; phytosociology; tropical forests.

INTRODUÇÃO

A caatinga, como as demais florestas tropicais, apresenta alta diversidade de fauna e flora, devido à variação climática da região em que este bioma está distribuído. O tipo de vegetação presente em cada área varia de acordo a inter-relação de fatores como tipo de solo, precipitação, variação pluviométrica entre as estações do ano, umidade do ar e interceptação solar. Em áreas de maior umidade e luminosidade o estrato herbáceo tende a desenvolver-se mais. Já em regiões de solos rasos e clima seco árvores de pequeno porte e arbustos são mais comuns.

A caatinga por sua diversidade é fonte vários recursos como madeira, plantas medicinais e forrageiras, entretanto o uso exacerbado como extração madeireira e superpastejo tem modificado a composição florística da caatinga (CÂNDIDO, 1999). Autores afirmam que a exploração da caatinga tem resultado na diminuição da diversidade de espécies, degradação da vegetação e até causado núcleos de desertificação (SAMPAIO *et al.*, 2003).

A exploração da caatinga como potencial forrageiro tem sido motivo de questionamentos por parte de pesquisadores que afirmam que o pastejo causa desequilíbrio entre as espécies botânicas, visto que as plantas mais palatáveis e nutritivas tendem a ser consumidas mais constantemente pelos animais, em detrimento das espécies não forrageiras ou menos nutritivas. Dessa forma, as plantas não consumidas tendem a apresentar maior ocorrência, reduzindo assim a diversidade florística. Em contrapartida, a associação de manejo adequado da caatinga com uma taxa de lotação adequada, não causa degradação e favorece a produção animal com melhoria no desempenho produtivo dos animais.

Não se tem uma estimativa correta da quantidade de espécies presentes na caatinga e desta forma diversos estudos tem sido desenvolvido a fim de catalogar as espécies presentes em todo o bioma e classificar as forrageiras. Devido à alta variedade de plantas no bioma caatinga, os autores procuram caracterizar a vegetação por região e com o objetivo de auxiliar na identificação das espécies presentes no Sertão do São Francisco, este ensaio foi desenvolvido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Campo Experimental da Caatinga na Embrapa Semiárido, localizada no município de Petrolina-PE. Segundo Calixto Júnior & Drumond (2011) o clima dessa região é classificado como BSw^h'-semiárido, quente, de vegetação xerófila e chuvas de novembro a abril, tendo março como mês mais chuvoso. Os índices pluviométricos anuais nos últimos 30 anos variaram de 107,2 a 1023,5 mm, com média de 492,49 mm (Figura 1).

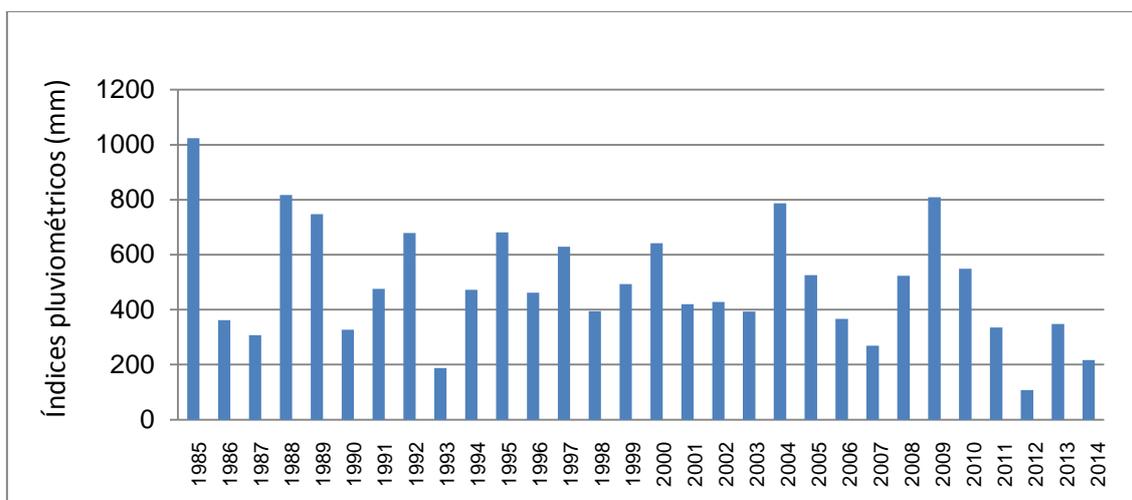


Figura 1: Precipitação anual da Estação Agrometeorológica de Bebedouro entre os anos de 1985 e 2014. Fonte: Embrapa Semiárido.

Foram feitas coletas em dois períodos distintos do ano: setembro a novembro, na época de estiagem e janeiro a março, na estação chuvosa. Utilizou-se para tal uma área de 17,3 ha de caatinga frequentemente pastejada por caprinos. A pluviosidade durante o período do ensaio foi 42,2 mm no período seco e 132,6 no período chuvoso (Figura 2).

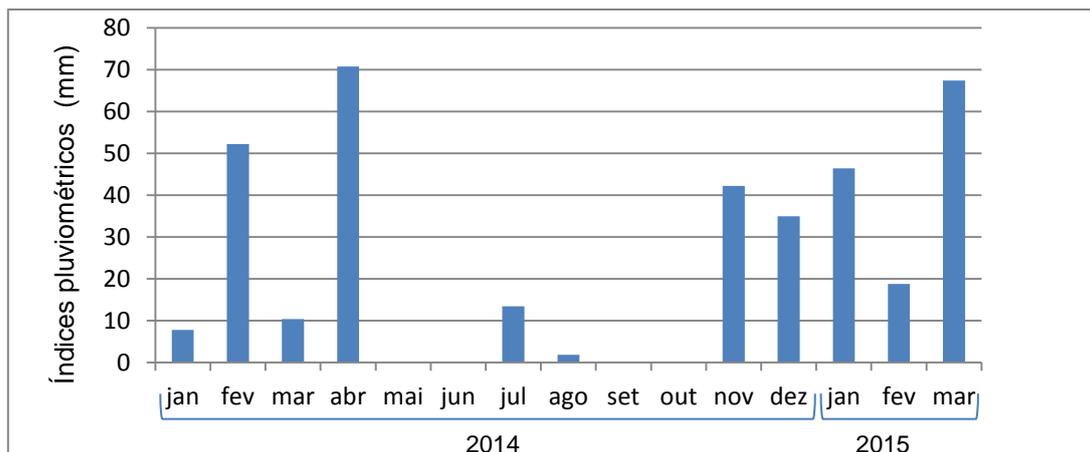


Figura 2: Precipitação mensal no campo experimental Caatinga durante o ano de 2014 até março de 2015.

Para determinar a composição florística das áreas de caatinga da região e apontar, dentre estas as espécies forrageiras, realizou-se um levantamento fitossociológico, seguindo metodologia descrita por Araújo Filho (2013) para caracterização dos estratos herbáceo e arbustivo/arbóreo.

A caracterização do estrato herbáceo foi realizada com utilização de uma estrutura retangular com medida de 1m x 0,25m, a qual foi jogada na área aleatoriamente em trinta pontos distintos. Avaliou-se visualmente a cobertura do solo e a presença de vegetação recobrando o mesmo. Todas as plantas encontradas dentro da estrutura foram coletadas para posterior identificação e pesagem da biomassa, sendo gramíneas e dicotiledôneas pesadas separadamente. A partir dos dados coletados foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') (Magurran, 1988) e similaridade de Jaccard utilizando as fórmulas abaixo:

Índice de Shannon (H'):

$$H' = - \sum p_i \cdot \log N \cdot p_i$$

Em que:

$p_i = n_i/N$, ou seja, densidade relativa da i -ésima espécie por área

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

Índice de Jaccard (C_j'):

$$C_j = \frac{a}{a + b + c}$$

Em que:

a = número de espécies comuns as duas comunidade

b = número de espécies exclusivas da comunidade A

c = número de espécies exclusivas da comunidade B

A descrição da comunidade vegetal arbustivo-arbórea foi realizada mediante utilização do método dos quadrantes (ARAÚJO FILHO, 2013), no qual foi lançada uma estrutura com duas retas perpendiculares em 30 pontos aleatórios e em cada quadrante, a planta mais próxima do centro foi escolhida para avaliação. Mediu-se a distância de cada ao centro, observou-se o porte das unidades estudadas e toda massa de forragem disponível a uma altura de 1,6 m do solo foi coletada. Amostras de todas as plantas avaliadas foram coletadas para posterior identificação, inclusive das espécies arbóreas. A partir dos dados coletados foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Frequência Relativa (FR), conforme Araújo Filho (2013), além dos índices de diversidade de Shannon e similaridade de Jaccard.

As amostras de massa de forragem coletadas foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da Embrapa Semiárido, onde foi feita pré-secagem e agrupamento por espécie e análise da composição bromatológica (Tabela 1).

Tabela 1: Composição bromatológica (%) das principais espécies encontradas em área de Caatinga nos períodos seco e chuvoso.

Espécie (nome popular)	MS	MO	PB	FDN	FDA
	Período Seco				
Q. faca	87,83	92,88	14,34	52,76	35,89
C. Rasteira	86,77	94,16	16,80	46,93	24,49
Carqueja	91,54	96,51	11,59	80,19	60,80
Marmeleiro	92,12	94,12	12,06	58,04	41,32
Jurema Preta	91,09	94,99	13,55	50,42	29,68
Pau Branco	92,13	95,67	11,52	38,47	24,85
Baráúna	91,21	95,13	14,32	47,42	33,39
	Período chuvoso				

Q. faca	93,58	90,98	20,32	49,94	26,71
C. Rasteira	94,14	94,77	20,19	55,84	25,21
Carqueja	94,37	94,60	17,00	63,97	38,12
Marmeleiro	93,63	95,78	24,23	50,44	30,16
Jurema Vermelha	94,38	90,91	18,56	55,07	28,42
Faveleira	93,68	88,15	29,26	40,81	25,99

MS=Matéria seca; MO=Matéria orgânica; PB=Proteína bruta; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA=Fibra em detergente ácido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período seco foram inventariadas 7 espécies do estrato herbáceo, sendo que destas, as mais encontradas foram Malva rasteira (*Pavonia cancellata*), Caroá (*Neoglaziovia variegata*) e Engorda gado (*Desmodium sp.*), presentes em seis pontos amostrados (Tabela 2).

No período chuvoso foram encontradas 8 espécies, sendo a de maior dominância a Malva rasteira. Nos períodos de coletas, o composto herbáceo encontrava-se quase inexistente, o que justifica a baixa quantidade de espécies amostradas. Esse evento pode ter sido causado pelos baixos índices pluviométricos nos meses que antecederam as coletas. De maio a setembro houve precipitação de 15,2 milímetros, sendo que neste último mês, época das coletas do período seco, não houve precipitação (Figura 2). No período de janeiro a março a precipitação foi de 132,6, ademais a região tem enfrentado um período de seca prolongada, com precipitações entre 107,22 e 509,2 mm nos últimos cinco anos. Aliado a falta de chuvas tem-se o pastejo contínuo dos animais que permanecem na área por grandes períodos durante o ano.

A quantidade de espécies amostras é considerada baixa, visto que diversos estudos mostram que a caatinga apresenta uma grande diversidade de plantas. Segundo Silva *et al* (2009) há registro de 587 espécies herbáceas apenas na caatinga do estado de Pernambuco. Moreira *et al.* (2006), estudando a caracterização da caatinga pernambucana e a forragem disponível para ruminantes encontraram 28 espécies pertencentes ao componente herbáceo. Em contrapartida, em um estudo realizado por Silva *et al.* (2012) na Paraíba foram observadas 84 espécies herbáceas, distribuídas em 69 gêneros e 33 famílias.

Tabela 2: Ocorrência do estrato herbáceo em área de caatinga nos períodos seco e chuvoso.

Espécie	Nome popular	Ocorrência	
		Período seco	Período chuvoso
<i>Pavonia cancellata</i>	Malva rasteira	6	14
<i>Neoglaziovia variegata</i>	Caroá	6	6
<i>Desmodium sp.</i>	Engorda gado	6	4
<i>Borreria sp.</i>	Ervanço embola	5	3
<i>Commelina sp.</i>	Trapoeraba	1	1
<i>Centratherum punctatum</i>	Pincel roxo	1	X
Não identificado I	Pimentinha	1	X
Não identificado II	Acharana	X	1
Não identificado III	Falso quebra pedra	X	1
<i>Lippia sp.</i>	Lípia	X	1

Não foi possível identificar gênero e espécie de algumas plantas, apenas conhecidas por seu nome popular. A ausência de flores e frutos mostrou-se o principal entrave para identificação, visto que são essas partes da planta utilizadas em herbários para identificação de espécies.

Durante a coleta do extrato herbáceo foram amostradas espécies arbustivas/arbóreas com porte herbáceo, ou seja, ainda em fase de crescimento (Tabela 3). Essas participam ativamente da dieta dos animais mesmo com o pequeno porte por ser palatável, possuem caules e folhas tenras e serem de fácil acesso.

Tabela 3: Ocorrência de espécies de porte herbáceo em área de caatinga nos períodos seco e chuvoso.

Espécie	Nome popular	Ocorrência	
		Período seco	Período chuvoso
<i>Tabebuia spongiosa</i>	Sete cascas	6	4
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Jurema preta	4	1
<i>Caesalpinia microphylla</i>	Catingueira rasteira	X	3
<i>Cordia leucocephala</i>	Moleque duro	X	2
<i>Mimosa sp.</i>	Jurema vermelha	X	2
<i>Croton sonderianus</i>	Marmeleiro	X	2
<i>Calliandra depauperata</i>	Carqueja	X	2
<i>Croton</i>	Quebra faca	X	1

conduplicatus

Em relação às espécies arbustivas com porte herbáceo, foram encontradas maior diversidade no período chuvoso em relação ao período seco, provavelmente pela facilidade de disseminação de sementes e desenvolvimento das plantas, visto que estas espécies já estabelecidas apenas perdem suas folhas, não morrem no período seco ou são consumidas por completo pelos animais, como acontece com as espécies herbáceas.

De acordo com o índice de Shannon (H'), o período chuvoso apresentou maior diversidade quando comparado ao período seco (Tabela 4). Segundo Pinto (2008), quanto maior for esse índice mais diversificada é a comunidade. Mota *et al.* (2013) afirmam que comunidades com alta diversidade de espécies ou em quantidade semelhantes assumem valores médios entre 2,4 e 4,3 nats/ind e áreas com baixo número de espécies, bem como dominância de uma determinada espécie, tendem a assumir valores baixos entre 1,26 a 1,39 nats/ind.

Pinto (2008) encontrou valores abaixo de 1,0 nats/ind em levantamento florístico em diversos sítios no estado do Ceará. Segundo Maia (2004) este estado encontra-se em maior devastação vegetal, tendo apenas 16% da cobertura vegetal nativa. Vilar (2006) inventariando espécies na caatinga encontrou valores para o Índice de H' entre 1,69 e 3,02 nats/ind. Os valores encontrados se diferenciaram dos encontrados neste ensaio, entretanto tal comportamento está relacionado à diversidade botânica da caatinga e também a resposta da vegetação a fatores como tipo de solo e pluviosidade (LIMA *et al.*, 2009; ALVES *et al.*, 2009).

Tabela 4: Índice diversidade de Shannon (nats/ind) para os estratos herbáceo e arbustivo-arbóreo durante os períodos seco e chuvoso para área de caatinga.

Estrato	Período seco	Período chuvoso
Herbáceo	1,96	2,45
Arbustivo-arbóreo	1,79	2,44

O índice de similaridade de Jaccard (C_j) encontrado comparando o estrato herbáceo presente no período seco e no chuvoso foi de 0,33. Este expressa à semelhança entre ambientes de caatinga, baseando-se no número de espécies comuns a duas comunidades. Segundo Scolforo *et al.* (2008) os

valores encontrados se enquadram na escala de 0 a 1 sendo que quanto mais próximo de 1, maior será a similaridade e quando mais próximo de 0, maior a diversidade. O valor encontrado neste ensaio infere que a presença de plantas da mesma espécie nos períodos diferentes é baixa, o que pode ser associado ao fato da ocorrência de espécies do estrato herbáceo no período chuvoso ser superior ao encontrado no período seco, elevando desta forma a dissimilaridade entre espécies nos dois períodos. Segundo Pinto (2008) a vegetação herbácea é composta por espécies anuais que apresentam rápido crescimento no período chuvoso, resultando em forte periodicidade e maior quantidade de neste período.

Foram catalogados no período seco 91 indivíduos pertencentes a 15 espécies distintas (Tabela 5). As espécies de maior ocorrência e consequentemente maiores índices fitossociológicos foram quebra-faca e catingueira rasteira. A área apresentou densidade total de 2.935 plantas por hectare e índice de diversidade de Shannon foi 1,79 nats/ind.

Tabela 5: Densidade específica, densidade relativa e frequência relativa do estrato arbustivo-arbóreo no período seco.

Espécies	Nome popular	Ocorrência	DE(%)	DR	FR(%)
<i>Croton conduplicatus</i>	Quebra faca	41	45,05	1322,36	37,96
<i>Caesalpinia microphylla</i>	Catingueira rasteira	22	24,18	709,56	20,37
<i>Croton sonderianus</i>	Marmeleiro	4	4,40	129,01	3,7
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Jurema preta	4	4,40	129,01	3,7
<i>Calliandra depauperata</i>	Carqueja	3	3,30	96,76	2,78
<i>Bauhinia cheilantha</i>	Mororó	3	3,30	96,76	2,78
<i>Jatropha malíssima</i>	Pinhão Vermelho	2	2,20	64,51	1,85
<i>Senegalia polyphylla</i>	Espinheiro	2	2,20	64,51	1,85
<i>Myracrodum urundeuva</i>	Aroeira	2	2,20	64,51	1,85
<i>Auxemma oncocalix</i>	Pau branco	2	2,20	64,51	1,85
<i>Cnidocolus phyllacanthus</i>	Faveleira	2	2,20	64,51	1,85
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Baraúna	1	1,10	32,25	0,93
<i>Tabebuia spongiosa</i>	Sete cascas	1	1,10	32,25	0,93
<i>Mimosa sp.</i>	Jurema vermelha	1	1,10	32,25	0,93
<i>Caesalpinia Bracteosa</i>	Catingueira	1	1,10	32,25	0,93
<i>Cereus jamacaru</i>	Mandacarú	1	1,10	32,25	0,93

DE=densidade específica; DR=densidade relativa; FR=frequência relativa.

No período chuvoso foram inventariadas 23 espécies e 118 indivíduos (Tabela 6). Quebra faca foi a espécie de maior dominância, apresentando alta densidade relativa. A densidade total neste período foi de 5.021 plantas por hectare, 1,7 vezes maior do que no período seco. O índice de Shannon apresentou valor 2,44 nats/ind. Embora esta comunidade não tenha uma diversidade muito alta, a distribuição de espécies tem quantidades semelhantes, ou seja, a área possui vegetação homogênea, o que eleva esse valor. Em trabalho realizado na Embrapa Semiárido durante a mesma época do ano Calixto Júnior & Drumond (2011) encontraram 432 indivíduos distribuídos em 16 espécies, densidade total de 1.350 ind/ha e H' de 1,39 nats/ind. Segundo esses autores, o estrato arbustivo-arbóreo da caatinga apresenta-se com H' entre 1,10 e 3,09 nats/ind e que valores muito baixos de diversidade indicam alta intervenção antrópica, causada por fatores como desmatamento ou sobrepastejo. Castro *et al.* (2002), em levantamento do estrato lenhoso feito em áreas de caatinga da Universidade Federal do Vale do São Francisco em Petrolina, PE inventariou 27 espécies, as quais pertenciam a 24 gêneros e 15 famílias, sendo todas nativas, com 12 espécies endêmicas da Caatinga e uma rara no Brasil.

Tabela 6: Densidade específica, densidade relativa e frequência do estrato arbustivo-arbóreo no período chuvoso.

Espécies	Nome Popular	Ocorrência	DE(%)	DR	FR(%)
<i>Croton conduplicatus</i>	Quebra faca	28	23,73	1191,42	23,33
<i>Caesalpinia microphylla</i>	Catingueira rasteira	26	22,03	1106,32	21,67
<i>Croton sonderianus</i>	Marmeleiro	14	11,02	553,16	10,83
<i>Calliandra depauperata</i>	Carqueja	12	10,17	510,61	10,00
<i>Jatropha malíssima</i>	Pinhão vermelho	9	7,63	382,96	7,5
<i>Cnidocolus phyllacanthus</i>	Faveleira Jurema	5	4,24	212,75	4,17
<i>Mimosa sp.</i>	Vermelha	4	3,39	170,20	3,33
<i>Tabebuia spongiosa</i>	Sete cascas	3	2,54	127,65	2,5
<i>Cordia leucocephala</i>	Moleque duro	3	2,54	127,65	2,5
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Jurema preta	3	2,54	127,65	2,5
<i>Spondias tuberosa</i>	Umbuzeiro	1	0,85	42,55	0,83

	Favela de				
<i>Cnidoscolus bahianus</i>	galinha	1	0,85	42,55	0,83
<i>Caesalpinia férrea</i>	Pau ferro	1	0,85	42,55	0,83
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Baraúna	1	0,85	42,55	0,83
<i>Manihot</i>					
<i>pseudoglasiovii</i>	Maniçoba	1	0,85	42,55	0,83
<i>Bauhinia cheilantha</i>	Mororó	1	0,85	42,55	0,83
<i>Pithecelobium</i>					
<i>Avaremotemo</i>	Rompre gibão	1	0,85	42,55	0,83
Não identificado VI	Lípia	1	0,85	42,55	0,83
	Jurema rama				
<i>Acacia piauhiensis</i>	de boi	1	0,85	42,55	0,83
<i>Senegalia polyphylla</i>	Espinheiro	1	0,85	42,55	0,83
<i>Fraunhoferia multiflora</i>	Pau branco	1	0,85	42,55	0,83

DE=densidade específica; DR=densidade relativa; FR=frequência relativa.

Avaliando a similaridade das espécies entre os períodos seco e chuvoso, encontrou-se valor pra o índice de Jaccard de 0,46, podendo-se afirmar que a comunidade presente no período seco se diferencia da comunidade encontrada no período chuvoso, em nível de quantidade de espécies. O resultado deste índice mostrou-se abaixo do esperado visto que espécies lenhosas são perenes, estando, portanto presentes tanto no período seco quanto chuvoso. Este resultado, porém pode ter sido obtido em razão do tipo de coletas realizada, a qual foi feita em pontos aleatórios, aumentando assim a probabilidade de encontrar espécies distintas.

CONCLUSÃO

O estrato herbáceo apresentou pouca representatividade na área, tendo um número muito baixo de espécies no período chuvoso e sendo quase inexistente no período seco. A falta de chuvas que tem assolado a região contribuiu para a baixa diversidade de espécies. A área de caatinga estudada é predominantemente arbustiva/arbórea, ou seja, adequada para a criação de caprinos que se adaptam bem a este tipo de vegetação.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. 22. Ed. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013.

CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A. Estrutura fitossociológica de um fragmento de caatinga *sensu Stricto* 30 anos após corte raso, Petrolina-Pe, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 67-74, 2011.

CÂNDIDO, M. J. D. Caatinga: importante recurso forrageiro do nordeste brasileiro. **Cadernos de pós-graduação em zootecnia da UFV**, 1999.

CASTRO, R. A. et al. Florística de plantas lenhosas em parcelas permanentes de uma área de savana estépica no submédio São Francisco. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 25., 2002, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas, MG. 2002. Disponível em:<<http://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/64CNBot/resumo-ins18858-id6382.pdf>> Acesso em: 18 abr. 2015.

LIMA, J.R. et al. Composição florística da floresta estacional decídua montana de Serra das Almas, CE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 3, p. 756-763, 2009.

MAGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988. 179 p.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores, arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z computação gráfica e editora, 2004. 413 p.

MOREIRA, J. N. et al. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1643-1651, 2006.

MOTA, C. M. et al. Parâmetros fitossociológicos do estrato arbóreo de áreas de Caatinga em sistema agrossilvopastoril. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 8., 2013, Fortaleza, CE. **Anais eletrônicos...** Fortaleza, CE. 2013. 1CD-ROM.

PINTO, M. S. C. **Levantamento florístico e composição químicobromatológica do estrato herbáceo em áreas de Quixelô e Tauá, Ceará**, 2008. 122f: Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará; Universidade Federal da Paraíba; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Fortaleza, 2008.

SAMPAIO, E.V.S.B. et al. **Desertificação no Brasil**. Recife, Ed. Universitária UFPE. 2003.

SILVA, K. A., ARAÚJO, E.L., FERRAZ, E.M.N. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia-PE. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n.1, p. 100-110, 2009.

SILVA, B. L. R. da; TAVARES, F. M.; CORTEZ, J.S.A. Composição florística do componente herbáceo de uma área de caatinga – fazenda Tamanduá, Paraíba, Brasil. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 29, n. 3, p. 54-64. 2012.

SCOLFORO, J. R. et al. Diversidade, equabilidade e similaridade no domínio da caatinga. In: MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Decidual - Florística, Estrutura, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Manejo Florestal**. Lavras: UFLA, 2008. cap. 6, p.118-133.

VILAR, F. C. R. **Impactos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sobre estrato herbáceo da caatinga: florística, fitossociologia e citogenética**, 2006. 94 f: Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

CAPÍTULO 3

EMISSÃO DE METANO POR CAPRINOS EM PASTEJO NA CAATINGA, NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO

RESUMO

Objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade e emissão de metano por caprinos em pastejo na caatinga durante dois períodos do ano (seco e chuvoso). Foram utilizadas 24 cabras adultas com idade média de cinco anos para o ensaio de consumo e digestibilidade, sendo 12 animais da raça Canindé e 12 do ecotipo Repartida. Para determinação do consumo foi utilizado indicador de produção fecal dióxido de titânio (TiO_2), fornecido por 10 dias, começando as coletas de fezes a partir do 6º dia, totalizando 5 dias de coleta. Uma composta dessas amostras foi utilizada para análises bromatológicas e de concentração de TiO_2 nas fezes. A coleta da extrusa para análise de digestibilidade foi realizada durante 5 dias, através da técnica de esvaziamento ruminal em 2 caprinos Sem Padrão Racial Definido (SPRD), machos e fistulados no rumem, realizando posteriormente análises bromatológicas e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da composta. A coleta de metano foi realizada por 5 dias consecutivos, seguindo a técnica de gás traçador de SF_6 utilizando 6 cabras, 3 Canindé e 3 Repartida. Os padrões raciais não influenciaram nenhuma variável relacionada ao consumo, porém houve diferença ($p < 0,05$) na digestibilidade da fibra em detergente ácido (DFDA), sendo maior na Raça Canindé (51,18%) do que no ecotipo Repartida (48,37%). Em relação aos períodos, consumo de proteína bruta (CPB) foi de 113,44g no período seco e 110,93g no período chuvoso, não diferindo entre si. A digestibilidade da matéria seca (DMS) foi maior no período chuvoso (48,64%) do que no período seco (43,33%), entretanto a digestibilidade de fibras foi maior no período seco. Na avaliação da emissão de metano, observou-se que o ecotipo Repartida emitiu maior quantidade de metano em g/kgPV e em $\text{g/kg}^{0,75}$ (1,17 e 2,86, respectivamente) em relação aos caprinos da raça Canindé (0,73 e 1,80, respectivamente), não havendo diferença na emissão entre as épocas do ano. O estudo inferiu que a raça Canindé pode apresentar melhor eficiência na digestibilidade de fibras, e como consequência emitir menos metano. As épocas do ano não influenciaram a emissão de metano.

Palavras-chave: Gases de efeito estufa; hexafluoreto de enxofre; ruminantes; semiárido; vegetação nativa.

METHANE EMISSION BY GOATS GRAZING CAATINGA, IN DRY AND RAINY PERIODS

ABSTRACT

Aimed to evaluate and intake, digestibility and methane emission by goats grazing in caatinga for two periods of the year (dry and rainy). 24 adult females goats with an average age of five were used for intake and digestibility test, being 12 Caninde breed and 12 Repartida ecotype animals, they received 2g/d of titanium dioxide (TiO₂) for 10 days, starting the collections from the 6th day, totaling five days of collection. The extrusa samples and digestibility analysis was performed for 5 days by ruminal emptying technique in 2 males and goats fistulated rumen. We conducted bromatological and IVDMD analysis of the composite. Methane collection was carried out for 5 consecutive days, following the SF₆ tracer gas technique using 6 goats, 3 Caninde and 3 Repartida. The breed did not influence any variable related to consumption, but there was difference ($p < 0.05$) in digestibility of acid detergent fiber (ADF), being higher in Caninde breed (51.18g) than Repartida ecotype (48.37). For periods, consumption of crude protein (CPI) was 113.44g in the dry season and 110.93g in the rainy season, not differing from each other. The dry matter digestibility (DMD) was higher in the rainy season (48.64%) than dry season (43.33%), though the fiber digestibility was higher in the dry season. In the methane emission evaluation was observed that Repartida ecotype delivered higher amount of methane in g/kgBW and g/kg^{0.75} in relation Caninde breed goats. There was no difference in emissions between the seasons.

Key words: greenhouse; native vegetation; ruminants; semi-arid; sulfur hexafluoride.

INTRODUÇÃO

A produção de caprinos e ovinos desempenha um importante papel no desenvolvimento socioeconômico da região semiárida brasileira. É fundamental para geração de renda e produção de proteína de origem animal dessa região. O Nordeste abrange 91,6% da população caprina do Brasil (IBGE, 2014), sendo a grande maioria desses animais criados em sistemas extensivos de produção, onde animais pastejam em áreas de caatinga, podendo receber suplementação no período seco, quando a disponibilidade de forragem fica mais escassa.

O clima quente e a irregularidade das chuvas dificulta o cultivo de forrageiras anuais e desta forma a caatinga transforma-se numa importante fonte de alimentação para os animais (SANTOS *et al.*, 2010). A diversidade vegetal apresentada pela caatinga exhibe uma grande quantidade de plantas forrageiras, em sua maioria, muito ricas em proteína, com potencialidade para atender a exigência alimentar dos rebanhos.

As plantas da caatinga, no entanto, são ricas em fatores antinutricionais, como os taninos que afetam a digestibilidade principalmente de fibras e proteína. Em contrapartida, os animais tornaram-se adaptados e altamente seletivos, sendo capazes de selecionar no pasto uma dieta que supra suas necessidades nutricionais.

O desmatamento e a queima de florestas nativas para implementação de pastagem cultivada são ações que ocorrem em função da demanda crescente na produção de carne e leite. Tal fato vem despertando preocupação no cenário ambiental, visto que a pecuária é um setor com forte emissão de gases de efeito estufa, pela produção de metano, produto dos processos fisiológicos da digestão dos ruminantes e pela deposição de dejetos que em contato com o solo formam óxido nitroso que contribuem para a permanência do CO₂ na atmosfera.

Visando reduzir os impactos ambientais causados pela pecuária, procurou-se desenvolver formas de mitigação desses gases, como a produção sustentável e a utilização de alimentos que aumentem a eficiência animal e diminuam a emissão de metano. Essas alternativas mostram-se viáveis para

minimizar os impactos ambientais e neste contexto, a produção em sistemas agroflorestais que utilizam de forma racional a vegetação nativa é alternativa ao desmatamento, propiciando a sustentabilidade aos sistemas de produção animal, também nas regiões semiáridas.

Com intuito de reduzir os impactos ambientais que provocam aquecimento atmosférico e ao mesmo tempo evitar perdas na produção, foram desenvolvidos estudos para verificar a real contribuição do gás metano produzido por ruminantes e liberados na atmosfera.

Desta forma, o estudo teve por objetivo avaliar o consumo e digestibilidade da dieta consumida por caprinos em pastejo na caatinga e quantificar a emissão de CH₄ por caprinos submetidos a sistema de pastejo extensivo em caatinga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em uma área de 17,3 ha de caatinga pertencente ao Campo Experimental da Caatinga na Embrapa Semiárido, localizada no município de Petrolina-PE. Para tanto, foram utilizadas 24 caprinos fêmea, adultas com idade média de cinco anos, sendo 12 da raça Canindé e 12 do ecotipo Repartida.

Durante o período seco esses animais receberam suplementação com ração concentrada, formulada de acordo com o NRC (2007), a base de soja, milho, feno de gliricídia e mistura mineral, tendo em vista que a forragem disponível na área de caatinga neste período não era suficiente para manutenção das atividades fisiológicas dos animais. Estes receberam diariamente 180 gramas de suplementação fornecida em baias individuais no turno vespertino, após as cabras voltarem do pastejo. Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 14 dias.

Para determinar a composição bromatológica e digestibilidade da dieta ingerida pelos animais na caatinga foram utilizados dois caprinos, sem padrão racial definido, machos e canulados no rúmen. Foi realizada a técnica de esvaziamento ruminal (SANTOS, 2008), que consiste na retirada de todo o conteúdo ruminal através da cânula. Com o rúmen vazio, os animais foram

soltos no piquete por período equivalente a uma hora, sendo novamente apreendidos para coleta de todo o material consumido. O procedimento foi realizado por cinco dias consecutivos, começando um dia antes da coleta de fezes, de forma que as fezes coletadas correspondessem ao alimento (extrusa) coletado no dia anterior. Após as coletas foi feito um *pool* das amostras para realização das análises de determinação de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB), seguindo metodologia de Silva e Queiroz (2002), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Van Soest *et al.* (1991) (Tabela 1).

Tabela 1: Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da dieta consumida por caprinos nos períodos seco e chuvoso.

Parâmetro (%)	EPS	EPC	SUP
MS	94,13	94,41	90,85
MO	89,12	90,28	94,75
PB	12,89	18,3	24,95
FDN	63,44	61,78	37,57
FDA	51,22	52,39	18,79
DIVMS	37,88	43,71	74,49

MS=Matéria seca; MO=Matéria orgânica; PB=Proteína bruta; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA=Fibra em detergente ácido; EPS=extrusa período seco; EPC=extrusa período chuvoso; SUP= suplementação fornecida no período seco.

Para estimativa da produção fecal utilizou-se indicador externo dióxido de titânio (TiO_2), fornecido em forma de cápsulas por via oral durante 10 dias em quantidade de 2 gramas/animal/dia. Os animais passaram por um período de adaptação de seis dias para que houvesse estabilização na excreção do indicador, sendo realizada coleta de fezes direto da ampola retal a partir do sétimo dia, totalizando cinco dias de coletas. Posteriormente foi feito um *pool* das amostras, as quais foram levadas para análises bromatológica e de produção fecal através da determinação da concentração de TiO_2 presente nas fezes, seguindo metodologia proposta por Barros *et al.* (2012). Realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 410nm. Foi preparada uma curva padrão com 0, 2, 4, 8 e 10 mg de dióxido de titânio seguindo a mesma metodologia utilizada para as amostras.

O cálculo de produção fecal estimada pelo TiO_2 foi realizado utilizando a fórmula:

$$PFTit. (g MS/dia) = \frac{Tit. fornecido (g/dia)}{(\%Tit. nas fezes /MS 105^{\circ}C)}$$

Em que:

PFTit. = produção fecal obtida pelo dióxido de titânio;

Tit. Fornecido = quantidade de dióxido de titânio fornecido via oral;

MS = matéria seca 105°C.

A digestibilidade *in vitro* da extrusa, foi realizada seguindo metodologia adaptada de Tilley e Terry (1963). Foram pesadas 1g de extrusa e ração concentrada e incubadas em líquido ruminal, solução de saliva artificial e dióxido de carbono por 48h, sofrendo agitação a cada 3 horas e em seguida foi adicionada pepsina, permanecendo incubadas por mais 24h. As amostras foram lavadas em água destilada e levadas a estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas e após a estufa a 105°C por 2 horas, sendo pesadas em seguida. Para estimativa do consumo de matéria seca utilizou-se a seguinte fórmula:

$$CMS = \frac{PF}{1 - DIVMS} * 100$$

Onde:

CMS = consumo de matéria seca;

PF = produção fecal

DIVMS = digestibilidade in vitro da matéria seca

As coletas de metano entérico ocorreram após o período de coleta de fezes. Foi utilizada metodologia para captação de metano desenvolvida pela Universidade de Washington (JOHNSON & JOHNSON, 1995), a qual utiliza-se, uma cápsula contendo o indicador gás hexafluoreto de enxofre (SF₆) com fluxo de emissão constante conhecida que é fornecida ao animal através de sonda esofágica. No rúmen, o SF₆ é expelido junto com o metano pela boca e narinas, sendo então aspirado por um equipamento regulador de ingresso de ar fixado em cabresto e conectado a um cilindro de armazenamento submetido a vácuo, que fica alojado dentro de uma mochila de tecido no dorso do animal. Foram utilizadas seis cabras (três Canindé e três Repartidas) que já haviam

recebido uma cápsula contendo gás traçador de SF₆ por via oral. Estas passaram por período de adaptação ao aparato (mochilas e cabrestos) e posteriormente foram feitas as coletas por cinco dias consecutivos, com troca do cilindro com pressão negativa conhecida a cada 24 horas. Foram realizadas também cinco coletas do ambiente (branco), colocando o aparato na área de pastejo dos animais a fim de corrigir os valores dos gases de interesse que estão presentes no ambiente.

Diariamente, após a troca dos cilindros, estes eram levados ao Laboratório de Cromatografia para aferição da pressão negativa final e injeção de Nitrogênio até atingir pressão positiva de aproximadamente 2,9 psi. Em seguida as amostras foram transferidas para vials previamente submetidos a vácuo e encaminhadas ao laboratório da Embrapa Gado de Leite para análise em cromatógrafo em fase gasosa equipado com dois sistemas de detecção ECD e FID que quantifica os constituintes de interesse: CH₄ e SF₆.

Ao final de cada semana de coleta, obteve-se trinta cangas com amostras (6 animais x 5 dias) e cinco cangas com “branco” (uma por dia), totalizando 35 cangas nas áreas de pastejo. Ao final dos períodos de coleta (período seco e chuvoso), foram analisadas 70 amostras. A partir dos resultados gerados, foram calculados o fator de emissão de metano e a expressão dos fluxos em diversas unidades comparativas (gCH₄/animal/dia; kg CH₄/animal/ano; kgCH₄/kgPV; kg CH₄/kg^{0,75}; kgCH₄/kgMSI).

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com arranjo em parcelas subdivididas, sendo o padrão racial na parcela, e a época do ano na subparcela, com três repetições por tratamento.

As variáveis foram submetidas aos testes de Shapiro-Wilk (1965) e Bartlett (1937), para verificação de normalidade e homocedasticidade, respectivamente e quando necessário foram submetidas à transformação logarítmica. Foi realizada análise de variância e software estatístico utilizado para essas análises foi o Sisvar 5.3 build 77 (Ferreira, 2011). O teste de Fisher a 5% de probabilidade do erro tipo I foi utilizado para análise dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os padrões raciais utilizados e o período de coleta para nenhuma das variáveis analisadas. Os padrões raciais avaliados não apresentaram diferença ($P > 0,05$) em relação aos consumos de matéria seca (CMS; CMS%PV e CMSPM), matéria orgânica (CMO) e dos nutrientes estudados: proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) (Tabela 2). Esses resultados são esperados, pois os padrões raciais exibem animais naturalizados e adaptados ao tipo de pastagem.

Tabela 2: Consumo e digestibilidade da dieta de caprinos da raça Canindé e ecotipo Repartida em pastejo na caatinga.

Parâmetro (g/dia)	Canindé	Repartida	CV(%)
CMS	626,83	715,33	25,21
CMO	561,96	641,2	25,13
CPB	107,19	117,9	25,40
CFDN	392,9	448,51	25,37
CFDA	324,42	370,13	25,07
CMS%PV	2,14	2,18	29,63
CMSPM	124,72	137,34	25,21
DMS	46,28	45,69	4,57
DMO	43,42	42,78	2,85
DPB	56,42	55,21	22,64
DFDN	50,68	48,63	7,60
DFDA	51,18a	48,37b	8,01

Médias seguidas de letras distintas na linha representam diferença pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

Em relação à digestibilidade dos nutrientes, os valores de digestibilidade da matéria seca (DMS), digestibilidade da matéria orgânica (DMO), digestibilidade da proteína bruta (DPB) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) se assemelharam em ambos os padrões raciais. Apenas a digestibilidade da fibra em detergente ácido (DFDA) apresentou significância ($P < 0,05$), sendo esta superior na raça Canindé (51,18%) em relação ao ecotipo Repartida (48,37%). Os caprinos desenvolveram propriedades adaptativas em relação aos demais ruminantes, selecionando forragem de melhor qualidade e aproveitando melhor o alimento. De acordo com Leite (2002) os caprinos são selecionadores intermediários e se adaptam bem a caatinga devido a sua capacidade de variar o hábito alimentar de acordo com a época do ano, a

disponibilidade da forragem e a qualidade da mesma. Desta forma sugere-se que, apesar dos dois padrões raciais serem adaptados, a raça Canindé possui maior capacidade de selecionar forragem na caatinga e adaptabilidade em digerir este tipo de fibra do que os animais do ecotipo Repartida.

O estudo mostrou diferença ($P < 0,05$) em relação aos períodos (seco e chuvoso) para CMS, CMO, CFDN, CFDA e também para CMS%PV e CMSPM (Tabela 3).

Tabela 3: Consumo de caprinos em pastejo na caatinga nos períodos seco e chuvoso.

Parâmetro (g/dia)	Período Seco	Período Chuvoso	CV(%)
CMS	735,99a	606,16b	25,21
CMO	655,92a	547,25b	25,13
CPB	113,44	110,93	25,40
CFDN	466,92a	374,49b	25,37
CFDA	376,98a	317,57b	25,07
CMS%PV	2,49a	1,83b	29,63
CMS/kgPV ^{0,75}	140,27a	121,78b	25,21

Médias seguidas de letras distintas na linha representam diferença pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

O CMS e CMO na época seca foi de 735,99g e 655,92g, respectivamente, enquanto no período chuvoso foi de 606,16g e 457,25g. Os caprinos procuram selecionar a forragem de melhor qualidade mesmo no período seco visando suprir suas necessidades nutricionais, desta forma aumentam a ingestão de matéria seca. Leite (2002) afirmou que o consumo é inversamente proporcional a digestibilidade da planta e que os caprinos tem preferência por dicotiledôneas herbáceas e brotos de arbustos e árvores (partes com maior digestibilidade) em ambos os períodos (seco e chuvoso), porém à medida que a estação seca se pronuncia passam a consumir as demais partes das plantas, a fim de suprir suas exigências nutricionais. Sugere-se também que, o fornecimento da ração concentrada como forma de suplementação no período seco tenha contribuído para aumento de CMS e CMO nesta estação.

Os valores de CMS encontrados neste estudo foram mais elevados que os 526g/dia recomendados pelo NRC (2007) para caprinos. Lima Júnior (2010) avaliando o consumo de caprinos Canindé pastejando uma área da caatinga na

Paraíba, obteve CMS igual a 352,25g para animais não suplementados com ração concentrada e 703,4g para animais suplementados com 1,5% do PV, valores abaixo do encontrado neste estudo. Formiga *et al.* (2011) avaliaram o consumo de caprinos ½ Boer ½ SPRD em caatinga enriquecida no sertão paraibano e observou CMS de 437,47g no período seco, valor também abaixo do encontrado neste ensaio experimental. Já Puchala *et al.* (2012) avaliando o efeito do tanino condensado presente em uma leguminosa exótica nos Estados Unidos sobre o consumo de caprinos ½ Boer ½ raça espanhola notou que o CMS destes animais foi de 907g, valor muito mais elevado que os encontrados nos dois períodos deste experimento.

Houve diferença ($P < 0,05$) em relação ao $\text{CMS}/\text{kgPV}^{0,75}$ entre os dois períodos, encontrou-se $140,27\text{g}/\text{kgPV}^{0,75}$ para o período seco e $121,78\text{g}/\text{kgPV}^{0,75}$ para o chuvoso. Esses valores foram mais elevados que o encontrado por Lima Júnior (2010), que foi $54,44\text{g}/\text{kgPV}^{0,75}$.

O CPB foi semelhante nos dois períodos estudados. Os valores obtidos foram 113,44g e 110,93g para os períodos seco e chuvoso, respectivamente. Devido à baixa qualidade da forragem no período seco, os animais receberam suplementação concentrada à base de soja, milho e feno de gliricídia, pode-se inferir então que a ingestão de soja e gliricídia, alimentos ricos em proteína, tenha contribuído para o aumento no consumo de proteína bruta pelos animais se assemelhando desta forma a quantidade ingerida no período chuvoso, em que a forragem é provida de altos teores de proteína. Os valores encontrados para as duas épocas do ano superam o preconizado pelo NRC (2007) para caprinos, que é de 49,8g/dia. Puchala *et al.* (2012) encontrou CPB igual a 124,37g por caprinos alimentando-se com *Sericea lespedeza* (*Lespedeza cuneata*), uma leguminosa rica em taninos amplamente encontrada nos Estados Unidos, valor este acima do observado neste ensaio nas duas estações do ano. É importante ressaltar que a quantidade de proteína ingerida por caprinos na caatinga tende a ser maior que a exigida devido as plantas nativas apresentarem fatores antinutricionais, que se complexam com as proteínas tornando este nutriente indisponível para digestão e absorção pelo animal, como é o caso dos taninos, presente em grande quantidade nas leguminosas.

O CFDN e CFDA apresentaram maiores valores no período seco (466,92g e 376,98g, respectivamente) em relação ao período chuvoso (374,49g e 317,57g), mesmo com a suplementação concentrada. Tendo em vista que o consumo de fibras é inversamente proporcional à digestibilidade da dieta ingerida, estes valores corroboraram com o esperado para tais parâmetros, devido ao alto grau de lignificação das plantas no período seco e do consumo pelos animais, não só de folhas, mas das demais partes das plantas. Van Soest (1994) afirma que a digestibilidade está intimamente ligada com o consumo e que quando esta mesma é baixa, o aumento da ingestão e a seletividade se fazem necessários para suprir as exigências nutricionais. Supõe-se que a presença de feno de gliricídia na suplementação tenha contribuído para o aumento na ingestão de fibras.

O período chuvoso apresentou maior DMS em relação ao período seco, sendo estes 48,64% e 43,33%, respectivamente (Tabela 4). Este resultado concordou com o esperado para este ensaio, pois a estação chuvosa apresenta maior quantidade de folhas que é a parte mais digestível das plantas e a preferida pelos animais junto com os caules finos que tem baixo teor de lignificação. Formiga *et al.* (2011) encontraram valores para DMS de 62,74% em caprinos mantidos em caatinga enriquecida no Sertão paraibano, valor superior ao encontrado neste ensaio provavelmente devido a diferença entre a composição florística das duas áreas e ao manejo de caatinga utilizado (enriquecimento).

Os baixos valores de DMS encontrados são explicados por Moreira *et al.*, (2006), que afirmam que a baixa digestibilidade das forrageiras da caatinga é consequência de fatores anti-nutricionais como o tanino, vastamente encontrado nas plantas da região. A DMS encontrada neste trabalho concorda com a digestibilidade das principais plantas encontradas na caatinga, que variam de 11,72% a 45,23%, segundo Moreira *et al.*, (2006).

Tabela 4: Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e dos nutrientes da dieta de caprinos em pastejo na caatinga nos períodos seco e chuvoso.

Parâmetro (%)	Período Seco	Período Chuvoso	CV(%)
DMS	43,33 ^b	48,64 ^a	4,57
DMO	39,83 ^b	46,37 ^a	2,85
DPB	52,76	58,88	22,64

DFDN	52,87a	46,44b	7,60
DFDA	51,85a	47,69b	8,01

Médias seguidas de letras distintas na linha representam diferença pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

Com relação à digestibilidade da FDN e FDA, os valores encontrados foram de 52,87% e 51,85% respectivamente no período seco, sendo estes mais elevados que no período chuvoso, que foi de 46,44% para a DFDN e 47,69% para DFDA. Apesar de no período seco, a parte indigestível das plantas estar presente em maior quantidade e por isso o consumo de material lignificado ser elevado, houve suplementação para melhorar a qualidade da dieta, devido à escassez de forragem, o que pode ter ocasionado efeitos positivos sobre a digestibilidade da fração fibrosa.

Os dados obtidos para a emissão de metano não apresentaram distribuição normal sendo necessário, para tanto, proceder a transformação dos dados na base logarítmica e posterior interpretação pelo teste de Fisher.

Não foi observada diferença entre padrões raciais para a emissão de metano em g/dia e kg/ano (Tabela 5). Os valores de metano em g/dia foram de 27,39 para a raça Canindé e 41,66 para o ecotipo Repartida e os de kg/ano foram 11,4 e 10,84 para Canindé e Repartida, respectivamente. Estas variáveis não são comumente utilizada para fins produtivos, mas são importantes para compor inventários de emissão de gases de efeito estufa. De acordo MCTI (BRASIL, 2010), os caprinos no Brasil emitem 5kg/cab/ano, valores menores que os encontrados para caprinos nas condições estudadas.

Tabela 5: Emissão de metano por caprinos da raça Canindé e ecotipo Repartida em pastejo na caatinga.

Parâmetro	Canindé	Repartida	CV(%)
g/dia	27,39	41,66	3,37
Kg/ano	11,4	10,84	0,5
g/kgPV	0,73b	1,17 ^a	4,57
g/kgPV ^{0,75}	1,80b	2,86 ^a	4,23
g/kg MSI	43,41	75,04	3,62

Médias seguidas de letras distintas na linha representam diferença pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

Houve diferença ($P < 0,05$) em relação à emissão de metano em g/kgPV e g/kg^{0,75}, tendo o ecotipo Repartida apresentado valores maiores (1,17 e 2,86, respectivamente) do que a raça Canindé (0,73 e 1,80).

A emissão de metano em g/kgMSI foi semelhante para ambos os padrões raciais, tendo os animais Canindé emitido 43,41 g/kgMSI e Repartida 75,04 g/kgMSI. Mota (2014) ponderou que os valores de metano são melhores avaliados quando transformados em g/kgMSI, visto que a emissão diária por animal é bastante variada. Esta medida torna os dados padronizados, sendo possível comparar inclusive com outras espécies e categorias animal. Machado (2010) encontrou média de 14,47 g/kg MSI em ovinos mantidos em câmaras respirométricas e recebendo silagens de sorgo colhido em três estágios de maturação. Nascimento (2007) ao aferir emissão de metano em bovinos pela técnica do gás traçador de SF₆ alimentados com feno *Brachiaria brizantha* observou 20,27 g/kgMSI. As duas emissões citadas são mais baixas que as encontradas nos caprinos deste estudo, provavelmente devido ao tipo de forragem em ambos os ensaios que possuem digestibilidade maior que a disponibilizada no presente experimento.

Os períodos seco e chuvoso não influenciaram na emissão de metano pelos caprinos quando em pastejo na Caatinga (Tabela 6). A qualidade da dieta influencia diretamente na quantidade de metano produzido pelo animal. Desta forma esperou-se que no período seco, devido à menor qualidade da forragem, houvesse uma maior emissão de metano. Entretanto os valores para ambos os períodos foram semelhantes, podendo inferir que a suplementação fornecida no período seco melhorou a qualidade da dieta e a eficiência digestiva do animal.

Tabela 6: Emissão de metano por caprinos em pastejo na caatinga nos períodos seco e chuvoso.

Parâmetro	Período Seco	Período Chuvoso	CV(%)
g/dia	50,81	18,23	3,37
Kg/ano	11,12	11,12	0,5
g/kgPV	1,44	0,46	4,57
g/kg ^{0,75}	3,51	1,16	4,23
g/kg MSI	75,19	43,26	3,62

Médias iguais pelo teste de Fisher ($P > 0,05$).

Foi observado emissão de 50,81 g/dia de metano em durante o período seco e 18,23 g/dia no chuvoso. A avaliação da emissão de metano em g/kgMSI apresentou valores de 75,19 na estação seca e 43,26 na estação chuvosa. O consumo de matéria seca é considerado uma variável de grande influencia quando se trata de emissão de metano (JOHNSON & JONHSON, 1995). O mesmo autor afirma que a digestibilidade da dieta é outro fator que altera a produção de metano, reduzindo a formação de gás à medida que a digestibilidade aumenta. Meister (2013) avaliou a emissão de metano em cabras anglo nubiana submetidas a pastejo em capim Tanzânia e observou que estas emitiram 40 g/kgMSI valor semelhante ao encontrado no período chuvoso, provavelmente devido a qualidade de forragem que foi melhor que no período seco. O valor encontrado por Puchala *et al.* (2012) em caprinos ½ Boer ½ raça nativa espanhola alimentados com Lespedeza, uma leguminosa rica em taninos foi 11,1 g/kgMSI, abaixo do encontrado neste ensaio.

CONCLUSÃO

Os padrões raciais apresentaram diferença apenas em relação à digestibilidade da FDA, inferindo que a raça Canindé possa apresentar maior eficiência na utilização dessa porção do alimento. No período os caprinos consumiram mais alimento, mostrando sua alta adaptabilidade e capacidade de selecionar uma dieta que atenda suas exigências.

A época do ano não influenciou nas taxas de emissão de metano pelos caprinos pastejando áreas de caatinga, provavelmente devido à suplementação que é comum ser oferecida aos animais na época seca do ano.

As taxas de emissão de metano por caprinos mantidos na caatinga mostraram-se elevadas quando comparadas à média nacional. Mais estudos são necessários para estabelecer os reais valores de emissão em caatinga, bem como desenvolver estratégias de mitigação desse gás.

REFERÊNCIAS

BARROS, L. V.; SILVA, A. G.; BENEDETI, P. D. B. Avaliação do dióxido de titânio em amostras fecais. IN: DETMANN, E. et al. (Org). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Editora da UFV, 2012. cap. 15, p. 205-213.

BARTLETT, M.S. Some examples of statistic methods of research in agriculture and applied biology. **Journal of Royal Statistics Society**, v.4, p.137-183, 1937.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Relatório de referência para o Inventário nacional de emissão de gases de efeito estufa por atividades agrícolas: emissão de metano proveniente da pecuária no Brasil**. Brasília, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FORMIGA, L. D. A. S. et al. Valor nutritivo da vegetação herbácea de caatinga enriquecida e pastejada por ovinos e caprinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.12, n.2, p.403-415, 2011.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.

LEITE, E. R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no nordeste do Brasil. **Ciência Animal**, v. 12, n.2, p 119-128, 2002.

LIMA JR, V. **Exigências nutricionais de caprinos da raça Canindé suplementados em pastejo na caatinga**. 2010. 98f: Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2010.

MACHADO, F. S. **Consumo, digestibilidade aparente, partição de energia e produção de metano em ovinos alimentados com silagens de sorgo em diferentes estádios de maturação**. 2010. 107f: Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MEISTER, N. C. **Produção de metano em caprinos sob pastejo**. 2013. 108f: Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Campus Jaboticabal, Jaboticabal, 2013.

MOREIRA, J. N. et al. Caracterização da vegetação de caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1643-1651, 2006.

MOTA, C. M. **Fitossociologia e fluxo de emissão de metano entérico em áreas de caatinga**. 2014. 67f: Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2014.

NASCIMENTO, C. F. M. **Emissão de metano por bovinos nelore ingerindo brachiaria brizantha em diferentes estádios de maturação**. 2007. 86f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2007. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1.ed. Washington: National Research Council. 362p.

PUCHALA, R. et al. Effects of different fresh-cut forages and their hays on feed intake, digestibility, heat production, and ruminal methane emission by Boer x Spanish goats. **Journal of Animal Science**. mar. 2012. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/90/8/2754>> Acesso em: 18 out. 2015.

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.

SANTOS, M. V. F. et al. Potencial of caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, p.204-215, 2010.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete sample). **Biometrika, Great Britain**, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

TILLEY, J. M. A., TERRY, R. A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**., v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

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

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