



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

MARCÍLIO NILTON LOPES DA FROTA

**EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO E PARÂMETROS
COMPORTAMENTAIS DE BOVINOS TROPICAIS EM SISTEMA
SILVIPASTORIL**

FORTALEZA

2017

MARCÍLIO NILTON LOPES DA FROTA

EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO E PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS DE
BOVINOS TROPICAIS EM SISTEMA SILVIPASTORIL

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

Orientadora: Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro.

FORTALEZA
2017

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

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

F961c Frota, Marcílio Nilton Lopes da.

Emissão de metano entérico e parâmetros comportamentais de bovinos tropicais em sistema silvipastoril / Marcílio Nilton Lopes da Frota. – 2017.

78 f.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Maria Socorro de Souza Carneiro.

1. Árvores. 2. Gases de efeito estufa. 3. Pastagem. 4. Ruminante. I. Título.

CDD 636.08

MARCÍLIO NILTON LOPES DA FROTA

EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO E PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS DE
BOVINOS TROPICAIS EM SISTEMA SILVIPASTORIL

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

Aprovada em: ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Geraldo Magela Cortês Carvalho
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Dr. João Avelar Magalhães
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Dr. Marcos Claudio Pinheiro Rogério
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Senhor, fazei-me instrumento de vossa paz.

Onde houver ódio, que eu leve o amor;

Onde houver ofensa, que eu leve o perdão;

Onde houver discórdia, que eu leve a união;

Onde houver dúvida, que eu leve a fé;

Onde houver erro, que eu leve a verdade;

Onde houver desespero, que eu leve a esperança;

Onde houver tristeza, que eu leve a alegria;

Onde houver trevas, que eu leve a luz.

Ó Mestre, Fazei que eu procure mais

Consolar, que ser consolado;

compreender, que ser compreendido;

amar, que ser amado.

Pois é dando que se recebe,

é perdoando que se é perdoado,

e é morrendo que se vive para a vida eterna.

À Deus que me dá forças para vencer os desafios cotidianos da vida.

À meus pais Francílio e Raimundinha e meu irmão Márcio, exemplos de força, família união e amor.

A minha esposa Zaira pela compreensão e minha querida princesa Mariana.

OFEREÇO

A todos que me acompanharam nessa jornada, enfrentando todos os obstáculos acreditando ser possível. Sobretudo aos alunos do IFMA, que a vontade de vencer seja sempre maior que as dificuldades da vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me conceder todas as bênçãos possíveis para que eu possa estar aqui hoje e me dar forças nos momentos difíceis dessa jornada.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFC e a todos que fazem a coordenação do curso pela amizade e competência em desempenhar suas atividades.

A EMBRAPA Meio-Norte pelo apoio e por proporcionar a oportunidade de crescimento profissional.

A todos os professores do PDIZ que contribuíram para minha formação e aprendizado, em especial ao Dr. Magno e Dra. Socorrinha.

A todos que fazem parte REDE PECUS em especial a Dra. Rosa Toyoko Shiraishi Frighetto, pela generosidade e apoio durante a pesquisa.

A presidente da banca e orientadora Profa. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro, pela paciência, dedicação, competência e ensinamentos que trarei comigo não só no campo profissional, mas sobretudo para a vida.

Aos meus pais, pelo apoio irrestrito em todas as etapas de minha vida, sempre fazendo o possível para que eu possa realizar meus anseios.

A minha esposa Zaira, pela paciência de longos dias fora de casa e a minha amada filha Mariana.

Aos membros da banca pela contribuição dada ao trabalho e pela disponibilidade em estar presentes.

Ao meu amigo e incentivador Dr. Raimundo Bezerra de Araújo Neto.

Aos colegas de curso Anísio, Alcides, Shirlene e tantos outros pelos momentos de descontração e amizade em meio as turbulências das atividades acadêmicas.

Ao amigo Dr. Geraldo Magela Côrtes, pela convivência e apoio irrestrito em todas as etapas do experimento.

Aos amigos de São Paulo, Dr. Alexandre Berndt, Dr. Leandro Sakamoto e Dr. Paulo Filho pela ajuda na coleta, nas análises e por momentos alegres compartilhados durante este período.

Aos amigos da Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio e ensinamentos em especial a Dra. Lucieta Gerreiro Martorano.

Aos amigos da Transferência de Tecnologia da Embrapa Meio-Norte, Marcos Teixeira, Câmara, Robério, Monteiro, Pedro, Soeiro, Marco Jacob, Anísio, Valdemir e Kim.

Aos amigos do IFMA pela ajuda operacional na condução do experimento, Dra. Glayde Maria Carvalho Veras, Dr. José Antônio Alves Cutrim Júnior, Raimundo Nonato Moraes Costa, João Paulo e todos os alunos e professores que colaboraram com o trabalho.

Aos amigos da Universidade Federal do Piauí em especial ao Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo, Dr. Arnoud Azevedo Alves, Dr. Miguel Arcanjo Moreira Filho pelo apoios laboratorial.

Ao Dr. Luis José Duarte Franco pela amizade e apoio no setor de bromatologia de Embrapa Meio-Norte.

“Todo o mundo ama um dia... todo o mundo chora...
Um dia gente chega... no outro vai embora...
Cada um de nós compõe a sua historia..
E cada ser em si carrega o dom de ser capaz de ser feliz....”
(Almir Sater/Renato Teixeira)

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar emissão de metano entérico, desempenho animal, disponibilidade de forragem e valor nutricional de capim mombaça consorciado com Babaçu (silvipastoril) em comparação com uma pastagem em monocultivo na região dos Cocais. As avaliações aconteceram na época seca (maio a agosto de 2015) e época chuvosa (janeiro a abril de 2016). O delineamento experimental para as avaliações do pasto foi inteiramente casualizado, os tratamentos corresponderam ao tipo de pastagem. Para avaliações nos animais o delineamento foi em blocos ao acaso as variáveis independentes: peso vivo, ganho de peso diário (GPD kg), consumo de matéria seca (CMS kg), emissão de metano grama dia, metano quilo ano, emissão de metano em grama por quilo de peso vivo, emissão de metano em grama por quilo de GPD, emissão de metano em grama por quilo de CMS, perda de energia bruta na forma de metano, incluindo os efeitos fixos de animal, período de coleta e tratamento. Foram utilizados 6 novilhos em cada sistema com pesos iniciais de $185(\pm 26)$ kg. Cada área foi dividida em 7 piquetes de 4.200 m^2 . Para determinação da massa de forragem utilizou-se a técnica de corte zero de cada piquete. Foram determinados os teores de matéria seca total de forragem, matéria seca de forragem verde (MSFV), matéria seca de lâminas foliares, matéria seca de colmos, matéria seca de forragem morta, relação forragem viva/forragem morta e relação folha/colmo. Para análise do valor nutritivo, foram realizados pastejos simulados e determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta, fibras, estrato etéreo, carboidratos totais, NDT, cálcio e fósforo. A digestibilidade *in vitro* da MS foram determinadas utilizando aparelho automático da Ankom®. A determinação da quantidade de PB (kg ha^{-1}) foi obtida através da multiplicação do teor médio de PB da forragem pela MSFV. Foram avaliados de modo simultâneo o consumo de matéria seca através do LIPE®, emissão de metano entérico por meio da técnica do gás traçador hexafluoresto de enxofre e desempenho animal. A disponibilidade de forragem não foi influenciada pelo tipo de pastagem no mesmo período, não apresentando diferenças entre os tratamentos. Em relação a quantidade de PB, houve diferenças apenas no período seco, o sistema silvipastoril apresentou o dobro de PB (104 kg ha^{-1}). em relação ao monocultivo As emissões por animal nos sistemas foram semelhantes no mesmo período em torno de 45 kg/ano (época seca) e 70 kg/ano (época chuvosa). No período seco a intensidade de emissão (kg de CH_4 por GPD) foi maior independente do tipo de pastagem. Houve diferenças em relação a perda de energia bruta por CH_4 que foi menor

no silvipastoril. Na época chuvosa ocorreu maior consumo de matéria seca não havendo diferenças entre os tratamentos, o GPD foi em torno de 1 kg/dia. Dessa forma, o sistema silvipastoril se assemelha ao sistema de pastagem em monocultivo que passou por uma etapa de desmatamento. O fato de desmatar a área não ofereceu vantagens produtivas tampouco na emissão de metano. O sistema silvipastoril constitui uma modo mais sustentável de produção nas condições estudadas.

Palavras-chave: Árvores. Gases de efeito estufa. Pastagem. Ruminante.

ABSTRACT

Objective of this work was to evaluate the enteric methane emission, animal performance, forage availability and nutritional value of Mombasa grass intercropped with Babaçu (silvipastoril) compared to a monoculture pasture in the Cocais region. Evaluations took place in the dry season (May to August 2015) and in the rainy season (January to April 2016). Experimental design for the pasture evaluations was completely randomized. The treatments corresponded to the pasture type. For animal evaluations, the independent variables were: live weight, daily weight gain (DWG kg), dry matter intake (DMI kg), day methane emission, methane kilo year, methane emission in gram per kilogram of live weight, methane emission in gram per kilogram of DWG, methane emission in gram per kilogram of DMI, gross energy loss in the form of methane, including fixed animal effects, collection period and treatment. Six steers were used in each system with initial weights of 185 (\pm 26) kg. Each area was divided into 7 pickets of 4,200 m². For the determination of the forage mass, the zero cut technique of each picket was used. Total forage dry matter mass, dry mass of green forage (DMGF), dry mass of leaf blades, dry mass of stalks, dry forage of dead forage, relation forage forage / dead forage and leaf / stem ratio were determined. For analysis of the nutritive value, simulated grazing was performed and the dry matter (DM), crude protein (CP), fiber, ethereal stratum, total carbohydrate, NDT, calcium and phosphorus were determined. The *in vitro* digestibility of MS was determined using Ankom® automatic apparatus. Determination of the amount of CP (kg ha⁻¹) was obtained by multiplying the mean CP content of the forage by the DMGF. The dry matter consumption through LIPE®, the emission of enteric methane by sulfur hexafluoride tracer gas and animal performance were simultaneously evaluated. The forage availability was not influenced by the type of pasture in the same period of the year, showing no differences between the treatments. Regarding the amount of CP, there were differences only in this period, the silvopastoral system presented twice the CP in relation to the monoculture. Emissions per animal in the systems were similar in the same period around 45 kg / year (dry season) and 70 kg / year (rainy season). In the dry period the emission intensity (kg of CH₄ per DWG) was lower, there were differences in relation to the loss of gross energy by CH₄. The silvopastoral system presented less loss. In the rainy season, there was a higher intake of dry matter, with no differences between treatments, the DWG was around 1 kg / day. In this way, the silvopastoral system

resembles the monoculture pasture system that has undergone a deforestation stage. The fact of clearing the whole area did not offer productive advantages nor in the emission of methane. The silvopastoral system is a more sustainable mode of production under the conditions studied

Keywords: Livestock. Greenhouse gases. Ruminant. Trees.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 - Dados pluviométricos e de temperatura máxima e mínima registrados.....	33
Figura 2 - Quantidade de proteína bruta (kg.ha^{-1}) encontrada no pasto de capim mombaça (<i>Megathyrsus maximus syn</i>) em sistema de monocultivo e em sistema silvipastoril no período seco e chuvoso na região dos Cocais.....	40

CAPÍTULO II

Figura 1 - Dados pluviométricos e de temperatura máxima e mínima registrados.....	52
Figura 2 - Aparato de coleta de metano composto por canga, cabresto e tudo capilar.....	56

CAPÍTULO III

Figura 1 Dados pluviométricos e de temperatura máxima e mínima registrados.....	69
Figura 2 Gráfico do comportamento ingestivo em minutos em relação aos períodos do dia no sistema em pleno sol e silvipastoril na época seca e chuvosa.....	74

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Análise de solo nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm no momento da implantação do capim mombaça (<i>Megathyrsus maximuns syn</i>) no estabelecimento dos sistemas de pastejos no ano de 2013.....	33
Tabela 2 – Composição e níveis de garantia fornecido pelo fabricante do sal mineral, oferecido para os animais durante o experimento.....	34
Tabela 3 – Disponibilidade de forragem (<i>Megathyrsus maximuns syn</i>) submetidos a dois tratamentos: monocultivo e silvipastoril no período seco e chuvoso...	36
Tabela 4 – Valor nutritivo da pastagem de capim mombaça (<i>Megathyrsus maximuns syn</i>) em sistema de monocultivo e em silvipastoril durante os meses de agosto de 2015 (período seco) e abril de 2016 (período chuvoso).....	38

CAPÍTULO II

Tabela 1 – Análise de solo nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm no momento da implantação do capim mombaça (<i>Megathyrsus maximuns syn</i>) no estabelecimento dos sistemas de pastejos no ano de 2013.....	53
Tabela 2 – Composição e níveis de garantia fornecido pelo fabricante do sal mineral, oferecido para os animais durante o experimento.....	53
Tabela 3 – Variáveis de desempenho e metano entérico de bovinos cruzados (Curraleiro Pé-duro com Nelore) submetidos a dois tratamentos (sistema em monocultivo e sislvipastoril), e dois períodos: seco e chuvoso.....	59

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Comportamento ingestivo de bovinos em minutos avaliados por 24 horas durante a estação seca e chuvosa.....	72
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ANI	animal
CH ₄	metano
CH ₄ CMS	gramas de metano por quilogramas de consumo de matéria seca
CH ₄ gd	gramas de metano por dia
CH ₄ GPD	gramas de metano por quilogramas de ganho de peso diário
CH ₄ ka	quilogramas de metano ano
CH ₄ PV	gramas de metano por quilogramas de peso vivo
CHOT	carboidratos totais
cm	centímetro
CMSF	consumo de matéria seca da forragem
CNF	carboidratos não fibrosos
CV	coeficiente de variação
DIVMO	digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica
DIVMS	digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EBCH ₄	energia bruta de metano
EBI	energia bruta ingerida
EP	erro padrão da média
F/C	relação folha colmo
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
GEE	gases de efeito estufa
GPD	ganho de peso diário
h	hora
ha	hectare
Kg	quilogramas
m ²	metro quadrado

mm	milímetro
MM	mistura mineral
MO	matéria orgânica
MS	matéria seca
MSCV	massa seca de colmos verdes
MSFM	massa seca de forragem morta
MSFV	massa seca de forragem verde
MSLV	massa seca de lâminas foliares
MST	matéria seca ingerida
MSTF	massa seca total da forragem
MV/MM	relação forragem viva e forragem morta
NDT	nutrientes digestíveis totais
°C	graus Celsius
PB	proteína bruta
PER	período
PROD. FECAL	produção fecal
PV	peso vivo
PVC	policloreto de polivinila
SF ₆	exafluoreto de enxofre
TRAT	tratamento
VBP	valor bruto da produção
YM	energia bruta perdida na forma de metano

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19
	REFERÊNCIAS	24
2	CAPÍTULO I - DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM E VALOR NUTRICIONAL DA PASTAGEM EM MONOCULTIVO E EM SISTEMA SILVIPASTORIL NA REGIÃO DOS COCAIS	25
2.1	Introdução.....	31
2.2	Material e métodos	32
2.3	Resultados e Discussões	36
2.4	Conclusão.....	40
	REFERÊNCIAS	42
3	CAPÍTULO II - METANO ENTÉRICO DE BOVINOS EM PASTAGEM EM MONOCULTIVO E EM SISTEMA SILVIPASTORIL NA REGIÃO DOS COCAIS.....	45
3.1	Introdução.....	50
3.2	Material e métodos	51
3.3	Resultados e Discussões	58
3.4	Conclusão.....	61
	REFERÊNCIAS	62
4	CAPÍTULO III - COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS TROPICAIS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO PECUÁRIA FLORESTA NA REGIÃO DOS COCAIS.....	65
4.1	Introdução.....	68
4.2	Material e métodos	69
4.3	Resultados e Discussões	71
4.4	Conclusão.....	76
	REFERÊNCIAS	77

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pecuária brasileira é um dos pilares do agronegócio no país. Em meio à retração generalizada da economia por conta da crise vivenciada nos últimos anos, este setor é um dos únicos que continua crescendo. Em 2015 o Valor Bruto da Produção (VBP) de carne foi de R\$ 73,8 bilhões, ficando atrás apenas do complexo soja (MAPA, 2016). A cadeia produtiva da carne movimenta em torno de R\$ 167,5 bilhões por ano gerando aproximadamente 7 milhões de empregos (NEVES, 2012). Além de atender o mercado interno, boa parte da produção é exportada e novos mercados são conquistados ano a ano. No primeiro semestre de 2016 a carne bovina “in natura” foi exportada para 80 países, enquanto que a carne industrializada e miúdos foram exportados para 93 e 52 países no mundo respectivamente, colocando o Brasil no topo dos fornecedores de carne bovina (ABIEC, 2016).

Apesar da reconhecida importância da agropecuária na produção de alimentos e geração de renda, atualmente a atividade vem sendo questionada sobre o possível impacto ambiental principalmente relacionado às mudanças climáticas. A pecuária brasileira, em especial, vem sofrendo críticas por parte de instituições estrangeiras governamentais e não governamentais que apontam a atividade como grande geradora de gases do efeito estufa (GEE) (GREENPEACE, 2009). Tal crítica tem sido baseada em índices e estimativas obtidos em outros países e extrapoladas para o Brasil gerando dados superdimensionados baseados, sobretudo nos baixos índices zootécnicos verificados em sistemas de exploração animal em pastagens degradadas ou que se encontram abaixo do seu potencial de produção o que tem gerado grandes quantidades de GEE por quilo de carne produzidos (IPCC, 2007). No entanto, é fundamental entender que ainda existe muita inconsistência na geração e consolidação dos números relativos tanto com a emissão, como com o sequestro de tais gases, no que diz respeito à pecuária brasileira. Além do que o Brasil é um país continental com particularidades regionais com ambientes e sistemas de produção diversos que devem ser levados em conta para se ter uma estimativa minimamente confiável a respeito das emissões nessa atividade.

No sentido de fortalecer a soberania do país dada a importância estratégica do setor para a economia brasileira, se faz necessário a busca de geração de dados próprios a respeito da emissão da pecuária brasileira utilizando protocolos experimentais

internacionalmente reconhecidos nos mais variáveis biomas e sistemas de produção.

Nesse sentido o governo brasileiro financia projetos em rede como a Rede PECUS (Pecuária Sustentável) com objetivo de estimar a contribuição de diferentes sistemas de produção para a dinâmica de GEE no país, identificando possíveis estratégias de mitigação e contribuindo para a obtenção de um inventário próprio das emissões brasileiras. Uma etapa importante é conhecer a emissão de metano de bovinos a pasto nos mais variados sistemas (BERNDT & TOMKINS 2013).

O metano (CH_4) é um dos principais GEE emitidos na criação de bovinos, além dele se destacam o dióxido de carbono (CO_2) e óxido nitroso (NO_2). O gás metano apresenta potencial de aquecimento global 25 vezes maior que o CO_2 e tempo de vida na atmosfera de 9 a 15 anos (IPCC, 2006). Nos bovinos sua produção ocorre por meio da fermentação entérica, resultado normal do processo digestivo dos animais ruminantes. A fermentação do alimento ingerido no rúmen é um processo anaeróbio efetuado pela população microbiana ruminal, em que os carboidratos celulósicos são convertidos em ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato, principalmente) os quais são utilizados como fonte de energia. Bactérias metanogênicas, presentes no rúmen, obtêm energia para seu crescimento utilizando H_2 para reduzir CO_2 e formar metano (CH_4), o qual é eructado ou exalado para a atmosfera. Desta forma, o metano produzido durante o processo representa, em parte, um uso improdutivo da energia contida na alimentação do gado e sua intensidade de produção depende de vários fatores como: substrato ingerido (plantas forrageiras ou grãos de cereais), digestibilidade da dieta, tipo de animal e condições ambientais. Estima-se que essa fonte de emissão de metano é responsável por cerca de 25% das emissões antropogênicas desse gás (BRASIL. MCT, 2010).

Nesse contexto, analisando isoladamente, os bovinos representam uma importante fonte de emissão de GEE. Entretanto deve-se ter cuidado com essa visão, uma vez que não se pode separar o animal do sistema de produção tampouco sua relação com o meio.

Sistemas de produção a pasto mais eficientes possibilitam um melhor desempenho animal, permitem maior fixação de carbono ao solo e na pastagem o que pode reduzir o impacto gerado pela emissão de metano (HART et al., 2009). Dessa forma o aumento da produtividade e da eficácia de produção é apontada como uma das principais formas de diminuir estas emissões. Isso permite uma redução não por animal, mas por unidade de produção (quilo de carne). Dentre os fatores responsáveis pelo

aumento da produtividade estão a qualidade do pasto, a adaptabilidade do animal a condições ambientais e a qualidade do produto gerado (carne).

O Brasil possui cerca de 170 milhões de hectares de pastagens, dessas se estima que 50% estejam degradadas e 30% em fase de degradação (DIAS-FILHO, 2014). Apesar de crítico, este cenário representa uma grande oportunidade de redução do impacto causado ao meio ambiente, pois ações tomadas com o objetivo de melhorar a qualidade dessas áreas e o rendimento animal proporcionarão um menor consumo de recursos naturais e maior eficiência do sistema digestivo animal com consequente redução de CH₄. (DE ZEN et al., 2008). Estudos apontam que um aumento de apenas de 20% na produtividade das pastagens plantadas no Brasil seria suficiente para suprir as demandas de carne, grãos, produtos madeireiro e bicompostível pelos próximos 30 anos, sem a necessidade da incorporação de novas áreas de ecossistemas naturais, com reduções drásticas na emissão de GEE (STRASSBURG et al., 2014). Estas reduções são consequências do grande influxo de carbono atmosférico para o solo e isto seria capaz de anular as emissões geradas pelo aumento da taxa de lotação em pastagens intensificadas, configurando estas áreas como mitigadoras do efeito estufa (SOUSSANA et al., 2007).

A adaptabilidade aos trópicos bem como a qualidade do produto carne também é um fator que pode ser trabalhado no sentido de diminuir a emissão de metano. O rebanho brasileiro é composto em sua maioria por animais zebuínos da subespécie *Bos taurus indicus*. Raças zebuínas como a Nelore e seus cruzados representam 80% do rebanho de corte brasileiro (ACNB, 2006). Estes animais foram trazidos da Índia ao Brasil em meados do século XIX passaram por um longo processo de melhoramento no país e revolucionaram a pecuária nacional produzindo carne em quantidade e preços competitivos (CARVALHO, 2015). Entretanto, não houve melhoramento expressivo para maciez da carne zebuína, sendo relativamente comum o cruzamento com raças taurinas no sentido de se obter uma carne macia de melhor qualidade e aumentar a produtividade animal. Quanto maior a proporção de sangue taurino nestes cruzamentos melhor será a qualidade e maciez da carne produzida, entretanto mais sensível será o animal às condições ambientais e nutricionais (RESTLE et al., 1999).

A existência de raças taurinas adaptadas, como a raça Curraleiro Pé-duro (CPD), abre perspectivas de uso em cruzamentos oferecendo heterose, melhorando a produtividade, qualidade da carne sem reduzir a adaptação às condições das regiões de clima tropical (CARVALHO, 2015). Estes animais se desenvolveram a partir de raças

trazidas pelos colonizadores portugueses logo após o “descobrimento”. Estas foram submetidas à seleção natural no nordeste do Brasil e ao longo de centenas de anos adquiriram características específicas de adaptação e sobrevivência nessa condição, sendo um taurino plenamente adaptado a ambientes tropicais. Os animais CPD estão presentes em vários estados do país, entretanto o efetivo nacional ainda é pequeno chegando a um pouco mais de 5 mil animais, o que coloca a raça ainda como vulnerável em risco de extinção (FIORAVANTE et al., 2011). Entretanto, no cenário atual de mudanças climáticas o CPD se apresenta como uma alternativa viável, um taurino tropicalmente adaptado para ser usado no agronegócio brasileiro em regiões quentes do Brasil. Este fato pode impulsionar a raça em busca de uma pecuária sustentável genuinamente brasileira gerando renda e possibilidades em regiões anteriormente a margem do agronegócio.

Paralelamente ao aumento da produtividade, existe uma preocupação crescente com a conservação ambiental e a necessidade de uso mais eficiente dos recursos naturais e de insumos para atendimento das demandas atuais e futuras. Nesse sentido a mitigação da emissão de GEE deve estar associada ao bem estar animal, sequestro de carbono e conservação do solo e da água.

Dentre os vários sistemas de produção, os sistemas integrados baseados no consórcio de pastagens com árvores e/ou agricultura são alternativas que podem ser utilizados para se obter uma pecuária sustentável, que aliado ao uso de animais adaptados e produtivos, podem contribuir com a redução da emissão de gases, aumento da produtividade por área e conservação do meio ambiente (BALBINO et al., 2011).

Sistemas integrados reduzem a pressão de desmatamento e são de grande importância, sobretudo em biomas como Amazônia e Cerrado, onde a atividade pecuária teve grande expansão nos últimos anos (ALMEIDA & MEDEIROS 2013).

Na porção oriental do bioma Amazônico e sua transição com o Cerrado, encontra-se uma formação florestal de grande importância econômica que é a mata dos Cocais. Esta representa a maior coleção de árvores oleaginosas do mundo e a maior área extrativista do país, composta predominantemente por palmeiras do gênero *Attalea* (babaçu). Cerca de um milhão de pessoas vivem da coleta do coco babaçu (BRASIL, MDA, 2009). Entretanto, a criação de bovinos nessa região é a principal atividade econômica, concentrando 38% do rebanho nacional. As atividades extrativista e pecuária em muitas ocasiões são conflitantes. O acesso a áreas de matas por vezes é dificultado quer seja por conta de extensas propriedades privadas ou mesmo pela

derrubada das árvores que são substituídas por pastagens para exploração pecuária. Isto impulsionou a organização de movimentos sociais que lutam pelo livre acesso as áreas e pela preservação dos babaçuais. Como resultado, foram criadas leis municipais que proíbem a derrubada das árvores e permitem o acesso irrestrito das famílias que vivem do extrativismo do coco (ARAÚJO JUNIOR et al, 2014).

A utilização de sistemas integrados representa um modo sustentável de conciliar estas atividades e preservar tanto a riqueza natural da mata dos Cocais quanto a segurança alimentar de uma grande população que depende das árvores para sobrevivência sem deixar de lado a produção animal.

O presente trabalho pretende contribuir com a rede Pecus com a geração de dados nacionais referentes à emissão de metano entérico de bovinos Curraleiro-Pé-Duro em um sistema de integração pecuária-floresta na região dos cocais em comparação com uma área desmatada com pastagem em monocultura. Além disso, avaliar a disponibilidade de forragem e o desenvolvimento ponderal dos animais nos sistemas no sentido de auxiliar o produtor na tomada de decisão referente a melhor prática de manejo na região.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Exportações Brasileiras de Carne Bovina, categorias in natura / industrializada / miúdos.** 2016. Disponível em <http://www.abiec.org.br/41_exportacao_ano.asp> Acesso em 10/01/2017.

ACBN - ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NELORE DO BRASIL – **Histórico da raça**, 2006. Disponível em: <<http://www.nelore.org.br/Raca/Historico>> Acesso em: 10/01/2017

ALMEIDA, R.G de; MEDEIROS, S.R de. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In Sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável: 10 anos de pesquisa, 2013. **Anais..**Campo Grande- MS, Embrapa, 2013, p 123.

ARAÚJO JUNIOR, M.E de; DMITRUK, E.J.; MOURA, J.C.C. A Lei do Babaçu Livre: uma estratégia para a regulamentação e a proteção da atividade das quebradeiras de coco no Estado do Maranhão. **Sequencia**, n. 68, p. 124-157, 2014.

BALBINO, C.L; BARCELLOS, A de O; STONE, L.F. Marco referencial da Integração Lavoura Pecuária floresta. Brasília, DF. EMBRAPA, 2011, 130p.

BERNDT, A ; TOMKINS, N.W. Measurement and mitigation of methane emissions from beef cattle in tropical grazing systems: a perspective from Australia and Brazil. **Animal**, n7, v. 2, p. 363-372, 2013.

BRASIL. MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal – Parte II da Segunda Comunicação Nacional do Brasil. 2010, 154p. Disponível em <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/310922.html>>. Acesso em 20 de jan. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu**. Brasília, DF, 2009, 9p. Disponível em: <<http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/planonacionaldepromoodosprodutosdasociobiodiversidade/contents/>>. Acesso em 20 jan. 2017.

CARVALHO, G.M.C. Curraleiro Pé-Duro germoplânsma estratégico do Brasil. Brasília DF: EMBRAPA, 2015, 286p.

DE ZEN, S.; BARIONI, L. G.; BONATO, D. B. B. ALMEIDA. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases de efeito estufa.** Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Carbono_pecuaria_SumExec.pdf> Acesso em: 15/12/2016.

- DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402). Disponível em: <<http://bit.ly/1v0USg3>> . Acesso em: 11/01/2017.
- FIORAVANTE, M.C.S *et al.* Conservación del bovino Curraleiro: cuantificación Del censo y caracterización de lós criadores. *Animal Genetic Resources*, n 48, p 104-109, 2011.
- GREENPEACE. Slaughtering the Amazon. Greenpeace International, Amsterdam, 2009. Disponível:<<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/slaughtering-the-amazon/>>. Acesso em 10/01/2017.
- HART, K. J. *et al.* Effect of sward dry matter digestibility on methane production, ruminal fermentation, and microbial populations of zero-grazed beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.87, p. 3342–3350, 2009.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Fourth Assessment Report (AR4): Mitigation of Climate Change.** Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Guidelines for national greenhouse gas inventories.** Chapter 10: Emissions from livestock and manure magnagement. 2006.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Assessoria de Gestão Estratégica. Valor Bruto da Produção,** 2016. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>> acesso em 10/01/2017.
- NEVES, M. **Estratégias para a Carne Bovina no Brasil.** São Paulo, Ed. Atlas. 2012.
- RESTLE, J. *et al.* Característica de carcaça e de carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n.6, p. 1245-1251, 1999.
- SOUSSANA, J. F. *et al.* Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.121, p 121–134, 2007.
- STRASSBURG, B. B. N.*et al.* When enough should be enough: improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 84-97, 2014.

**CAPÍTULO I - DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM E VALOR
NUTRICIONAL DA PASTAGEM EM MONOCULTIVO E EM SISTEMA
SILVIPASTORIL NA REGIÃO DOS COCAIS**

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a disponibilidade de forragem e valor nutricional da pastagem de capim mombaça consorciado com palmeiras de Babaçu (silvipastoril) em comparação com uma pastagem em monocultivo na região dos Cocais. As avaliações aconteceram na época seca (maio a agosto de 2015) e na época chuvosa (janeiro a abril de 2016). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos corresponderam ao tipo de pastagem (monocultura e silvipastoril). Foram utilizados 6 novilhos em cada sistema com pesos iniciais de 185(± 26) kg. Cada área foi dividida em 7 piquetes de 4200 m². A altura de entrada e saída dos animais no piquete foi monitorada e aconteciam em torno de 80 e 40 cm, respectivamente. Para determinação da massa de forragem foi utilizada a técnica de corte zero de cada piquete na entrada dos animais. Após a coleta das amostras, estas eram submetidas à separação botânica em lâmina foliar, colmo + bainha e material morto. Após a secagem em estufa foram determinados os teores de massa seca total de forragem (MSFT), massa seca de forragem verde (MSFV), massa seca de lâminas foliares verdes (MSLV), massa seca de colmos (MSCV), massa seca de forragem morta (MS/FM), relação forragem viva/forragem morta (MV/MM) e relação folha/colmo (F/C). Para análise do valor nutritivo, foram realizados pastejos simulados no meses de agosto de 2015 e abril de 2016. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibras (FDN e FDA), estrato etéreo (EE), carboidratos totais, NDT, cálcio e fósforo. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca e matéria orgânica foram determinadas utilizando aparelho automático Ankom® DaisyII Incubator. A determinação da quantidade de PB (kg ha⁻¹) foi obtida através da multiplicação do teor médio de PB da forragem pela MSFV. A disponibilidade de forragem não foi influenciada pelo tipo de pastagem no mesmo período do ano, não apresentando diferenças entre o sistema silvipastoril e monocultivo. Para MSFT foram encontrados valores de 2213,94 e 2320,35 kg ha⁻¹ para a pastagem em monocultivo e silvipastoril no período seco e de 3252,08 e 2731,76 kg ha⁻¹, para o período chuvoso respectivamente. No período seco a forragem em monocultivo apresentou níveis de PB abaixo do necessário para exploração animal (5,67% da MS). Em relação à quantidade de PB, houve diferenças entre os sistemas apenas nesse período, a pastagem consorciada apresentou o dobro de PB em relação ao monocultivo (104 e 52 kg ha⁻¹). No período chuvoso não houve diferenças e os valores foram de 296 e 331 kg PB ha⁻¹ para o sistema em monocultivo e

silvipastoril. Desta forma o sistema silvipastoril se constitui uma melhor opção de manejo para a região dos Cocais.

Palavras-chave: Árvores. Sistemas integrados. Sustentabilidade.

ABSTRACT

objective of this study was to evaluate the forage availability and nutritional value of the pasture of mombaça grass intercropped with Babaçu palm trees (silvipastoral) compared to a monoculture pasture in the Cocais region. Evaluations took place in the dry season (May to August 2015) and in the rainy season (January to April 2016). The experimental design was completely randomized and the treatments corresponded to the pasture type (monoculture and silvipastoral). Six steers were used in each system with initial weights of 185 (\pm 26) kg. Each area was divided into 7 pickets of 4200 m². Height of entrance and exit of the animals in the picket was monitored and they happened around 80 and 40 cm, respectively. To determine the forage mass, the zero cut technique of each picket at the entrance of the animals was used. After the samples were collected, they were submitted to the botanical separation in leaf blade, stem + sheath and dead material. After drying in the greenhouse, total herbage dry mass (THDM), green herbage dry mass (GHDM), green leaf blade dry mass (GLBDM), green stem dry mass (GSDM) and leaf/stem (L/S) and live/death material (L/D) ratios. To analyze the nutritive value, simulated grazing was carried out in the months of August 2015 and April 2016. Dry matter (DM), crude protein (CP), fiber (NDF and ADF), ethereal stratum (EE) and dry matter (DM), total carbohydrates TDN, calcium and phosphorus were determined. To the in vitro digestibility of dry matter and organic matter was determined using Ankom® DaisyII Incubator automatic device. The determination of the amount of PB (kg ha⁻¹) was obtained by multiplying the mean CP content of the forage by the GHDM. The forage availability was not influenced by the pasture type in the same period of the year, showing no differences between the silvopastoral and monoculture systems. For THDM values of 2213.94 and 2320.35 kg ha⁻¹ were found for monoculture and silvopastoral grazing during the dry season, and 3252.08 and 2731.76 35 kg ha⁻¹, respectively, for the rainy season. In the dry season, monoculture forage presented levels of CP below that needed for animal production (5.67% of DM). In relation to the amount of CP, there were differences between the systems only in this period, the intercropped pasture presented double CP in relation to the monoculture (104 and 52 kg ha⁻¹). In the rainy season there were no differences and the values were 296 and 331 kg CP ha⁻¹ for the monoculture and silvipastoral system. In this way the silvopastoral system constitutes a better management option for the Cocais region.

Keywords: Integrated systems. Sustainability. Trees.

2.1 Introdução

A região dos Cocais se localiza em uma área de transição entre o bioma Amazônico e os Cerrados, nesse local abriga uma importante formação vegetal denominada de mata dos Cocais, formada por palmeiras predominantemente do gênero *Attalea* (babaçu). Esta região é considerada a de maior concentração de plantas oleaginosas do mundo e fonte da maior produção extrativista vegetal do país (IBGE PEVS, 2015).

As potencialidades do babaçu vão desde a geração de energia ao artesanato. Diversas atividades econômicas podem ser desenvolvidas a partir da planta. Dentre as partes desta, o fruto tem o maior potencial econômico para aproveitamento tecnológico e industrial, podendo produzir cerca de 64 produtos, tais como carvão, etanol, metanol, celulose, farináceas, ácidos graxos, glicerina, porém basicamente o carvão e o óleo têm sido produzidos em escala comercial. Dentre as diversas partes do fruto, a amêndoaa, em função da produção do óleo, tem a maior importância econômica (GONZÁLEZ-PÉREZ et al, 2012).

Toda a produção de amêndoaa de babaçu é feita em regime de economia familiar. O babaçu é integralmente aproveitado pelas famílias que sobrevivem da agricultura de subsistência associada à exploração da palmeira. São envolvidos diretamente com a economia do babaçu 400.000 extrativistas (VEIGA et al., 2011), e 1.000.000 de pessoas direta ou indiretamente (BRASIL, 2009).

Além do extrativismo, a região se destaca pela pecuária estima-se que o efetivo bovino alcance mais de 50 milhões de cabeças (IBGE, PPM 2014). A pecuária nessa área é fundamentada no uso de animais a pasto, mestiços ou de raças adaptadas ao calor como é o caso do Nelore. Estas atividades econômicas por vezes são conflitantes. Isto ocorre devido ao avanço da pecuária com a substituição total ou parcial da mata nativa para dar lugar a novas áreas de pastagens e proibição da entrada nas fazendas dos catadores de coco. A tensão nessas áreas impulsionou a organização de movimentos sociais que lutam pelo livre acesso e pela proibição da derrubada de árvores. Como resultado foram criados leis municipais que proíbem a derrubada de palmeiras e garantem o livre acesso das comunidades aos babaçus (Lei do Babaçu livre). Atualmente existe 12 municípios no Estado do Maranhão com leis regulamentadas (ARAÚJO JUNIOR et al., 2014).

Alguns pecuaristas estabelecem um consorcio entre pastagem e babaçu onde as matas são menos densas, ou anteriormente utilizadas na agricultura de subsistência, ocasionando um sistema natural de produção integrado entre a pecuária e a floresta. Empiricamente se observa uma melhor condição de pastejo nessas áreas principalmente no período seco, onde as temperaturas alcançam facilmente 40 °C. Em diversas regiões do país, a Arborização de pastagens, constituindo sistemas silvipastoris, tem se mostrado uma opção técnica e economicamente viável para promover a sustentabilidade dos sistemas de produção animal a pasto. Em tal sistemas, além de se evitar o desmatamento da área, as árvores proporcionam um ambiente mais ameno o que resulta no maior conforto animal (CASTRO, et al., 2009). Entretanto poucos estudos na região em questão foram realizados.

O objetivo desde trabalho foi avaliar a disponibilidade de forragem e valor nutricional da pastagem de capim mombaça em monocultivo em comparação com um sistema consorciado de capim mombaça e palmeiras de babaçu na época seca e chuvosa do ano na região dos Cocais.

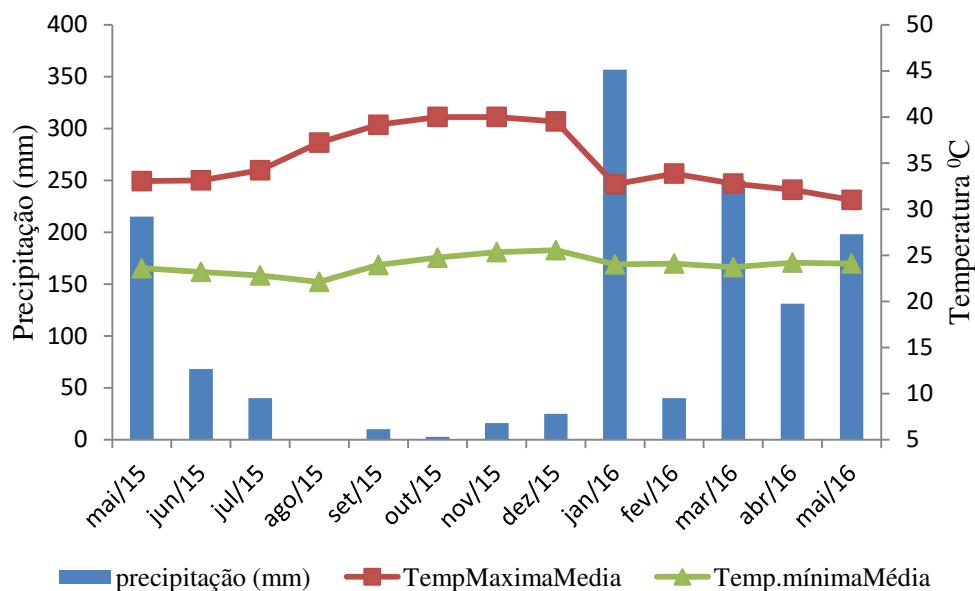
2.2 Material e métodos

Todos os procedimentos realizados nesse trabalho seguiram normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFPI) com número de protocolo 140/16.

O trabalho foi executado no campus experimental do Instituto Federal do Maranhão, Campus de Codó, MA, localizado em 04° 27' 19" latitude Sul e 43° 53' 08" longitude oeste, com altitude de 47 m. O clima é considerado tropical quente e semiúmido (Aw) com temperatura média de 27,4 °C, precipitação média anual de 1.526 mm e o tipo de solo da região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. A distribuição das chuvas é irregular, sendo 80% dessa pluviosidade distribuída de janeiro a maio, caracterizando a estação das águas, o restante do ano é considerado como estação seca, sendo os meses de agosto a dezembro considerados críticos.

O período experimental compreendeu os meses de maio a agosto de 2015 (estação seca) e os meses de janeiro a abril de 2016 (estação chuvosa). Os dados pluviométricos e de temperatura obtidos por meio de estação metereológica distante 300 m do experimento durante o período estão apresentados na Figura 01.

Figura 1. Dados pluviométricos e de temperatura máxima e mínima registrados.



As avaliações ocorreram em uma área total de 5,88 ha dividida igualmente em duas áreas de pastejo compondo dois sistemas. O primeiro sistema era composto por pastagem de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus syn*), em monocultivo. No segundo sistema a pastagem foi consorciada com árvores de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.). Essa área continha um total de 196 árvores distribuídas de forma aleatória perfazendo uma média de 67 árvores por hectare, representando um sistema natural de integração pecuária-floresta. A área sombreada foi calculada através da determinação da área de sombra das copas ao meio dia utilizando fita métrica. A pastagem de ambos os sistemas foi implantada de modo simultâneo no ano de 2013 e as áreas são adjacentes. As análises do solo referente ao ano do estabelecimento do capim mombaça (*Megathyrsus maximus syn*) se encontram na tabela 1.

Tabela 1. Análise de solo nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm no momento da implantação do capim mombaça (*Megathyrsus maximus syn*) no estabelecimento dos sistemas de pastejos no ano de 2013.

Tipo	Prof. (cm)	PH						Cmol _c /kg		mg/kg ass.	g/kg C
		H ₂ O	HCl 1N	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺		
MC	0 - 10	5,5	5,0	4,2	2,9	1,3	0,14	2,5	0	4	9,5
	10-20	5,8	4,5	2,9	2,4	0,5	0,08	3,0	0,1	3	8,1
SP	0 - 10	5,7	4,9	3,5	2,5	1,0	0,08	2,1	0	26	8,2
	10-20	5,6	4,6	2,8	2,0	0,8	0,05	2,0	0	25	5,4

MC = monocultura; SP = Silvipastoril

Cada área de pastejo era composta de sete piquetes de 4200 m² de forma rotacionada, estes eram divididos por cercas de arame farpado e davam acesso a uma área comum onde era disponibilizado sal mineral e água. Foram utilizados no experimento 12 novilhos (F1) ½ Nelore-½ CPD, nascidos no período de março a abril de 2014, com pesos iniciais de 185(±26) kg. Estes foram equitativamente divididos em dois lotes e distribuídos nas áreas de pastejo. O período de pastejo correspondeu a aproximadamente quatro dias com taxa de lotação variável, mantendo uma altura de entrada em torno de 80 cm e saída de 40 cm. Outros 09 bovinos por sistema também foram utilizados como agentes de desfoliação do pasto, para regulação da oferta de forragem. A entrada dos animais nos piquetes ocorreu após uniformização da pastagem por meio de um roço mecânico, obtendo em seguida a altura de entrada. A alimentação dos animais consistia apenas de forragem, água e sal mineral à vontade (Tabela 2).

Tabela 2. Composição e níveis de garantia fornecido pelo fabricante do sal mineral oferecido para os animais durante o experimento.

Minerais	Quantidades
Cálcio (mín)	107,00 g/kg
Cálcio (máx)	132,00 g/kg
Fósforo (mín)	88,00 g/kg
Enxofre (mín)	12,00 g/kg
Sódio (mín)	126,00 g/kg
Cobalto (mín)	55,50 mg/kg
Cobre (mín)	1.530,00 mg/kg
Ferro (mín)	1.800,00 mg/kg
Iodo (mín)	75,00 mg/kg
Manganês (mín)	1.300,00 mg/kg
Selênio (mín)	15,00 mg/kg
Zinco (mín)	3.630,00 mg/kg
Flúor (máx)	880,00 mg/kg

Avaliações diárias da altura do pasto eram tomadas em 50 pontos distintos em cada piquete. Os bovinos foram pesados a cada 28 dias, após jejum de 12 horas em balança eletrônica. Foram avaliados a disponibilidade e qualidade da forragem.

Para estimativa da produção de matéria seca por hectare foram feitas amostragens da pastagem nos dois sistemas através da técnica agronômica do corte zero (LOPES et al., 2000), por meio de quadros confeccionados de tubos de polietileno (PVC), de ¾ polegada (20 mm), com 1 metro de lado, perfazendo um espaço exato de 1 m². Estes foram lançados de forma aleatória dentro do piquete, efetuando-se o corte ao nível do

solo. Foram coletadas duas amostras por piquetes durante dois ciclos consecutivos, totalizando 28 amostras por sistema em cada período. Da biomassa coletada, foi retirada uma subamostra, que foi submetida à separação botânica em lâmina foliar, colmo + bainha e material morto. Estas frações foram pesadas, antes e após a secagem em estufa com ventilação forçada (65 °C por 72 horas), para determinação dos teores de matéria seca (MS). Foram então calculados os teores de massa seca total de forragem (MSTF), massa seca de forragem verde (MSFV), massa seca de lâminas foliares verdes (MSLV), massa seca de colmos (MSCV), massa seca de forragem morta (MS/FM), relação forragem viva/forragem morta (MV/MM) e relação folha/colmo (F/C).

Para análise da qualidade da forragem, foram colhidas amostras por meio de pastejo simulado nos dias referentes ao pastejo animal no piquete nos meses de agosto de 2015 (seca) e maio de 2016 (chuvas). As amostras foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 h e moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivos de 2 mm, para posterior avaliação. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) seguindo os procedimentos padrões da AOAC (1997). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme Van Soest et al. (1991). O teor de fósforo foi determinado colorimetricamente e o teor de cálcio, utilizando um espectrômetro de absorção atômica polarizado Zieman AAS Hitachi Z-5000 (AOAC, 1980). Calculou-se o teor de carboidratos não fibrosos de acordo com Sniffen et al. (1992) pela fórmula ($CNF=100-(PB+EE+MM+FDNcp)$), de carboidratos totais [$CHOT=FDN+CNF$], e nutrientes digestíveis totais $NDT=-2,49+1,0167DMO$ segundo Cappelle et al. (2001).

Para determinação *in vitro* da matéria seca (DIVMS) as amostras foram submetidas ao procedimento de digestibilidade pela técnica de dois estágios modificada, em aparelho automatizado Ankom® DaisyII Incubator .

Após a determinação dos teores de proteína bruta das amostras, foi estimada a quantidade de PB ($kg\ ha^{-1}$), no pasto em cada sistema, por meio da multiplicação do teor médio de PB da forragem pela massa seca de forragem verde.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, os tratamentos corresponderam ao sistema de pastejo (em monocultura e em silvipastoril), a unidade experimental correspondeu a amostras compostas de cada piquete e os períodos compreenderam a estação seca de 2015 e chuvosa de 2016.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS 9.3, 2016) e foi aplicado teste múltiplo de médias para comparação dos tratamentos e períodos (teste de Tukey).

2.3 Resultados e discussões

A presença das árvores na pastagem não afetou a disponibilidade de forragem. Foram encontrados valores semelhantes de disponibilidade de forragem total, massa de forragem viva, folhas, colmos, material morto e relação folha/colmo e material vivo/material morto nos sistemas no mesmo período (Tabela 3).

Tabela 3 . Disponibilidade de forragem (*Megathyrsus maximus syn*) submetidos a dois tratamentos: monocultivo e silvipastoril no período seco e chuvoso.

Variáveis ¹	Tratamentos		Média ± EP	CV%
	Sol	Sombra		
Período Seco				
MSFT	2213,94	2320,35	2267,14 ± 393,58	42,52
MSFV	929,16	1420,41	1174,79 ± 227,15	47,36
MSLV	460,18	868,44	664,31 ± 141,84	48,3
MSCV	468,99	551,97	510,48 ± 137,09	45,78
MSFM	1284,77	899,94	1092,36 ± 306,09	48,65
MV/MM	0,85	3,12	1,99 ± 0,97	49,97
F/C	2,00	1,53	1,77 ± 0,51	40,62
Período chuvoso				
MSFT	3252,08	2731,76	2991,92 ± 345,41	39,99
MSFV	2877,18	2508,63	2692,90 ± 246,38	31,69
MSLV	2084,03	1779,39	1931,71 ± 127,37	22,84
MSCV	793,15	729,23	761,19 ± 141,40	44,35
MSFM	374,90	223,13	366,27 ± 105,73	42,49
MV/MM	28,79	44,70	36,74 ± 11,68	40,07
F/C	4,52	3,80	4,16 ± 0,87	42,76

MSFT: massa seca de forragem total; MSFV: massa seca de forragem verde; MSLV: massa seca de lâminas verdes; MSCV: massa seca de colmos verdes; MV/MM: proporção material verde/material morto; F/C: proporção folha colmo

Letras diferentes na mesma linha diferem-se pelo teste tukey a 5% de probabilidade

¹ valores em kg/ha.

A densidade de palmeira de 67 árvores por hectare no sistema silvipastoril produziu uma área sombreada de 7.604,4 m², o que representou 26% de área total deste setor. Este nível de sombreamento é considerado mediano por Obispo et al. (2008) que avaliaram sistemas silvipastoris com capim Mombaça. Paciullo et al. (2007) observaram

que o sombreamento moderado de até 35% permite que a radiação atinja o dossel forrageiro com qualidade suficiente, para uma fotossíntese eficiente, favorecendo diversos processos relacionados ao desenvolvimento vegetal.

A massa seca de forragem verde (MSFV) e a massa seca de forragem morta (MSFM) do pasto não foi influenciada ($p>0,05$) pelo tipo de pastagem – silvipastoril e em monocultivo – Entretanto no período seco pode-se observar valores relativamente baixos para MSFV e altos para MSFM. Já no período chuvoso esses valores se invertem com valores altos para MSFV e baixos para MSFM. Esta flutuação ao longo do ano caracteriza a forte estacionalidade na produção de forragem, conforme relatado por outros autores na região (LOPES et al., 2004; AROEIRA et al., 2005; PACIULLO et al., 2008). O estresse hídrico principalmente no mês de agosto impede o desenvolvimento da forrageira e acelera sua senescência fazendo com que ocorra grande quantidades de material morto em ambos sistemas.

O fato da redução da luminosidade não interferir na massa de forragem pode ser atribuída também à tolerância do capim mombaça ao sobreamento moderado (CASTRO et al., 1999; ANDRADE et al., 2001;). Matta et al. (2009) observaram valores altos de massa de forragem para o capim mombaça durante estabelecimento desta gramínea em nível de até 75% de sobreamento, o que levaram os autores a recomendar seu estabelecimento nos sistemas silvipastoris ou agrosilvipastoris.

O valor nutritivo da forragem no mês de agosto e em abril indicam que com a chegada das chuvas ocorreu uma melhora no valor nutritivo nos sistemas e que nesse período a qualidade do capim são equivalentes. Entretanto, considerando apenas o período seco o sistema de monocultivo apresenta níveis de proteína abaixo do mínimo necessário para o desempenho animal (Tabela 4).

Segundo Minson (1990) um alimento e/ou dieta deve conter pelo menos 7% de PB para fornecer nitrogênio suficiente para uma efetiva fermentação microbiana no rúmen. A deficiência de nitrogênio ocasiona uma diminuição no ritmo da degradação do alimento no rúmen resultando na depressão do consumo face à redução da digestibilidade, que está relacionada com a intensidade da atividade microbiana.

O aumento do teor proteico em pastagens sombreadas é relatado por diversos autores (WILSON, 1996; PACIULLO et al., 2007; SOUSA et al., 2010). Em condições de sobreamento natural, observam-se aumentos da degradação da matéria orgânica e da reciclagem de nitrogênio no solo. Portanto, os maiores teores de PB do pasto, em

pastagens integradas com árvores, podem estar associados ao maior fluxo de nitrogênio no solo.

Tabela 4. Valor nutritivo da pastagem de capim mombaça (*Megathyrsus maximus syn*) em sistema de monocultivo e em silvipastoril durante os meses de agosto de 2015 (período seco) e abril de 2016 (período chuvoso).

Variáveis	Período Seco		Período chuvoso	
	MC	SP	MC	SP
⁽¹⁾ Matéria seca	41,18	36,23	27,48	25,81
⁽²⁾ Matéria orgânica	90,44	90,06	90,66	90,65
⁽²⁾ Proteína bruta	5,67	7,33	9,34	13,20
⁽²⁾ Extrato etéreo	1,50	1,90	1,93	1,91
⁽²⁾ Fibra em detergente neutro	66,44	64,00	63,52	64,37
⁽²⁾ Fibra em detergente ácido	37,44	35,47	37,22	37,01
⁽²⁾ Hemicelulose	29,00	28,54	26,30	27,36
⁽²⁾ Carboidratos não fibrosos	16,83	16,82	15,87	11,18
⁽²⁾ Carboidratos totais	83,27	80,82	79,38	75,54
⁽²⁾ Fósforo	0,12	0,13	0,22	0,20
⁽²⁾ Cálcio	0,46	0,49	0,39	0,36
⁽²⁾ Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS	53,95	60,98	61,19	62,99
⁽²⁾ Digestibilidade <i>in vitro</i> da MO	49,79	57,74	58,18	60,09
⁽²⁾ Nutrientes digestíveis totais	48,13	56,22	56,66	58,61

MC= monocultivo; SP = Silvipastoril

⁽¹⁾Valores em % da matéria natural.

⁽²⁾valores em % da matéria seca.

Em sistemas integrados podem ocorrer uma diminuição no teor de MS. Esta diminuição provavelmente pode estar associado ao maior teor de umidade nas plantas sombreadas proporcionada por um microclima mais ameno em torno das árvores o que reduz a evapotranspiração permanecendo a planta mais tenra e suculenta por mais tempo (SOUZA et al., 2007). Provavelmente nesses sistemas a taxa de fotossíntese líquida seja menor em virtude da redução da radiação fotossintética ativa ocasionando uma menor fixação de CO₂ nas folhas sombreadas reduzindo assim o teor de matéria seca. (GOBBI et al., 2011). Entretanto no presente estudo essa provável diminuição no teor de matéria seca não ocasionou diminuição de massa de forragem

O tecido fibroso é diretamente influenciado pela presença de luz. A elevação do teor de fibras no sistema em monocultivo (pleno sol) pode estar relacionado à grande quantidade de tecido morto e a maior proporção de tecido esclerenquimático (Tabela 3). Este em condição de alta luminosidade, apresentam células com paredes mais espessas do que em condições de sombreamento. Da mesma forma a velocidade de

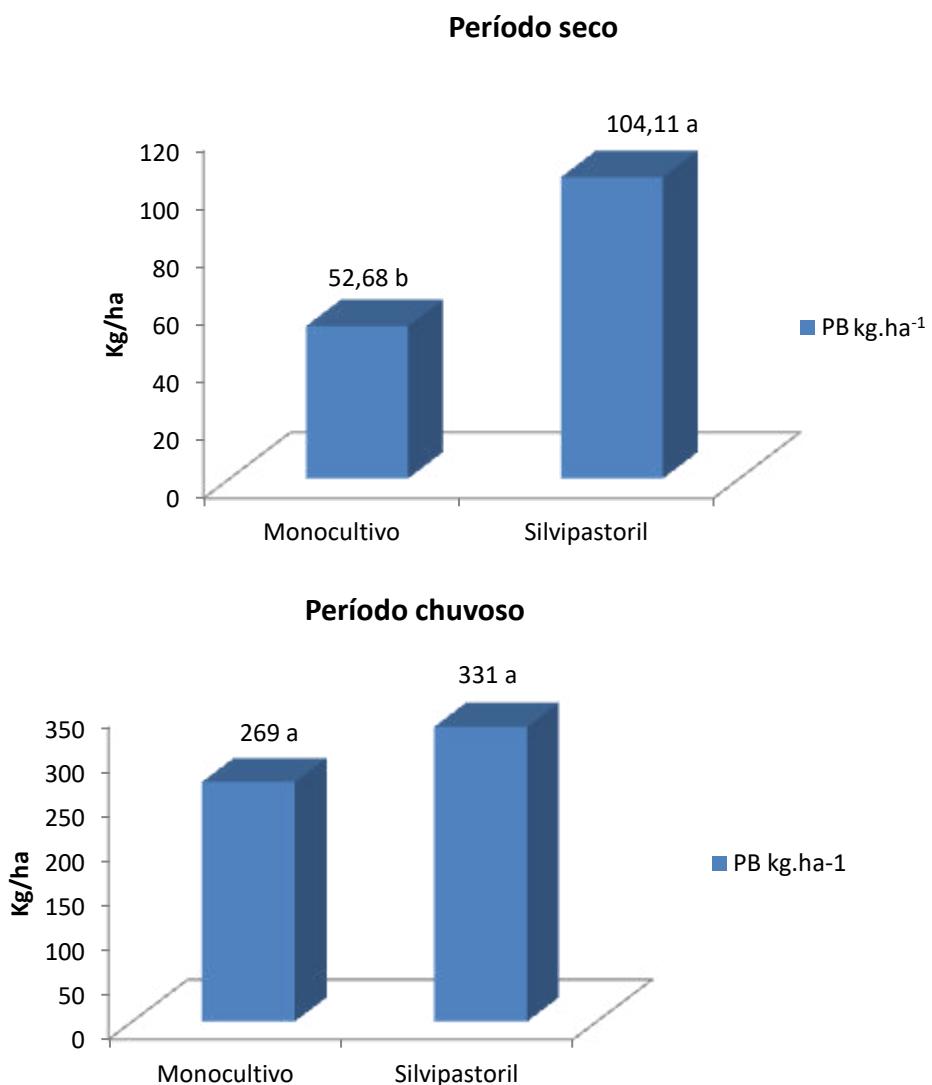
desenvolvimento do capim é influenciada pelo nível de luminosidade interceptado, o que acelera o desenvolvimento em pleno sol em relação a condição sombreada, o que pode ocasionar um aumento da quantidade de forragem senescente nesse sistema (CARVALHO et al., 2002).

Em termos de digestibilidade os efeitos do sombreamento encontrados na literatura mostram uma inconstância, pois esses valores podem variar com diferentes fatores que influenciam na composição química da forragem (CASTRO et al., 2009). Nesse estudo, os menores valores de DIVMS e DIVMO foram encontrados para a forragem em monocultivo durante o período seco.

Em relação à quantidade de proteína por hectare, ocorreram diferenças entre os sistemas durante o período seco. Neste período a quantidade de proteína disponível no sistema silvipastoril foi o dobro do sistema em monocultivo (Figura 2). Este fato constata que na estação seca ocorreu uma maior aquisição de nitrogênio nas plantas na sombra, e que embora não fosse observado diferenças de massa de forragem verde, este ambiente se apresenta mais propício a exploração animal. No período chuvoso, o aumento no teor proteico no sistema silvipastoril verificado na tabela 4 não refletiu em diferenças na oferta de proteína entre os sistemas. Isto ocorreu em virtude da recuperação da pastagem o que elevou a massa disponível, sobretudo no monocultivo. Nesse período a oferta de proteína alcançou valores de 269 kg.ha^{-1} e 331 kg.ha^{-1} nos sistemas de monocultivo e silvipastoril, respectivamente.

Os dados obtidos nesse estudo apontam que não é necessário o desmatamento da área para implantação de uma pastagem em monocultura, que sistemas integrados com palmeiras na região dos Cocais exercem um papel importante apresentando uma maior quantidade de proteína por hectare durante a época mais crítica do ano, além de possuir massas de forragens semelhantes tanto no período seco como chuvoso. Isto abre uma perspectiva de melhor convívio entre as atividades extrativista e pecuária, onde a presença das palmeiras fazem parte da vida social, cultural e econômica da população.

Figura 2. Quantidade de proteína bruta (kg.ha^{-1}) encontrada no pasto de capim mombaça (*Megathyrsus maximus syn*) em sistema de monocultivo e em sistema silvipastoril no período seco e chuvoso na região dos Cocais.



Letras minúsculas diferentes na mesma ilustração diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.4 Conclusão

O sistema silvipastoril, formado por capim mombaça e palmeiras de babaçu apresentam quantidades de massa de forragem semelhantes ao sistema em monocultivo de capim mombaça nos períodos seco e chuvoso do ano.

Durante o período seco o sistema silvipastoril disponibiliza maior quantidade de proteína bruta na pastagem em relação ao monocultivo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE C. M. S *et al.* Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3,p.263-270, 2004.
- AOAC - Association Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13 ed. Washington, D.C. AOAC, method 927.02. 1980.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists.Official methods of analysis. 16. ed. 3rd Revision, Washington, D.C.: AOAC, method 991.36. 1997.
- ARAÚJO JÚNIOR, M.E.; DMITRICK, E.J.; MOURA, J.C da C. A lei do babaçu livre, estratégias de proteção e regulamentação das atividades das quebradeiras de coco no estado do Maranhão. **Sequencia**, n.68, p. 129-157, 2014.
- AROEIRA, *et al.*. Disponibilidade, composição bromatológica e consumo de matéria seca em pastagem consorciada de *Brachiaria decumbens* com *Stylosanthes guianensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.413-418, 2005.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Ministério do Meio Ambiente. Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu. Brasília, DF, 2009, 9p. Disponível em: <<http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/planonacionaldepromoodosprodutosdasociobiodiversidade/contents/>>. Acesso em 20 jan. 2017.
- CAPPELLI, E. R.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, J. F. C. da; SECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Inicio de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas tropicais sob condições de sombreamento natural. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.
- CASTRO C.T.R. *et al.* Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28,n.5, p. 919-927, 1999.
- CASTRO, C.R.T. *et al.* Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.19-25, 2009.
- GOBBI, E.F. *et al.* Specific leaf area and quantitative leaf anatomy of signalgrass and forage peanut submitted to shading. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40,n.7, p.1436-1444, 2011.
- GONZÁLEZ-PÉREZ, S.A; COELHO-FERREIRA, M.; GARCÉZ, C.L.L Conhecimento e usos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. E *Attalea eichleri* (Drude) A. J. Hend.) entre os Mebêngôkre-Kayapó da Terra Indígena Las Casas, estado do Pará, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, n.26, v.2, p.295-308, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Produção da extração vegetal e da silvicultura**, v 30, 2015. 48p. disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2015_v30.pdf> Acesso em: 6 nov. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Produção da Pecuária Municipal**, v.42, 2014. 36p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf> Acesso em: 6 nov. 2016.

LOPES, F.C.F.; *et al.* Efeito da suplementação e do intervalo de pastejo sobre a qualidade da forragem e consumo voluntário de vacas Holandês x Zebu em lactação em pastagem de capim elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.355-362, 2004.

LOPES, R.S. *et al.* Avaliação de métodos para estimativa da disponibilidade de forragem em pastagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.40-47, 2000.

MATTA, P.M. *et al.* Efeito de sombreamento no estabelecimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal** v. 17, n. p97-102, 2009.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press, USA. 483p. 1990.

OBISPO, N.E. *et al.* Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. **Zootecnia Tropical**, v. 26, n. 3, p. 285-288, 2008.

PACIULLO, D.S.C *et al.* Crescimento de capim *braquiária* influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.

PACIULLO, D.S.C.. *et al.* Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows**: version 9.3.Cary, 2016.

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

SOUSA, L.F. *et al.* Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R. Nutritional evaluation of “Braquiarão” grass in association with

“Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.189-199, 2010.

VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polyssacarides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VEIGA, I.;PORRO, M.N.; da MOTA, D.M. Movimentos sociais contemporâneo e processos de territorialização por comunidades tradicionais: a construção da identidade política do movimento das quebradeiras de coco babaçu. **Estudos de Sociologia**, n.1, v..17, 2011.

WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

**CAPÍTULO II - METANO ENTÉRICO DE BOVINOS EM PASTAGEM
EM MONOCULTIVO E EM SISTEMA SILVIPASTORIL NA REGIÃO DOS
COCAIS**

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a emissão de metano entérico de animais Curraleiro-Pé-duro (CPD) – Nelore (F1) em um sistema silvipastoril de capim Mombaça com palmeiras de Babaçu em comparação com uma pastagem em monocultivo na região dos Cocais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso. Os tratamentos foram considerados o tipo de pastagem (silvipastoril e em monocultivo) as variáveis independentes: peso vivo, ganho de peso diário (GPD kg), consumo de matéria seca (CMS kg), emissão de metano grama dia, metano quilo ano, emissão de metano em grama por quilo de peso vivo, emissão de metano em grama por quilo de GPD, emissão de metano em grama por quilo de CMS, perda de energia bruta na forma de metano, incluindo os efeitos fixos de animal, período de coleta e tratamento. O período de coleta foi considerado como medida repetida no tempo. Foram utilizados 6 novilhos em cada sistema com pesos iniciais de 185(± 26) kg e com idades semelhantes. Cada área foi dividida em 7 piquetes de 4.200 m². A altura de entrada e saída dos animais nos piquetes era em torno de 80 e 40 cm, respectivamente. A alimentação consistia de pasto, sal mineral e água à vontade. O período experimental compreendeu a estação seca de 2015, (maio a agosto) e a estação chuvosa de 2016 (janeiro a abril). Os bovinos foram pesados a cada 28 dias, após jejum de 12 horas. Foram avaliados de modo simultâneo o consumo de matéria seca , emissão de metano entérico e desempenho animal. O consumo de matéria seca da forragem foi estimado pelo método indireto utilizando o LIPE® como indicador externo. A digestibilidade *in vitro* pela técnica de dois estágios modificada, em aparelho automatizado Ankom® DaisyII Incubator e a emissão de metano pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre. As avaliações de metano aconteceram nos dias 24/08/2015 a 29/08/2015 (época seca), e 04/04/2016 a 09/04/2016 (época chuvosa). As emissões por animal nos sistemas foram semelhantes no mesmo período em torno de 45 kg/ano (época seca) e 70 kg/ano (época chuvosa). No período seco a intensidade de emissão (kg de CH₄ por ganho de peso diário) foi menor e houve diferenças em relação a perda de energia bruta por CH₄. O sistema silvipastoril apresentou menor perda, os animais se mostraram mais eficiente no aproveitamento da energia contida no alimento. Na época chuvosa ocorreu maior consumo de matéria seca nos sistemas não havendo diferenças entre os tratamentos, o GPD foi em torno de 1 kg/dia. Dessa forma, o sistema silvipastoril se assemelha ao sistema de pastagem em monocultivo que passou por uma etapa de

desmatamento. O fato de desmatar toda a área não ofereceu vantagem em termos de produção e emissão de metano pelos animais nas condições estudadas. O sistema silvipastoril representa uma opção de manejo sustentável e os bovinos CPD-Nelore uma opção de produção de carne no sistema.

Palavras-chave: Curraleiro-pé-duro-nelore. Gases de efeito estufa. Pecuária.

ABSTRACT

Objective of this work was to evaluate the emission of enteric methane from Curraleiro-Pé-duro (CPD) - Nelore (F1) animals in a silvopastoral system of Mombaça grass with Babaçu palms compared to a monoculture pasture in the Cocais region . The experimental design was in randomized blocks. The treatments were considered as the pasture type (silvipastoril and in monoculture) the independent variables: live weight, daily weight gain (DWG kg), dry matter intake (DMI kg), methane emission in grams day, Methane emission in grams per kilogram of live weight, methane emission in grams per kilogram of DWG, methane emission in grams per kilogram of DMI, loss of gross energy in the form of methane, including fixed animal effects, collection period and tratament. Collection period was considered as a repeated measure in time. Six steers were used in each system with initial weights of 185 (\pm 26) kg and similar ages. Each area was divided into 7 pickets of 4,200 m². The height of entry and exit of the animals in the pickets was around 80 and 40 cm, respectively. The food consisted of grass, mineral salt and water at will Experimental period comprised the dry season of 2015 (May to August) and the season of the year (May to August). (January to April). The cattle were weighed every 28 days after a 12-hour fast. The dry matter intake, enteric methane emission and animal performance were simultaneously evaluated. Forage dry matter intake was estimated using the indirect method using LIPE ® as an external indicator. The in vitro digestibility by the modified two-stage technique in Ankom® DaisyII Incubator automated apparatus and the emission of methane by the tracer gas technique sulfur hexafluoride. Methane assessments occurred on 08/24/2015 to 08/29/2015 (dry season), and 04/04/2016 to 04/09/2016 (rainy season). Emissions per animal in the systems were similar in the same period around 45 kg / year (dry season) and 70 kg / year (rainy season). In the dry period the emission intensity (kg of CH₄ per daily weight gain) was lower and there were differences in relation to the loss of gross energy by CH₄. The silvopastoral system showed less loss, the animals showed to be more efficient in the use of the energy contained in the food. In the rainy season, there was a higher intake of dry matter in the systems, with no difference between the treatments, the WDG was around 1 kg / day. In this way, the silvopastoral system resembles the monoculture pasture system that has undergone a deforestation stage. The fact of deforesting the whole area did not offer an advantage in terms of the production and emission of methane by the animals under the conditions studied. The silvopastoral

system represents a sustainable management option and the CPD-Nelore cattle an option of meat production in the system

Keywords: Curraleiro-pé-duro-nellore. Greenhouse gases. Livestock.

3.1 Introdução

O Brasil é considerado o segundo maior produtor comercial de carne no mundo (FAO, 2013). O sistema de produção em sua grande maioria ocorre a pasto, baseado no consumo de forrageiras tropicais (DIAS FILHO, 2014). Entretanto, a pecuária brasileira é apontada internacionalmente como sendo uma atividade baseada no desmatamento e com grande impacto na emissão de gases do efeito estufa (GEE) como o metano entérico (GREENPEACE, 2009). Os organismos internacionais se baseiam em estudos gerados em condições de outros países onde são produzidas estimativas e índices que são extrapolados para o Brasil, gerando valores de emissões superdimensionados que se fundamentam, sobretudo nos baixos índices zootécnicos verificados em sistemas de exploração animal em pastagens degradadas o que tem gerado grandes quantidades de GEE por quilo de carne produzidos (IPCC, 2007). No entanto, o Brasil é um país continental com diversas realidades e sistemas de produção variados e estes devem ser levados em conta para se ter uma estimativa confiável das emissões na pecuária brasileira.

Neste sentido o governo brasileiro tem financiado projetos em rede como a rede PECUS (Pecuária Sustentável) para avaliar a dinâmica dos GEE com objetivo de estimar a contribuição de diferentes sistemas de produção, identificando possíveis estratégias de mitigação e contribuindo para a obtenção de um inventário próprio das emissões brasileiras. Uma etapa importante é conhecer a emissão de metano de bovinos a pasto nos mais variados sistemas (BERNDT & TOMKINS 2013).

Dentre as várias estratégias possíveis de mitigação nesse setor se destacam o uso racional das pastagens, suplementação, adoção de sistemas integrados e uso de animais adaptados ao meio (THORNTON & HERRERO, 2010). Com isto se busca a melhoria na produtividade animal podendo ocorrer uma redução da emissão por animal e/ou de metano por quilo de produto gerado.

A presença de bovinos localmente adaptados no território brasileiro abre um leque de oportunidade para uso em regiões de clima quente. Cruzamentos entre zebuíños e taurinos adaptados, como a raça Curraleiro-Pé-Duro (CPD), vem ganhando destaque, principalmente pela qualidade da carne e resiliência ao período seco (CARVALHO et al., 2013). No cenário atual de mudanças climáticas a presença desses animais representa um patrimônio genético de grande valor, sobretudo por serem rústicos e adaptados ao calor (AZEVEDO et al., 2008).

Sistemas de integração pecuária floresta ou silvipastoris representam uma forma sustentável de exploração com potencial de frear o desmatamento, sobretudo em regiões onde essa prática é ilegal ou causa danos irreversíveis ao ecossistema e a população como é o caso da mata dos Cocais, onde cerca de um milhão de pessoas vivem do extrativismo do babaçu (*Attalea ssp.*) (BRASIL, 2009). Esta região é marcada por conflitos sociais que buscam a proibição da derrubada de árvores e o livre acesso da população extrativista a áreas de mata. Como resultado foram criadas leis municipais denominadas de “Lei do Babaçu Livre” que asseguram o livre acesso a áreas de coleta de cocos e a proibição da derrubada total de palmeiras (ARAÚJO JUNIOR et al., 2014)

Uma forma de conciliar a atividade extrativista e pecuária é o uso de sistemas integrados. Na região é relativamente comum o uso do consórcio entre pastagem e palmeiras. Entretanto há poucos estudos referentes à contribuição que esses ambientes possam trazer na produção de carne e emissões geradas, e não há relatos da emissão de metano entérico de animais nativos plenamente adaptados ao meio ou seus cruzados. Desta forma o presente estudo pretende contribuir na geração de dados nacionais de emissão de metano entérico de animais adaptados aos trópicos, mestiços Curraleiro-Pé-duro em um sistema silvipastoril de capim Mombaça com palmeiras de Babaçu em comparação com uma pastagem em monocultivo na região dos Cocais.

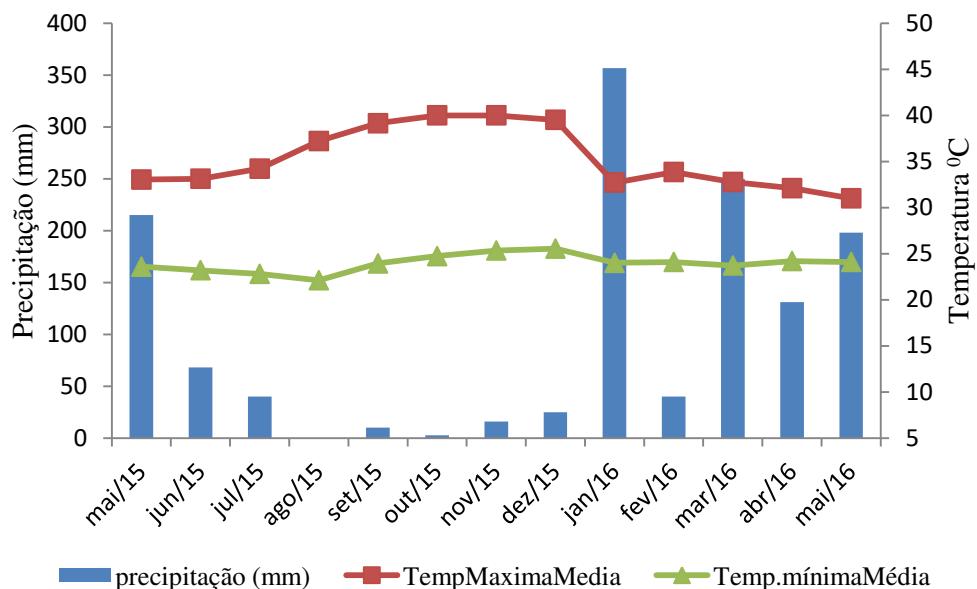
3.2 Material e métodos

Todos os procedimentos realizados nesse trabalho seguiram normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFPI) com número de protocolo 140/16.

O trabalho foi executado no campus experimental do Instituto Federal do Maranhão, Campus de Codó-MA, localizado em 04°27'19"S e 43°53'08"W, com altitude de 47 m. O tipo de solo da região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. O clima é considerado tropical quente e semiúmido (Aw) com temperatura média de 27,4 °C e precipitação média anual de 1.526 mm. A distribuição das chuvas é irregular, sendo 80% dessa pluviosidade distribuída de janeiro a maio, caracterizando a estação das águas, o restante do ano é considerado como estação seca, sendo os meses de agosto a dezembro considerados críticos.

O período experimental compreendeu a estação seca de 2015, nos meses de maio a agosto e a estação chuvosa de 2016, nos meses de janeiro a abril. Os dados pluviométricos obtidos por meio de estação metereológica distante 300 m do experimento durante o período estão apresentados na Figura 1.

Figura 1. Dados pluviométricos e de temperatura máxima e mínima registrados.



As avaliações ocorreram em uma área total de 5,88 ha dividida igualmente em duas áreas de pastejo compondo dois sistemas. O primeiro sistema era composto por pastagem de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus syn*), em monocultivo. No segundo sistema a pastagem foi consorciada com árvores de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.). Essa área continha um total de 196 árvores distribuídas de forma aleatória perfazendo uma média de 67 árvores por hectare, representando um sistema natural de integração pecuária-floresta. A área sombreada foi calculada através da determinação da área de sombra das copas ao meio dia utilizando fita métrica e totalizou 26% de sombra produzindo uma área sombreada de 7.604 m²

A pastagem de ambos os sistemas foi implantada de modo simultâneo no ano de 2013 e as áreas eram adjacentes. As análises do solo referente ao ano do estabelecimento do capim mombaça (*Megathyrsus maximus syn*) se encontram na tabela 1.

Tabela 1. Análise de solo nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm no momento da implantação do capim mombaça (*Megathyrsus maximus syn*) no estabelecimento dos sistemas de pastejos no ano de 2013.

Tipo	Prof. (cm)	PH				Cmol _c /kg			mg/kg ass.	g/kg
		H ₂ O	HCl	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺		
MC	0 - 10	5,5	5,0	4,2	2,9	1,3	0,14	2,5	0	4 9,5
	10-20	5,8	4,5	2,9	2,4	0,5	0,08	3,0	0,1 3	8,1
SP	0 - 10	5,7	4,9	3,5	2,5	1,0	0,08	2,1	0 26	8,2
	10-20	5,6	4,6	2,8	2,0	0,8	0,05	2,0	0 25	5,4

Prof. = profundidade; MC = monocultura; SP = Silvipastoril

Cada área de pastejo era composta de sete piquetes de 4200 m² de forma rotacionada, estes eram divididos por cercas de arame farpado e davam acesso a uma área comum onde era disponibilizado sal mineral e água. Foram utilizados no experimento 12 novilhos (F1) ½ Nelore-½ CPD, nascidos no período de março a abril de 2014, com pesos iniciais de 185(±26) kg, esses foram equitativamente divididos em dois lotes e distribuídos nas áreas de pastejo. O período de pastejo correspondeu a aproximadamente quatro dias com taxa de lotação variável, mantendo uma altura de entrada em torno de 80 cm e saída de 40 cm. Outros 09 bovinos por sistema também foram utilizados como agentes de desfoliação do pasto, para regulação da oferta de forragem. A entrada dos animais nos piquetes ocorreu após uniformização da pastagem por meio de um roço mecânico, obtendo em seguida a altura de entrada. A alimentação dos animais consistia apenas de forragem, água e sal mineral à vontade (Tabela 2).

Tabela 2. Composição e níveis de garantia fornecido pelo fabricante do sal mineral, oferecido para os animais durante o experimento.

Minerais	Quantidades
Cálcio (mín)	107,00 g/kg
Cálcio (máx)	132,00 g/kg
Fósforo (mín)	88,00 g/kg
Enxofre (mín)	12,00 g/kg
Sódio (mín)	126,00 g/kg
Cobalto (mín)	55,50 mg/kg
Cobre (mín)	1.530,00 mg/kg
Ferro (mín)	1.800,00 mg/kg
Iodo (mín)	75,00 mg/kg
Manganês (mín)	1.300,00 mg/kg
Selênio (mín)	15,00 mg/kg
Zinco (mín)	3.630,00 mg/kg
Flúor (máx)	880,00 mg/kg

Avaliações diárias da altura do pasto eram tomadas em 50 pontos distintos em cada piquete. Os bovinos foram pesados a cada 28 dias, após jejum de 12 horas em balança eletrônica, totalizando 04 pesagens por período (seco e chuvoso). Foram avaliados de modo simultâneo o consumo de matéria seca, emissão de metano entérico e desempenho animal.

Para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da forragem pastejada para posterior análise do consumo, realizou-se simulação do pastejo durante o período da coleta de metano. Foram colhidas amostras por seis dias consecutivos. Após a colheita, as amostras foram secas a 65 °C, por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, e processadas em moinho com peneira de 1 mm e, no final do período, homogeneizadas em amostras compostas, referentes a cada dia de colheita. As amostras foram submetidas ao procedimento de digestibilidade *in vitro* pela técnica de dois estágios modificada, em aparelho automatizado Ankom® DaisyII Incubator de acordo com Santos et al. (2000). Nesta técnica cada amostra é pesada em duplicata contendo 0,25 g do volumoso e acondicionada em saco filtro de fibra F57 da ANKOM®, para seguida, serem acondicionados nos jarros providos de líquido ruminal. Este líquido foi colhido de um bovino fistulado que se alimentava com a mesma dieta dos animais do experimento. Antes de sua utilização nos jarros, procedeu-se à homogeneização em liquidificador pré-aquecido a 39 °C, durante aproximadamente 30 segundos. Após esse procedimento o líquido ruminal foi devidamente filtrado em pano de gaze dobrado quatro vezes e espremidos à mão até serem obtidos 400 mL. Foi adicionado CO₂ ao recipiente que recebeu líquido ruminal, ao liquidificador antes de ser usado, e também em cada jarro durante 30 segundos, após a colocação da solução tampão (1600 mL/jarro) e dos sacos filtro, para imediatamente fechá-los com tampa dotada de válvula de escape de gases. A temperatura foi mantida em 39 °C e os sacos-filtro foram incubados por 48 horas nos jarros do Fermentador Ruminal DaisyII. O método de 2 estágios foi completado pela adição de cerca de 30 mL de HCl 6 N e 8g de pepsina (1:10.000) em cada jarro, mantendo a temperatura à 39 °C por mais 24 horas. A pepsina foi dissolvida em 34 mL de H₂O destilada a 35 °C durante cinco minutos em agitador e, em seguida, foi verificado o valor do pH (2 - 3,5). No término desse período, os jarros foram drenados e os sacos lavados no próprio jarro fermentador, 5 a 6 vezes com água destilada. O gás contido nos sacos foi removido com delicada pressão das mãos sobre os mesmos. Os sacos foram secos a 105 °C em estufa (Fanem modelo 315) por 24 horas para a secagem definitiva e determinação da digestibilidade *in vitro* da

matéria seca (DIVMS). A energia bruta foi obtida pela combustão das amostras em bomba calorimétrica adiabática (PARR Instruments).

O consumo de matéria seca da forragem (CMSF) foi estimado pelo método indireto, em que o consumo consiste na razão entre a produção fecal diária e a indigestibilidade da forragem consumida. A estimativa da produção fecal foi realizada por meio da utilização do LIPE® como indicador externo conforme descrito por Saliba (2005). O LIPE® foi fornecido na forma de cápsulas, na dosagem de 0,5g por novilho/dia, por um período de sete dias (dois dias de adaptação e cinco dias de colheita de fezes). As fezes foram colhidas diretamente do reto do animal, em sacos plásticos identificados, no mesmo horário de fornecimento do indicador, durante cinco dias consecutivos. As amostras foram congeladas a -5 °C e, ao final do período, foi feita uma amostra composta de cada animal para posteriores análises laboratoriais. No laboratório, as amostras de fezes foram descongeladas em temperatura ambiente, secas a 65 °C por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, moídas e analisadas quanto ao teor de LIPE®. Esta foi realizada por espectroscopia no infravermelho, utilizando-se um aparelho modelo Watson Galaxy séries FTIR3000, com pastilhas de KBr e transformada de Fourier. A produção fecal foi calculada pela razão logarítmica das intensidades de absorção das bandas espectrais entre os comprimentos de onda λ_1 (1050 nm) e λ_2 (1650 nm) como descrito por Saliba (2005). O consumo total de matéria seca (kg/dia) foi então calculada da seguinte forma: CMSF = Produção fecal (kg MS/dia) / (1 – Digestibilidade “in vitro” da matéria seca da forragem).

A emissão de metano entérico nos animais em pastejo foi determinada pela técnica do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6) descrito por Johnson & Johnson (1995), adaptada no Brasil por Primavesi et al. (2004) e aprimorada por Berndt et al. (2014).

Nesta técnica, utiliza-se um tubo de permeação (cápsula), emissor de gás SF_6 com fluxo constante conhecido, inserido no rúmen. Assume-se que o padrão de emissão de SF_6 simule o padrão de emissão de CH_4 e a quantificação de metano na amostra é realizada em função das concentrações de SF_6 .

Após a confecção das cápsulas, estas foram pesadas vazias (tara), em seguida, foram imersas em nitrogênio líquido, atingindo a temperatura criogênica de (-196 °C) e preenchidas com o gás SF_6 . Posteriormente, ao averiguar o peso das cápsulas com a carga de SF_6 , as mesmas foram colocadas banho-maria com água a 39 °C e pesadas semanalmente em balança de precisão para determinar a taxa de emissão de SF_6 . Foram

necessárias 6 semanas para encontrar a variabilidade das taxas de emissão de SF₆ menor do que 5% e assim conhecer a taxa de liberação do gás.

As cápsulas de permeação foram então inseridas em cada animal via sonda orofágica, sendo que cada cápsula continha um número de identificação e taxa de emissão de SF₆ conhecida.

Os animais foram adaptados aos aparelhos de amostragem (cangas e cabrestos) por período de 20 dias. O aparelho coletor-armazenador, chamado canga, foi formado com 3 segmentos de cano soldável PVC de 60 mm, sendo duas hastes de 40 cm ligadas a uma haste transversal de 19 cm por dois joelhos de 90 graus de PVC de 60 mm. A estrutura foi vedada por 2 taps na porção inferior. Após sua confecção, ocorreu a instalação de uma válvula de gás permitindo a entrada e saída do gás para o interior do aparelho.

Em seguida, um cabresto equipado com tubo capilar foi ajustado na cabeça do animal e conectado a uma canga amostradora submetida previamente a uma bomba de vácuo (Figura 2)

Figura 2: Aparato de coleta de metano composto por canga, cabresto e tudo capilar.



A válvula fixada na canga é acoplada a válvula na extremidade do tubo capilar, para iniciar a coleta do ar em torno do focinho e das narinas do animal, a uma taxa constante de aspiração. O sistema amostrador foi calibrado, para completar metade da capacidade de armazenamento da canga amostradora, aproximadamente 51 kPa (0,5 atm.), no período de coleta predeterminado (24 h). A regulagem do tempo de amostragem foi realizada variando-se o diâmetro do tubo capilar. Após a amostragem, a pressão na canga foi medida precisamente, com medidor digital para identificar possíveis vazamentos.

As coletas foram realizadas por 5 dias consecutivos, com troca das cangas a cada 24 horas nos períodos seco e chuvoso. O período de avaliação na época seca foi de

24/08/2015 a 29/08/2015, e na época chuvosa de 04/04/2016 a 09/04/2016. No intuito de uniformizar a idade da planta durante a avaliação, o primeiro dia de coleta coincidiu com a entrada dos animais no piquete em ambos os sistemas. Durante todo o período foram mantidas cangas para coleta do "branco" em condições ambientais semelhantes a que os animais estavam submetidos, mas distantes dos mesmos para evitar contaminação da amostra.

Após cada período de coleta, as cangas foram encaminhadas para a análise cromatográfica para determinação dos gases SF₆ e CH₄. Esta foi realizada através de cromatografia gasosa, respectivamente, com detector de ionização de chama e detector de captura de elétrons. As cromatografias foram realizadas imediatamente ao final dos períodos de coleta de campo, no laboratório da Embrapa Meio Ambiente, possibilitando o reuso das cangas no período de coleta subsequente.

A taxa de emissão de CH₄ (QCH₄) foi calculada a partir das concentrações de CH₄ e de SF₆ medidas e da taxa conhecida de emissão de SF₆, subtraindo as concentrações desses gases aferidas no ambiente. Com os resultados da cromatografia dos gases foi possível determinar o fator de emissão de metano: g de CH₄/dia (CH₄gd); kg de CH₄/ano (CH₄ka).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso. Foi realizada a análise exploratória dos dados, resultando na estatística descritiva das variáveis. Foram considerados como variáveis independentes: PV (kg), GPD (kg), CMS (kg), PROD.FECAL (kg), CH₄gd (g de CH₄/dia), CH₄ka (kg de CH₄/ano), CH₄PV (g de CH₄/kg PV), CH₄GPD (g de CH₄/kg GPD), CH₄CMS (g de CH₄/kg CMS), YM (EBCH4/ EBI), incluindo os efeitos fixos de ANI (animal), PER (período de coleta) e TRAT (tratamento). O período de coleta foi considerado como medida repetida no tempo. E como efeito aleatório foi considerado animal dentro do tratamento. Foram considerados os resultados cumulativos e análises compostas pelos períodos de coleta, considerando-se o efeito de tratamento e período. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS 9.3, 2016) e as médias foram comparadas pelo teste T, considerando nível de 5% de probabilidade

3.3 Resultados e discussão

De forma geral as emissões de metano no período seco foram menores do que no período chuvoso, exceto para a emissão de metano por kg de ganho de peso vivo (CH_4GPD) que foi superior nesse período. Ocorreram interações entre tratamento e período relativos às variáveis consumo de matéria seca (CMS), emissão de metano por kg de matéria seca consumida (CH_4CMS) e perda de energia bruta por CH_4 (tabela 3)

Tabela 3. Variáveis de desempenho e metano entérico de bovinos cruzados (Curraleiro Pé-duro com Nelore) submetidos a dois tratamentos (sistema em monocultivo e sislivipastoril), e dois períodos: seco e chuvoso

Var. ¹	Período						Trat	Per	Trat*Per			
	Seco		Chuvas		Média (CV%)	Média (CV%)						
	SM	SS	SM	SS								
PV	199,0 ^b	185,8 ^b	192,4 ^B (3,5)	278,0 ^a	253,9 ^a	266,0 ^A (2,6)	0,1791	<.0001	0,2414			
GPD	0,137 ^b	0,194 ^b	0,166 ^B (12,0)	1,150 ^a	0,958 ^a	1,054 ^A (6,6)	0,3852	<.0001	0,0843			
CMS	5,094 ^b	6,697 ^b	5,895 ^B (3,2)	7,897 ^a	7,671 ^a	7,784 ^A (2,4)	0,0212	<.0001	0,0034			
CH_4gd	120,6 ^b	124,4 ^b	122,5 ^B (3,8)	192,8 ^a	203,3 ^a	198,0 ^A (2,4)	0,3898	<.0001	0,4940			
CH_4ka	44,03 ^b	45,40 ^b	44,72 ^B (3,8)	70,35 ^a	74,20 ^a	72,28 ^A (2,4)	0,3910	<.0001	0,4955			
CH_4PV	0,616 ^b	0,678 ^b	0,647 ^B (4,6)	0,697 ^{ab}	0,803 ^a	0,750 ^A (4,0)	0,1062	0,0026	0,4122			
CH_4GPD	1324 ^a	733,3 ^{ab}	1029 ^A (19,9)	175,2 ^b	214,8 ^b	195,0 ^B (5,1)	0,2141	0,0021	0,1520			
CH_4CM S	24,29 ^a	18,66 ^b	21,48 ^B (5,0)	24,74 ^a	26,50 ^a	25,62 ^A (4,2)	0,2969	0,0067	0,0125			
YM	7,77 ^a	5,81 ^b	6,79 ^B (5,0)	7,62 ^a	7,86 ^a	7,74 ^A (4,4)	0,1496	0,0323	0,0172			

¹ Var.: variáveis, SM: sistema em monocultivo, SS: sistema silvipastoril, PV: peso vivo em kg, GPD: ganho de peso diário em kg, CMS: consumo de matéria seca em kg, Prod. Fecal: produção fecal em kg, CH_4gd : emissão de metano em g/dia, CH_4ka : emissão de metano em kg/ano, CH_4PV : emissão de metano em g/kg de peso vivo, CH_4GPD : emissão de metano em g/kg de ganho de peso diário, CH_4CMS : emissão de metano em g/kg de matéria seca consumida, YM: perda da energia bruta por CH_4 (% da EB ingerida). Médias seguidas de mesma letra, maiúscula nos valores médios da mesma linha (comparação entre período) e minúscula na mesma linha (comparação entre tratamento), não diferem entre si pelo teste T a 5% de probabilidade.

A emissão de metano nos sistemas foi semelhante no mesmo período. Na estação seca estes valores são inferiores ao apresentado pelo IPCC (2006) onde o Brasil, para essa categoria animal, estima um valor de 56 kg CH_4 ano⁻¹. A intensidade de

emissão de metano é reflexo da qualidade da dieta e do consumo animal (COTLEE et al., 2011). Quanto maior a quantidade de fibras na forragem menor a digestibilidade e consequentemente menor a velocidade de fermentação com maior formação de ácido acético fornecendo maior quantidade de substrato para organismos metanogênicos, fazendo com que a emissão se eleve (BERCHIELLE et al., 2012). Provavelmente a forragem durante o período seco apresentava uma grande quantidade de fibras, entretanto pode-se observar que nesse período o ganho de peso foi muito inferior ao período chuvoso e isto ocorreu por conta do valor nutricional da dieta e do menor consumo de matéria seca no período (tabela 3). Dessa forma, apesar da qualidade da forragem, o fato do animal ingerir menos alimento pode ter influenciado a baixa emissão no período seco e a diferenças entre períodos.

Apesar do baixo ganho de peso no período seco, se considerarmos as condições de temperatura e pluviosidade da região em questão o mesmo se torna aceitável, sobretudo na ausência de suplementação proteica. A partir do mês de agosto é observado na região em questão uma estacionalidade na produção de forragem por conta do déficit hídrico e altas temperaturas que chegam facilmente aos 40 °C.

No período chuvoso com o restabelecimento do crescimento da forragem ocorreu maior consumo de matéria seca nos sistemas não havendo diferenças entre os tratamentos. Isto permitiu um ganho de peso diário elevado, com um consumo superior a 7 kg/dia de MS correspondendo a 3,4 % PV/dia. Isto reforça o fato de ser possível o uso dos animais CPD-Nelore na região em um sistema sustentável de produção. Estes valores são superiores aos encontrados no período chuvoso em pastejo rotacionado com capim Mombaça por Garcia et al. (2011), que trabalhando com novilhos Limousin-Nelore observaram um consumo de 3,2 % PV/dia e ganhos de 0,850 kg/dia.

Em virtude do bom desempenho animal, com maior ingestão de matéria seca, no período chuvoso, a emissão de metano foi maior. Esta elevação ocorreu em virtude da boa qualidade do pasto e digestibilidade, permitindo um elevado consumo de alimento. Entretanto, a intensidade de emissão (kg de CH₄ por ganho de peso diário (kg do produto carne)) no período chuvoso, foi em torno de 7 vezes menor em pleno sol e mais de 3 vezes menor no sistema silvipastoril em relação ao período seco. Resultados semelhantes foram encontrados por Demarchi et al. (2016) que estudaram o efeito das estações do ano nas emissões de metano de bovinos Nelore a pasto no Brasil. A maior emissão foi observada durante o verão (220,91 g dia⁻¹), seguidos de outono (159,98 g dia⁻¹), primavera (132 g dia⁻¹) e inverno (102,49 g dia⁻¹). Sendo estas variações

diretamente relacionadas ao efeito sazonal na qualidade da forragem e variações na ingestão de matéria seca. Apesar da maior emissão no verão, nesta estação os autores observaram uma menor emissão de metano por quilo de produto, em virtude do maior ganho de peso dos animais. Desta forma, as pesquisas sugerem que o passo inicial, na tentativa de reduzir a participação da bovinocultura na mudança climática global, seja o aumento da produtividade, através do fornecimento de alimentos de melhor qualidade, o que, segundo pesquisadores, poderia diminuir 10% da emissão de metano por quilo de carne produzida (ZEN et al., 2008). Segundo Barioni et al. (2007), se a eficiência produtiva continuar aumentando conforme as mesmas proporções dos últimos 15 anos no Brasil, é provável que em 2025 a produção de bovinos seja 25% maior, com os níveis de emissão de GEE apenas 3% maiores, com uma redução de 18% na relação kg CH₄/kg de carne produzida.

A maximização do consumo é uma forma de “diluir” a emissão gerada por meio do melhor rendimento animal. Dessa forma a redução nas emissões não acontecerá somente por animal, mas sim por quilo de produto produzido. Essa idéia é compartilhada por Hart et al. (2009) que observaram que a maximização do consumo através da melhoria da pastagem é um meio prático e de baixo custo para reduzir as emissões de CH₄ de ruminantes, gerando mais carne por grama de metano emitido. Nesse sentido, sistemas de baixo custo, que evitem a perda de peso na época crítica e garantam uma alimentação de qualidade e quantidade suficientes no restante do ano podem contribuir com essa “diluição” das emissões.

Em termos de perda de energia bruta por CH₄, esta apresentou diferença entre os sistemas apenas no período seco, onde foi menor no sistema silvipastoril, ficando abaixo do estabelecido pelo o IPCC (2006) que estipula perdas de 6,5% para animais consumindo forragem tropical (Tabela 3). Isto significa que nesse sistema ocorreu um melhor aproveitamento da energia contida no alimento, provavelmente a dieta continha um nível energético mais elevado. No período chuvoso não foi observada diferenças. De forma geral os valores de perda de energia bruta variaram de 5,81 a 7,86%. Estes valores são similares aos encontrados por Nascimento et al. (2016) com animais se alimentando com feno forrageiras tropicais e também se assemelham aos encontrados por Demarchi et al. (2016) com bovinos Nelore a pasto.

No presente estudo as emissões de metano pelos animais e desempenho dos mesmos não diferiram entre os sistemas dentro do mesmo período. Isto implica dizer que o sistema silvipastoril se assemelha ao sistema de pastagem em monocultivo que

passou por uma etapa de desmatamento. O fato de desmatar toda a área não ofereceu vantagem em termos de produção e emissão de metano pelos animais nas condições estudadas. Este fato está de acordo com várias pesquisas da rede PECUS em diversos biomas que apontam que não é necessário o desmatamento de novas áreas para se aumentar a produção de carne e que sistemas combinados com árvores favorecem a produção animal e possuem potencial de redução de emissões tanto pelos animais quanto relacionada ao sequestro de carbono fixado e imobilizado nas árvores (CARDILLO et al., 2016)

No Brasil, sistemas de IPF/ILPF com árvores de rápido crescimento, como o eucalipto, em densidades de 250 a 350 árvores/ha, planejados para corte das árvores a partir dos oito anos de idade, são capazes de produzir 25 m³/ha/ano de madeira (OFUGI et al., 2008), isto corresponde a um sequestro anual de cerca de 5 t/ha de C, o que equivale à neutralização da emissão de GEEs de cerca de 12 bovinos adultos, fazendo com que estes sistemas possuam um grande potencial de mitigação. No presente trabalho as árvores são nativas com cerca de 20 metros de altura e permanecem na área produzindo renda por meio de seus frutos. Embora a emissão de metano pelos animais tenha sido semelhante no sistema em monocultivo, se faz necessário novos estudos que contabilizem as emissões pelo solo e o sequestro de carbono pelas árvores para se ter uma ideia do potencial de mitigação de GEE desses sistemas.

3.4 Conclusão

Sistemas de pastagem em monocultivo que passaram por desmatamento total das árvores proporcionam a mesma emissão de metano pelos bovinos (CH₄gd e CH₄ka) em sistema silvipastoril. O sistema integrado com árvores representa, portanto uma opção de manejo mais sustentável, sobretudo no período seco onde a emissão de metano por kg de matéria seca consumida e a perda de energia bruta na forma de metano foram menores.

Os bovinos CPD-Nelore obtiveram bom desempenho nos sistemas e representam uma opção de produção de carne na região nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JÚNIOR, M.E.; DMITRICK, E.J.; MOURA, J.C da C. A lei do babaçu livre, estratégias de proteção e regulamentação das atividades das quebradeiras de coco no estado do Maranhão. **Sequencia**, n.68, p. 129-157, 2014.
- AZEVÊDO, D.M.M.R., A.A.; ALVES, F.S.; FEITOSA, J.A.; MAGALHÃES E; MALHADO, C.H.M. Adaptabilidade de bovinos da raça pé-duro às condições climáticas do semi-árido do estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.220, p.513-523, 2008.
- BARIONI, L.G.; LIMA, M.A.; ZEN, S.D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A.C. A baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSES GAS AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007 Christchurch, NZ. **Proceedings...** Christchurch, NZ. 2007.
- BERNDT, A; TOMKINS, N.W. Measurement and mitigation of methane emissions from beef cattle in tropical grazing systems: a perspective from Australia and Brazil. **Animal**, n7, v. 2, p. 363-372, 2013.
- BERNDT, A. *et al.* Guidelines for use of sulphur hexafluoride (SF6) tracer technique to measure enteric methane emissions from ruminants. M. G. Lambert, ed. New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, Wellington, New Zealand, 2014, v.1, p.166.
- BERCHIELLE, T.T; DUARTE, M.J; CARRILHO, C.R. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.13, n.4, p.954-968, 2012
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Ministério do Meio Ambiente. Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu. Brasília, DF, 2009, 9p. Disponível em: <<http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/planonacionaldepromoodosprodutosdasociobiodiversidade/contents/>>. Acesso em 20 jan. 2017.
- CARDILLO, M.F *et al.* Um novo olhar sobre as emissões brasileiras. **Ciência Para a Vida**, n 21, p 12-29, 2016. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1058904/xxi-ciencia-para-a-vida-embrapa-pegada-leve-rebanho-bovino-brasileiro-emite-menos-gases-de-efeito-estufa-do-que-se-imaginava>>. Acesso em 25/01/2017.
- CARVALHO, G.M.C. *et al.* Avaliações fenotípicas da raça bovina Curraleiro Pé-Duro do semiárido do Brasil. **Archives de Zootecnia**, v.67, n.237, p.9-20, 2013.
- COTTLE, D.J.; NOLAN, J.V.; WIEDEMANN, S.G. Ruminant enteric methane mitigation : a review. **Animal Production Science**, v.51, p.491-514, 2011.
- DEMARCHI, J.J.A.A.; MANELLA, M.Q.; PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R.T.S.; ROMERO, L.A.; BERNDT, A.; LIMA, M. A.. Effect of seasons on enteric methane

emissions from cattle grazing *Urochloa brizantha*. **Journal of Agricultural Science**, v.8, n.4, p.1-10, 2016.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402). Disponível em: <<http://bit.ly/1v0USg3>>. Acesso em 11/01/2017.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2013). **World Statistical Compendium for raw hides and skins, leather and leather footwear 1993-2012** (p. 169). Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 5 nov. 2016.

GARCIA, C. de S.. *et al.* A. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.403-410, 2011.

GREENPEACE. Slaughtering the Amazon. Greenpeace International, Amsterdam, 2009. Disponível:<<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/slaughtering-the-amazon/>> Acesso em 10/01/2017.

HART, K.J. *et al.* Effect of sward dry matter digestibility on methane production, ruminal fermentation, and microbial populations of zero-grazed beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3342-3350, 2009.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Chapter 10: Emissions from livestock and Manure Management, p.10.1-10.84, 2006.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Fourth Assessment Report (AR4)**: Mitigation of Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html>. Acesso em 20 jan. 2017.

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

NASCIMENTO, C.F.M. *et al.*. Methane Emission of Cattle Fed *Urochloa brizantha* Hay Harvested at Different Stages. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, n. 1, p. 163-174, 2016.

OFUGI, C.; MAGALHÃES, L. L.; MELIDO, R. C. N.; SILVEIRA, V. P. Integração lavoura-pecuária (ILPF), sistemas agroflorestais (SAFs). In: TRECENTI, R. et al. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária-silvicultura**: boletim técnico. Brasília, DF: MAPA/SDC, 2008. p. 20-25.

PRIMAVESI, O. *et al.*. **Técnica do gás traçador SF₆ para medição no campo de metano ruminal em bovinos: adaptações para o Brasil**. Embrapa Pecuária Sudeste: São Carlos, Brasil, 2004, 76p. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/documents/Documentos39.pdf/view>>. Acesso em 10 jul 2016.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows:** version 9.3.Cary, 2016.

SALIBA, E.O.S. Uso de Indicadores: Passado, presente e futuro. In: I TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 2005, Belo Horizonte: **Anais...** Belo Horizonte – MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p.04-22.

SANTOS, G. T. *et al.* Determinação da digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.22, n.3, p.761-764, 2000.

**CAPÍTULO III - COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BOVINOS
TROPICAIS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO PECUÁRIA FLORESTA NA
REGIÃO DOS COCAIS**

RESUMO

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de bovinos em pastagem de capim mombaça em monocultivo e em consórcio com palmeiras de babaçu na região dos Cocais. As avaliações aconteceram nos dias 24 e 25 de agosto de 2015 (período seco) e nos dias 30 e 31 de março de 2016 (período chuvoso), iniciando às 7 horas do primeiro dia e terminando às sete horas do dia seguinte compreendendo 24 horas contínuas de observações. O dia foi dividido em seis períodos de quatro horas, compreendendo período 1 de 07 às 11 horas, período 2 de 11 às 15 horas, período 3 de 15 às 19 horas, período 4 de 19 às 23 horas, período 5 de 23 às 03 horas e período 6 de 03 às 07 horas. Cada área de pastejo era composta de sete piquetes de 4200 m² de forma rotacionada. Foram utilizados no experimento 5 novilhos tricross ¼ Nelore - ¼ Curraleiro Pé-Duro - ½ Senepol (F2) por tratamento (monocultivo e silvipastoril). Foi utilizado o método direto de observação visual dos animais devidamente identificados e adaptados a presença dos avaliadores. A cada 10 minutos, foram realizados registros das atividades de pastejo, ruminação, ócio e outras atividades e em seguida realizou-se o somatório para encontrar o tempo em minutos despendido nas atividades durante as horas de observação. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com cinco repetições, seis períodos e dois tratamentos. Houve interação entre os tratamentos e períodos para as variáveis analisadas tanto na estação seca quanto na chuvosa, exceto para o ócio na estação chuvosa. O pastejo foi maior durante o dia em ambos os sistemas e estações, entretanto o tempo total foi maior no sistema em monocultivo na seca. A ruminação ocorreu preferencialmente à noite. No período seco a ruminação foi reduzida e o ócio aumentou nesse sistema. No sistema silvipastoril o ócio foi maior no primeiro horário da manhã, já no sistema em monocultivo foi maior à noite, na estação chuvosa ocorreu preferencialmente a noite para ambos. A presença das árvores melhora a qualidade do capim e altera positivamente o comportamento de bovinos, refletindo na melhor sustentabilidade da pastagem.

Palavras-chave: Árvores. Ruminante. Pastagem.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the ingestive behavior of cattle in pasture of mombaça grass in monoculture and in a consortium with babassu palm trees in Cocais region. Evaluations took place on August 24 and 25, 2015 (dry season) and on March 30 and 31, 2016 (rainy season), starting at 7:00 on the first day and ending at 7:00 on the following day, comprising 24 continuous hours of observations. Day was divided into six four-hour periods, comprising period 1 from 7 to 11 o'clock, period 2 from 11 to 3 o'clock, period 3 from 3 p.m. to 7 p.m., period 4 from 7 p.m. to 11 p.m., period 5 from 11 p.m. to 3 a.m. and period 6 from 03 to 07 hours. Each grazing area was composed of seven pickets of 4200 m² of rotated form. Five tricross steers - ¼ Curraleiro Pé-Duro-¼ Nelore - ½ Senepol (F2), per treatment (monoculture and silvipastoral) were used in the experiment. The direct method of visual observation of animals duly identified and adapted to the presence of the evaluators was used. Records of grazing, rumination, idle and other activities were carried out every 10 minutes, followed by the summation to find the time spent in the activities during the hours of observation. Experimental design was completely randomized with five replicates, six periods and two treatments. There was interaction between treatments and periods for the variables analyzed in both the dry and rainy season, except for the idle in the rainy season. Grazing was higher during the day in both systems and seasons, however the total time was higher in the dry monoculture system. Rumination occurred preferably at night. In the dry season rumination was reduced and idle increased in this system. In the silvopastoral system, idle was higher in the first hour of the morning, while in the monoculture system it was higher at night, in the rainy season, the night was preferable for both. The presence of trees improves the quality of the grass and positively changes the behavior of cattle, reflecting the better pasture sustainability.

Keywords: Grazing. Ruminant. Trees.

4.1 Introdução

A produção animal é fortemente influenciada pelos fatores climáticos, sobretudo nos trópicos onde se observam altas temperaturas e umidade. No Brasil o bioma amazônico ocupa uma área superior a 40% do território nacional e vem se destacando como grande produtor de carne. A região abriga mais de 50 milhões de cabeças, concentrando em torno de 38% do rebanho nacional (IBGE, PPM 2014).

Além da pecuária, o extrativismo vegetal é importante . Na porção oriental do bioma Amazônico e sua transição com o Cerrado, se encontra uma extensa área de uma formação vegetal conhecida como mata dos Cocais. Esta é formada por palmeiras do gênero *Attalea* (babaçu). A área é considerada a de maior concentração de plantas oleaginosas do mundo e fonte da maior produção extrativista vegetal do país (IBGE PEVS, 2015). Cerca de um milhão de pessoas dependem do extrativismo do babaçu (BRASIL, 2009). Estas atividades econômicas por vezes são conflitantes. Isto ocorre devido ao avanço da pecuária com a substituição total ou parcial da mata nativa para dar lugar a novas áreas de pastagens.

Alguns pecuaristas estabelecem um consorcio entre pastagem e babaçu onde as matas são menos densas, ou anteriormente utilizadas na agricultura de subsistência, ocasionando um sistema natural de produção integrado entre a pecuária e a floresta. Empiricamente se observa uma melhor condição de pastejo nessas áreas principalmente no período seco, onde as temperaturas alcançam facilmente 40 °C. Nesta época o estresse hídrico aliado a altas temperaturas ocasionam uma estacionalidade na produção de forragem e desconforto animal (PEREIRA, 2005).

O conhecimento dos padrões de comportamento da escolha, localização e ingestão do pasto pelo animal é de fundamental importância quando se pretende estabelecer práticas de manejo (ZANINE; et al., 2006). A compreensão dos hábitos e horários de pastejo dos bovinos permite um melhor entendimento sobre a relação planta-animal e sobre fatores que possivelmente auxiliam na busca e apreensão do alimento, e isto é fundamental para melhorar e aperfeiçoar o aproveitamento das pastagens (PIAZZETTA et al., 2009).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento ingestivo de bovinos adaptados aos trópicos em um sistema de integração pecuária floresta e em pastagem em pleno sol na época seca e chuvosa do ano.

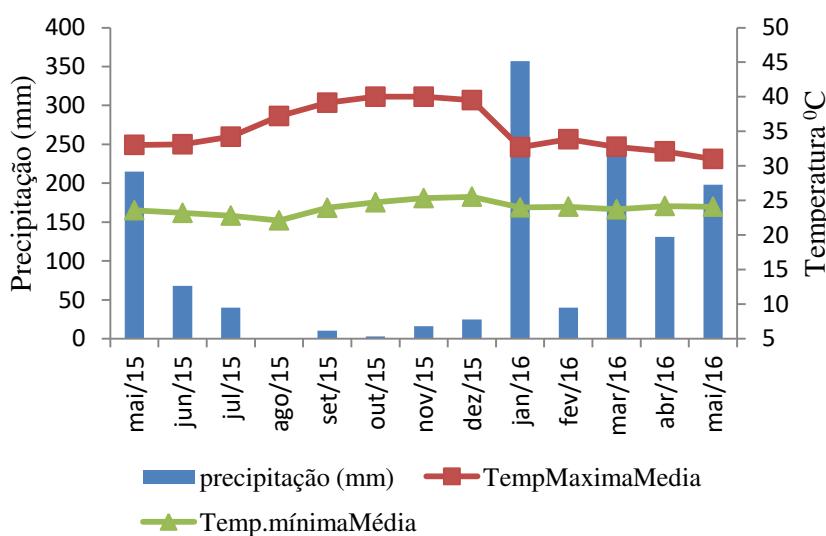
4.2 Material e métodos

Todos os procedimentos realizados nesse trabalho seguiram normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFPI) com número de protocolo 140/16.

O trabalho foi executado no campus experimental do Instituto Federal do Maranhão, Campus de Codó, MA, localizado em 04° 27' 19" latitude Sul e 43° 53' 08" longitude oeste, com altitude de 47 m. O clima é considerado tropical quente e semiúmido (Aw) com temperatura média de 27,4 °C, precipitação média anual de 1.526 mm e o tipo de solo da região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. A distribuição das chuvas é irregular, sendo 80% dessa pluviosidade distribuída de janeiro a maio, caracterizando a estação das águas, o restante do ano é considerado como estação seca, sendo os meses de agosto a dezembro considerados críticos.

O período experimental compreendeu os meses de maio a agosto de 2015 (estação seca) e os meses de janeiro a abril de 2016 (estação chuvosa). Os dados pluviométricos e de temperatura obtidos por meio de estação metereológica distante 300 m do experimento durante o período estão apresentados na Figura 01.

Figura 1. Dados pluviométricos e de temperatura máxima e mínima registrados.



O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco repetições (animais) para cada atividade, seis períodos (horários do dia) e dois tratamentos (pastagem em monocultivo e em silvipastoril).

As avaliações ocorreram em uma área total de 5,88 ha dividida igualmente em duas áreas de pastejo compondo dois sistemas. O primeiro sistema era composto por pastagem em monocultivo de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus syn.*). No segundo sistema a pastagem foi consorciada com árvores de babaçu (*Attalea speciosa* Mart.). Essa área continha um total de 196 árvores distribuídas de forma aleatória perfazendo uma média de 67 árvores por hectare, representando um sistema natural de integração pecuária-floresta. A área sombreada foi calculada através da determinação da área de sombra das copas ao meio dia utilizando fita métrica e evidenciou uma área sombreada de 26% do total. A pastagem de ambos os sistemas foi implantada de modo simultâneo no ano de 2013 e as áreas são adjacentes.

Cada área de pastejo era composta de sete piquetes de 4200 m² de forma rotacionada. Foram utilizados no experimento 10 novilhos tricross ¼ Nelore - ¼ Curraleiro Pé-Duro - ½ Senepol (F2), nascidos no período de março a abril de 2014. Os animais apresentavam pesos semelhantes e foram equitativamente divididos em dois lotes e distribuídos nas áreas de pastejo. O período de pastejo correspondeu a aproximadamente quatro dias com taxa de lotação variável, mantendo uma altura de entrada em torno de 80 cm e saída de 40 cm. Outros 9 bovinos também foram utilizados como agentes de desfoliação do pasto, para regulação da oferta de forragem. A entrada dos animais nos piquetes ocorreu após uniformização da pastagem por meio de um roçador mecânico, obtendo em seguida a altura de entrada. A alimentação dos animais consistia apenas de forragem e sal mineral à vontade. Avaliações diárias da altura do pasto foram tomadas em 50 pontos distintos em cada piquete

Para o estudo da análise de comportamento ingestivo, foi utilizado o método direto de observação visual (HUGHES & REID, 1951) dos animais devidamente identificados e adaptados a presença dos avaliadores. Foram avaliados o comportamento de cinco animais em cada sistema. As avaliações aconteceram nos dias 24 e 25 de agosto de 2015 (período seco) e nos dias 30 e 31 de março de 2016 (período chuvoso), iniciando às 7 horas do primeiro dia e terminando às sete horas do dia seguinte compreendendo 24 horas contínuas de observações. O dia foi dividido em seis períodos de quatro horas, compreendendo período 1 de 07 às 11 horas, período 2 de 11 às 15 horas, período 3 de 15 às 19 horas, período 4 de 19 às 23 horas, período 5 de 23 às 03

horas e período 6 de 03 às 07 horas. Foram utilizados 08 avaliadores treinados, divididos em dois grupos para cada sistema, ficando dois avaliadores por período, munidos com lanterna e cronômetro digital. Não ocorreram precipitações durante os dias de observação. A cada 10 minutos, foram realizados registros das atividades de pastejo, ruminação, ócio e outras atividades e em seguida realizou-se o somatório para encontrar o tempo em minutos despendido nas atividades durante as horas de observação.

O tempo de pastejo representou o período em que o animal estava ativamente apreendendo ou selecionando forragem. O tempo de ruminação foi considerado como o período em que o animal não estava pastejando, entretanto, estava mastigando o bolo alimentar retornado do rúmen, observado pelo movimento da boca do animal. O tempo de ócio indicou o período em que o animal não estava pastejando, nem tampouco ruminando (AMARAL et al., 2009). Outras atividades foram consideradas atividades sociais de interação entre os animais e também foram registradas no momento em que ocorreram.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS 9.3, 2016) e foi aplicado teste múltiplo de médias para comparação dos tratamentos e períodos (teste de Tukey).

4.3 Resultados e discussões

No comportamento ingestivo dos animais se observou interação entre os tratamentos e períodos para as variáveis analisadas tanto na estação seca quanto na chuvosa, exceto para a variável ócio na estação chuvosa (Tabela 1). Provavelmente temperaturas mais amenas nos dois sistemas e a melhoria da condição da pastagem com provável aumento do valor nutricional da mesma, fizeram com que o comportamento de ócio não variasse em virtude do tipo de tratamento, fato também observado por da Silva et al. (2013) que estudaram o comportamento de novilhas mestiças em sistema silvipastoril em região tropical. Segundo Zanine et al. (2006), os hábitos ingestivos de bovinos se alteram mediante os efeitos do clima, da qualidade da forragem e modificações relacionadas a estrutura do dossel forrageiro, sendo a altura, relação folha/colmo e a senescênci, fatores que podem determinar o maior ou menor tempo de pastejo, pois facilitam ou não a apreensão da forragem no pasto pelos animais.

No presente trabalho foi observado um tempo médio de pastejo no período seco de 645 minutos ou 10,75 horas em monocultivo (pleno sol) e 529 minutos ou 8,8 horas no sistema sombreado. Já no período chuvoso esses valores diminuíram para 418 minutos ou 7 horas em monocultivo e 540 minutos ou 9 horas para o sistema sombreado (Tabela 1).

Tabela 1. Comportamento ingestivo de bovinos em minutos avaliados por 24 horas durante a estação seca e chuvosa.

Trat.	Períodos						Média	cv%	Quadrados Médios			
	1	2	3	4	5	6			Trat.	Per.	Trat*Per	
Estação Seca												
Pastejando												
sol	178 ^a	128	102 ^b	70	110	57	645 ^a	21	4394,49**	10996,31**	3552,74**	
somb	72 ^b	117	150 ^a	43	124	23	529 ^b					
Ruminando												
sol	26 ^b	46	36	54 ^b	67	27 ^b	256 ^b	25	13835,7**	4754,22**	3826,30**	
somb	56 ^a	42	28	133 ^a	72	127 ^a	458 ^a					
Outra atividades												
sol	4	6 ^b	2	12 ^b	13	0 ^b	37 ^b	72	3561,15**	589,20**	398,92**	
somb	16	30 ^a	4	43 ^a	14	33 ^a	140 ^a					
Ócio												
sol	32 ^b	60	100 ^a	104 ^a	50	157 ^a	503 ^a	30	1235,65**	3579,73**	7207,24**	
somb	96 ^a	50	58 ^b	20 ^b	30	57 ^b	311 ^b					
Estação chuvosa												
Pastejando												
sol	102	72 ^b	116 ^b	32	64 ^b	32	418 ^b	25	6207,76**	18083,57**	3040,08**	
somb	80	114 ^a	162 ^a	22	128 ^a	34	540 ^a					
Ruminando												
sol	62 ^b	58	38	90	50 ^a	100 ^a	398 ^a	28	2666,66**	5330,66**	1910,66**	
somb	98 ^a	40	26	78	24 ^b	52 ^b	318 ^b					
Outra atividades												
sol	42 ^a	44	44 ^a	6	52 ^a	2 ^b	190 ^a	51	2405,40**	1797,27**	1663,36**	
somb	14 ^b	42	26 ^b	8	0 ^b	24 ^a	114 ^b					
Ócio												
sol	41 ^C	55 ^{BC}	34 ^C	122 ^A	81 ^B	118 ^A	451	31	481,66 ns	14661,67**	957,66 ns	
somb												

Períodos 1 (de 7 às 11), 2 (de 11 às 15), 3 (de 15 às 19), 4 (de 19 às 23), 5 (de 23 às 03) e 6 (de 03 às 07). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna e maiúscula na linha (com interação não significativa), diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Somb = sombra sistema silvipastoril

Sol = sistema em monocultivo

** - significativo a 1% de probabilidade

ns- não significativo

A diferença destes tempos está diretamente relacionada a qualidade e oferta da pastagem. Quanto menor a oferta de forragem e/ou pior a qualidade da mesma, maior o tempo de pastejo. Isto ocorre devido ao pastejo seletivo, o animal gasta mais tempo selecionando partes da forragem na tentativa de compensar sua baixa qualidade o que

acaba por aumentar o tempo desta atividade (STOBBES, 1970). A qualidade da forragem é provavelmente melhor no período chuvoso, o que indica tempos menores de pastejo, sobretudo no sistema em monocultivo. Entretanto no período seco, provavelmente a pastagem em monocultivo (pleno sol) apresentava qualidade e/ou quantidade inferiores ao sistema sombreado, ocasionando maior atividade de pastejo.

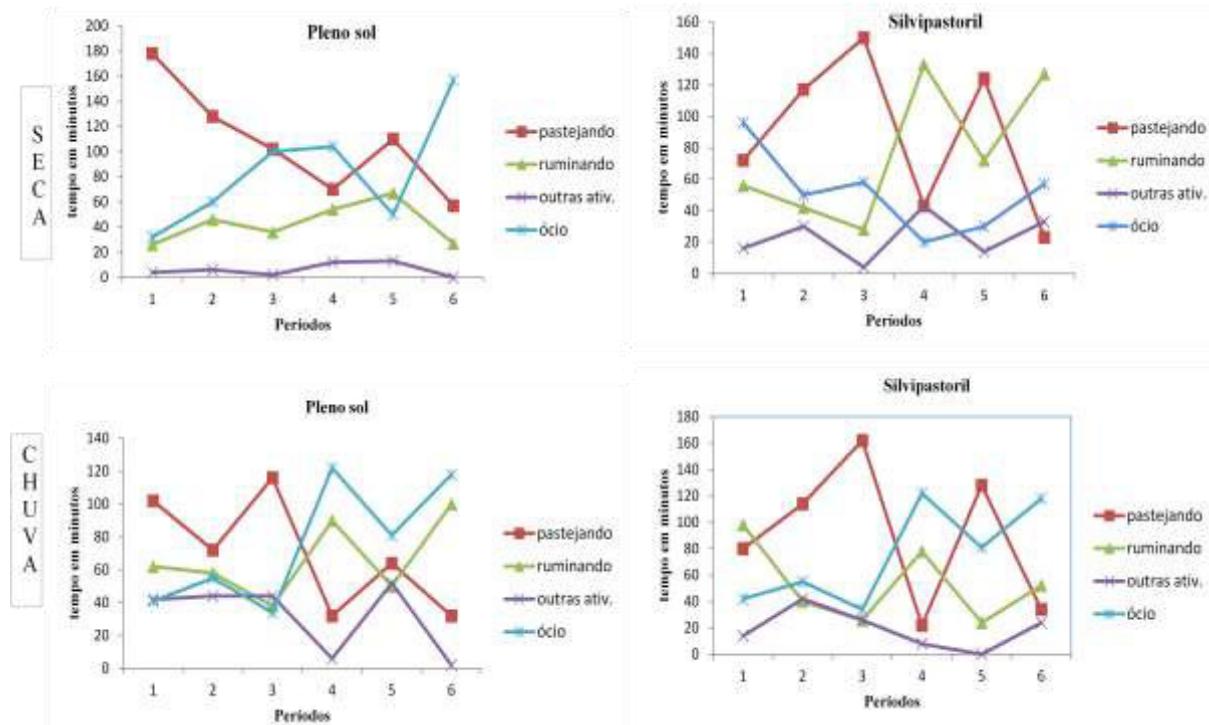
Segundo Hodgson (1990) o tempo de pastejo é muito variável e depende da massa da forragem, podendo oscilar de 360 a 720 minutos/dia e que valores superiores a 540 minutos podem indicar condições limitantes de consumo. Durante o experimento somente no período seco em monocultivo foi observado valores superiores a 540 minutos e isto pode ser explicado por fatores que provavelmente limitaram o consumo, como menor teor de proteína bruta, baixa massa de forragem viva e alta massa de material morto.

Em relação aos períodos de pastejo se observou que este foi distribuído em todos os períodos do dia não sendo evitados os períodos mais quentes. No período seco em monocultivo (sol), o período mais quente do dia correspondente ao intervalo de 11 às 15 horas foi o segundo mais pastejado, não diferindo do sistema sombreado (Tabela 1). Isto ocorre provavelmente devido a alta adaptação dos animais ao calor, sobretudo a inclusão no seu genótipo de genes oriundos de bovinos da raça nativa Curraleiro Pé-duro, altamente resistente a condição de temperaturas elevadas, além da contribuição da raça Nelore e Senepol também tolerantes a condição de clima quente. (AZEVEDO et al., 2008). Resultados diferentes são observados quando se utiliza animais com maior grau de sangue europeu como os obtidos por Silva et al. (2009) que perceberam que vacas leiteiras diminuem o pastejo diurno e intensificam o noturno.

Tanto no período seco como no chuvoso, o pastejo se intensificou nas primeiras horas da manhã e no final da tarde. Os tempos neste período foram semelhantes ao encontrados por Souza et al (2010) que observaram um tempo de 202 minutos para o período da manhã e 187 minutos para o período da tarde em pastagem em pleno sol e 128 e 195 minutos para manhã e tarde em um sistema de integração pecuária floresta com árvores de eucalipto distanciadas de 8 metros.

Ocorreu um pico de pastejo no intervalo de 15 às 19 horas (período 3) que engloba o por do sol e foi observado um maior tempo no sistema sombreado em ambas as estações (Figura 2).

Figura 2. Gráfico do comportamento ingestivo em minutos em relação aos períodos do dia no sistema em pleno sol e silvipastoril na época seca e chuvosa.



Este fato se assemelha com o relatado por Penning et al. (1991) que verificaram um pico nesse horário e atribuíram a uma maior concentração de carboidratos nas folhas das gramíneas no fim da tarde. O fato de ocorrer diferença entre os sistemas pode estar relacionado a quantidade de folhas, bem como a proporção de massa seca de forragem viva e forragem morta. Quanto maior a quantidade de folhas e forragem viva, menor o tempo de pastejo. Isto ocorre em virtude da menor seletividade realizado pelo animal

Durante a noite, de 19 às 23 horas (período 4) ocorreu uma diminuição do pastejo em ambos os sistemas e estações, retomando uma intensa atividade no período seguinte das 23 às 03 horas e diminuindo nas primeiras horas do dia até as 7 horas (Figura 2). Provavelmente essa interrupção do pastejo se deve a limitação física do rúmen, nesse momento o compartimento ruminal está cheio e a atividade de ruminação se sobrepõe a do pastejo. À medida que o alimento é digerido o animal retoma a atividade de se alimentar.

Em relação a ruminação, os bovinos permaneceram mais tempo nessa atividade durante o período noturno em ambos os sistemas e estações (Figura 2). Este fato parece ser uma característica evolutiva da própria espécie, que durante a noite fica mais atenta a predação, dando preferência a ruminar o material ingerido (DAMASCENO; et al., 1999). Zanine et al. (2007), avaliando diferentes categorias bovinas em pastagem de

capim coast-cross, verificaram maiores tempos de ruminação no período noturno 5:26, 4:56 e 6:15 horas que no diurno 2:33, 2:29 e 3:35 horas, para novilhas, novilhos e vacas, respectivamente, indicando a preferência de ruminação noturna.

A ruminação também é influenciada pela qualidade da dieta, sobretudo pela quantidade de fibras. Dietas com elevados teores de fibra, o tempo de ruminação aumenta em razão da maior dificuldade em diminuir o tamanho das partículas, originárias de materiais fibrosos, e este varia de 4 a 9 horas (VAN SOEST, 1994). A quantidade de forragem também influencia o tempo destinado a ruminação. Manzano et al. (2007) observaram que o tempo de ruminação reduziu e o de ócio aumentou em bovinos mantidos em pastagem submetida a alta desfoliação com menor disponibilidade de massa seca verde de forragem em comparação com animais mantidos em uma pastagem com baixa desfoliação. Este fato é semelhante ao ocorrido no período seco do presente estudo, onde na pastagem em monocultivo os valores de ruminação foram menores e o ócio maiores do que no sistema de integração pecuária-floresta, embora o tempo de pastejo fosse maior (Tabela 1). Isto ocorreu provavelmente em virtude da maior quantidade de material morto em pleno sol nesse período além da menor quantidade de folhas disponíveis.

Durante o período chuvoso o tempo de ruminação foi maior na pastagem em monocultivo, fato semelhante ao encontrado por da Silva et al. (2013) que, comparando um sistema silvipastoril e em pleno sol na época seca e chuvosa do ano, observaram maior tempo de ruminação no sistema em pleno sol tanto nas águas como na seca. Segundo os autores isto foi influenciado pelo maior teor de FDN no sistema sem árvores.

Em relação aos períodos ocorreram picos de ruminação nos períodos noturnos, amanhecer e durante a manhã (Figura 2). No início da manhã os animais desprenderam mais tempo ruminando no sistema sombreado em ambas as estações. Provavelmente temperaturas mais amenas no início do dia favoreçam esta atividade durante o período chuvoso com boa oferta de forragem nos sistemas, já no período seco provavelmente a baixa qualidade da pastagem em monocultivo estimula o pastejo e não a ruminação nesse período.

Durante o período seco houve diferença entre os tempos de ócio ao longo do dia entre os tratamentos. No ambiente sombreado os animais permaneceram mais tempo em ócio durante o horário de 7 às 11 da manhã, enquanto que no sistema em monocultivo os horários noturnos os animais desprenderam mais tempo de ócio (Tabela 1). A

presença das árvores ocasiona um microclima mais ameno e provavelmente proporciona um maior conforto aos animais que permanecem mais tempo sem atividade no início da manhã, fato também demonstrado por Sousa et al (2010). Já no período chuvoso onde as temperaturas são mais amenas não houve diferença entre períodos e os animais apresentaram um comportamento padrão em que o período mais preferido em termos de ócio foi a noite e madrugada.

Os bovinos apresentaram comportamento diferente em função dos tratamentos e períodos do dia para a variável outras atividades. Durante a estação seca os animais permaneceram mais tempo em atividades sociais no sistema sombreado. Provavelmente o menor tempo no sistema em monocultivo esteja relacionado com o maior tempo despendido com as outras variáveis, como o pastejo, que foram influenciadas provavelmente pela a baixa quantidade de forragem viva e alta proporção de material morto nesse sistema. Já na estação chuvosa esse quadro se inverteu e os animais permaneceram mais tempo realizando outras atividades na pastagem em monocultivo. Em relação aos períodos do dia, na estação seca, apenas os períodos de maiores intensificações do pastejo não ocorreram diferenças entre os sistemas (Tabela 1). Na época das chuvas a variável “outras atividades” tiveram um comportamento semelhante ao encontrado por Miotto et al. (2014) que observaram maior atividade no período da 17 às 20 horas e durante a madrugada. Estes períodos coincidem com algumas horas após o pico de pastejo estando a animal provavelmente saciados e isto pode ter estimulado menos as outras variáveis.

4.4 Conclusão

A presença de árvores influência o comportamento alimentar de bovinos. O comportamento no sistema silvipastoril indica uma melhor estratégia de manejo, principalmente durante o período seco nas condições estudadas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL D. F. *et al.* Efeito da suplementação alimentar nas respostas fisiológicas, hormonais e sanguíneas de ovelhas Santa Inês, Ile de France e Texel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, p.: 403-410, 2009.
- AZEVÊDO, D. M. M. R. *et al.* Adaptabilidade de bovinos da raça pé-duro às condições climáticas do semi-árido do estado do Piauí. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.220, p. 513-523. 2008.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Ministério do Meio Ambiente. Promoção Nacional da Cadeia de Valor do Coco Babaçu. Brasília, DF, 2009, 9p. Disponível em: <<http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/planonacionaldepromoodosprodutosdasociobiodiversidade/contents/>>. Acesso em 20 jan. 2017.
- DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TRAGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4, p.709-715, 1999.
- DA SILVA. *et al.* Comportamento ingestivo diurno de novilhas mestiças em sistema silvipastoril em uma região tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 21, n. 1, p. 15-22, 2013.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex: Longman, 203p, 1990.
- HUGHES, G.P.; REID, D. Studies on the behavior of cattle and sheep in relation to utilization of grass, **Journal Agricultural Science**, v.41, p.350-366, 1951.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Produção da extração vegetal e da silvicultura**, v 30, 2015. 48p. disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2015_v30.pdf> Acesso em: 6 nov. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Produção da Pecuária Municipal**, v.42, 2014. 36p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf> Acess o em: 6 nov. 2016.
- MANZANO, P. R. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhos sob suplementação em pastagens de capim-tanzânia sob diferentes intensidades de desfolhação. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.550-557, 2007.
- MIOTTO, F. R. C. et al. Comportamento ingestivo de tourinhos alimentados com dietas contendo níveis de gérmen de milho integral. **Ciência animal brasileira**, v.15, n.1, p. 45-54, 2014.

PENNING, P. D. *et al.* Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, v.46, p.15-28, 1991.

PEREIRA, J. C. C. Respostas endócrinas ao estresse térmico. In: **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. p.33.

PIAZZETTA, H. V. L. *et al.* Comportamento ingestivo de cordeiros em terminação a pasto, **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.3, p.227-234, 2009.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows**: version 9.3.Cary, 2016.

SILVA E. C. L *et al.* Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum Animal Science**,v.31, p. 295-302, 2009.

SOUZA, L. F. *et al.* Nutritional evaluation of “Braquiarão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.189-199, 2010.

SOUZA de W. *et al.* Comportamento de bovinos de corte em sistemas silvipastoris com eucalipto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p. 677-684, 2010.

STOBBS, T.H. Automatic measurement of the grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. **Tropical. Grasslands**, v.4, n.3, p.237-244, 1970.

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

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J. Tempo de pastejo, ócio, ruminação e taxa de bocadas de bovinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas. **Revista Electrónica de Veterinaria, REDVET**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2006.

ZANINE, A.M. *et al.* Comportamento ingestivo de bovinos de diferentes categorias em pastagem de capim coast-cross. **Bioscience Journal**, v.23, n.3, p.111-119, 2007.