



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Comportamento e desempenho de novilhos Nelore em sistemas
integrados e exclusivo**

Leandro Ferreira Domiciano

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia.

Sinop, Mato Grosso

Fevereiro de 2016

LEANDRO FERREIRA DOMICIANO

**Comportamento e desempenho de novilhos Nelore em sistemas
integrados e exclusivo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.
Área de concentração: Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Carneiro e Pedreira

Co-orientador: Prof. Dr. Dalton Henrique Pereira

Sinop, Mato Grosso

Fevereiro de 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

D669c	<p>Domiciano, Leandro Ferreira. Comportamento e desempenho de novilhos Nelore em sistemas integrados e exclusivo / Leandro Ferreira Domiciano. -- 2016 xv, 68 f.: il.; 30 cm.</p> <p>Orientador: Bruno Carneiro e Pedreira. Co-orientador: Dalton Henrique Pereira. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2016. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Pastejo. 2. Ruminação. 3. Conforto térmico. 4. Integração lavoura-pecuária-floresta. 5. Silvipastoril. I. Título.</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo autor.

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35 - Distrito Industrial - Cep: -Sinop/MT
Email: ppgzootecnia@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO "Comportamento e desempenho de novilhos Nelore em sistemas integrados e exclusivo".

AUTOR: Mestrando LEANDRO FERREIRA DOMICIANO

Dissertação defendida e aprovada em 01/02/2016.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor(a) Bruno Carneiro e Pedreira

Instituição : EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL

Coorientador Doutor(a) Dalton Henrique Pereira

Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutor(a) Felipe Tonato

Instituição : EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Sinop, 01 de fevereiro de 2016.

Aos meus pais, José Benedito Domiciano (Zezão) e Leni Ferreira F. Domiciano (Dona Helena), por me darem todo o apoio e auxílio para enfrentar mais este desafio, sempre me encorajando.

Ao meu queridíssimo irmão, Charles Ferreira Domiciano, que se espelha em mim como exemplo de profissional que ele deseja ser.

À minha digníssima esposa, Ivete Ricken Domiciano, por sempre me apoiar e incentivar em todas as decisões, e por ser exemplo de companheirismo e dedicação.

E ao meu querido e amado filho, Yuri Ricken Domiciano, motivo do meu viver.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por dar-me sabedoria e permitir que concluísse mais um objetivo em minha vida.

Aos meus familiares, por todo carinho, encorajamento, apoio e auxílio em seus diferentes âmbitos para que eu realizasse mais esse sonho.

À Ivete, minha fiel companheira de todos os momentos a qual tive a imensa sorte de casar e ter um filho lindo, Yuri.

À Universidade Federal de Mato Grosso Campus Universitário de Sinop, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Fundação de Ampara à Pesquisa de Mato Grosso (Fapemat) pelo financiamento deste trabalho e pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento ao grande projeto ‘ILPF’ a qual este está vinculado.

Às associações parceiras ACRIMAT e ACRINORTE pelo fornecimento dos animais e recursos para manutenção dos experimentos com pecuária no ILPF.

Ao professor Dr. Bruno Carneiro e Pedreira por me orientar durante todos esses anos, pela confiança em mim depositada e pelos ensinamentos transmitidos que foram fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional, qual tenho muito orgulho de tomar como exemplo.

Ao professor Dr. Dalton Henrique Pereira, pela co-orientação e pela ajuda ao longo de todo o mestrado. Além das preciosas orientações “extracurriculares” de grande valia para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao analista de sistemas Renato Cristiano Torres pelo precioso tempo e dedicação na construção dos *datalogger's* de temperatura e umidade, empréstimo e ensinamento de uso dos GPS's.

Aos colegas do GEPI, muito obrigado por me acolher e permitir que fizesse parte desse grupo que me orgulho muito.

Também não posso deixar de agradecer imensamente aos colegas do *Pedreira's*, Alisson, Debora, Fabrício, Franciane, Hemython, Josiana Cavalli, Josiane Devens, Jurandy, Lidiane, Maira Laís, Mariely, Murillo, Nágela Faustino, Priscila e Solange pela preciosa ajuda em todos os momentos da realização do trabalho, mesmo sob o árduo sol de Sinop. Agradeço também por me encorajar, incentivar e também corrigir quando necessário. Meus sinceros agradecimentos, meus 'irmãos'.

Um agradecimento especial aos meus irrefutáveis amigos e companheiros de trabalho, Perivaldo de Carvalho e Mircéia Mombach, pela sincera amizade e principalmente por toda força que me deram na execução física e intelectual deste projeto.

Aos colegas da Sanidade Animal, Dr. Luciano Lopes, Camila Eckesten, Jamily, Enaile, Pedro e Helisson, pelo auxílio no manejo do gado sempre que necessário.

Aos funcionários, Janderson, Edegar e Volnei pelos valiosos serviços e essencial ajuda para o desenvolvimento das atividades de campo e execução do projeto.

Aos demais funcionários da Embrapa Agrossilvipastoril, em especial ao Antônio Sérgio Silva, Diego Xavier, Cledir Schuck e Luiz Betti que muito colaboraram em diversas formas para que este projeto acontecesse.

A todos os colegas de mestrado "Turma do Dudu", que compartilharam de seu tempo e convivência ao longo destes dois anos.

Enfim, a todos que em algum momento e de alguma forma contribuíram para a realização de mais este trabalho.

Meus mais sinceros agradecimentos!

EPÍGRAFE

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.

Arthur Schopenhauer

BIOGRAFIA

Leandro Ferreira Domiciano, filho de José Benedito Domiciano e Leni Ferreira Fontes Domiciano, nasceu em Peixoto de Azevedo, Mato Grosso, em 20 de setembro de 1985. Viveu na região norte e noroeste do Estado, acompanhando os pais, trabalhadores do setor pecuário. Em 24 de abril de 2009 casou-se com Ivete Ricken Domiciano, com quem teve um filho, Yuri Ricken Domiciano, em 8 de fevereiro de 2014.

Em abril de 2013 concluiu o curso de Bacharel em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) *campus* São Vicente. Iniciou em fevereiro de 2014, o curso de Mestrado em Zootecnia, pela Universidade Federal de Mato Grosso *campus* universitário de Sinop, na área de Produção Animal, submetendo-se à defesa de dissertação em 01 de fevereiro de 2016.

RESUMO

DOMICIANO, Leandro Ferreira. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, fevereiro de 2016, 86f. **Comportamento e desempenho de novilhos Nelore em sistemas integrados e exclusivo.** Orientador: Prof. Dr. Bruno Carneiro e Pedreira. Co-orientador: Prof. Dr. Dalton Henrique Pereira.

RESUMO – A sociedade tem pressionado os setores produtivos a produzirem com eficiência e menor impacto possível ao ambiente. Para satisfazer estes anseios, foram propostos os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Deste modo, objetivou-se avaliar o comportamento e o desempenho de novilhos Nelores em sistemas integrados. Os tratamentos consistiram de três sistemas (pecuária exclusiva, lavoura-pecuária e pecuária-floresta). O experimento foi conduzido em Sinop, MT com delineamento em blocos completos casualizados com quatro repetições e duas épocas do ano (transição seca/águas e águas) avaliados de 19 de setembro de 2015 a 10 de janeiro de 2016. Utilizou-se novilhos Nelore com peso inicial médio de $344 \pm 10,7$ kg sob lotação contínua e taxa de lotação variável, com pesagem a cada 28 dias após jejum. Avaliou-se o desempenho agrônomo através da massa e taxa de acúmulo de forragem, em que, independente do sistema a época das águas apresentou maior massa e taxa de acúmulo de forragem. O microclima foi avaliado em horários agrupados a cada duas horas e apresentou menor temperatura do ar e de globo negro, índices de temperatura e umidade (ITU), temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) no sistema pecuária-floresta e à sua sombra. O comportamento ingestivo foi avaliado por observações visuais a cada 10 minutos, das 7 às 17 horas e agrupadas a cada 2 horas. O maior tempo de pastejo foi registrado nos horários das 9 às 13 e após as 15 horas, independentemente do sistema. A ruminação ocorreu com maior frequência no horário das 13 às 15 horas, na época das águas e à sombra no sistema pecuária-floresta. O ganho médio diário e taxa de lotação foram maiores na época das águas independente do sistema. O ganho em peso por área foi maior nas águas e no sistema lavoura-pecuária. Portanto, conclui-se que na época das águas ocorre maior acúmulo de forragem, redução dos índices de conforto térmico e maior desempenho animal.

Palavras-chave: pastejo, ruminação, conforto térmico, integração lavoura-pecuária-floresta, silvipastoril.

ABSTRACT

DOMICIANO, Leandro Ferreira. Master Thesis (Animal Science), Federal University of Mato Grosso, Campus of Sinop, in February 2016, 86f. **Behavior and performance of Nelore steers integrated systems and exclusive.** Adviser: D.Sc. Bruno Carneiro e Pedreira. Co-adviser: D.Sc. Dalton Henrique Pereira.

ABSTRACT - The society has pushed the productive sectors to produce efficiently and less impact on the environment as possible. To satisfy the yearnings have been proposed for the crop-livestock-forest integration systems. Thus, aimed to evaluate the behavior and performance of Nelore steers integrated systems. Treatments consisted of three systems (livestock, crop-livestock and livestock-forestry). The experiment was conducted in Sinop, MT, Brazil, in a randomized complete block design with four replications and two seasons (transition dry/rainy and rainy) evaluated September 19, 2015 on January 10, 2016. Was used Nelore steers with average initial weight of 344 ± 10.7 kg in continuous stocking and variable stocking rate, weighed every 28 days of fasting. The agronomic performance was evaluated through the forage mass and forage accumulation rate, that whatever system the rainy season had a higher mass and forage accumulation rate. The microclimate was evaluated at times grouped every two hours and had lower air temperature and black globe temperature and humidity index (THI), black globe temperature and humidity (BGT) and radiant heat load (RHL) in the livestock-forestry system and its shade. The behavior was evaluated by visual observations every 10 minutes from 7 am to 17 hours and grouped every two hours. The highest grazing time was recorded during the hours from 9 to 13 and after 15 hours, regardless of the system. Rumination occurred more frequently in the time from 13 to 15 hours, during the rainy season and shadow on livestock-forestry system. The average daily gain and stocking rate were higher in rainy season of the regardless system. Weight gain per area was higher in rainy and crop-livestock system. Therefore, it is concluded that during the rainy season there is a higher accumulation of forage, reducing thermal comfort indices and increased animal performance.

Keywords: grazing, ruminating, thermal comfort, crop-livestock-forestry integration, silvipastoral.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01.** Zona de tolerância e conforto térmico para bovinos..... 20
- Figura 1.** Balanço hídrico decendial com déficit, precipitação e excesso de água no solo e temperatura média do ar no período experimental. 37
- Figura 2.** Croqui completo da área de ILPF Corte da Embrapa Agrossilvipastoril. O primeiro número indica o bloco e o segundo indica os tratamentos descritos anteriormente..... 39
- Figura 3.** Representação esquemática do caminhamento para a avaliação da altura do dossel nos sistemas com e sem o componente florestal, respectivamente. 40
- Figura 4.** Representação esquemática da alocação das gaiolas de exclusão nos sistemas com e sem floresta, respectivamente. 41
- Figura 5.** Ilustração dos sensores de temperatura e umidade do ar (A), globo negro (B), anemômetro com direcionador (C) e todos os equipamentos instalados no campo (D). ...
..... 42
- Figura 6.** Índices de temperatura e umidade (ITU) nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia e nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF) e no local (sol e sombra) do sistemas pecuária-floresta. 50
- Figura 7.** Índices de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia e nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF) e no local (sol e sombra) do sistemas pecuária-floresta. 51
- Figura 8.** Carga térmica radiante (CTR), em W/m^2 , nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia e nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF) e no local (sol e sombra) do sistemas pecuária-floresta. 52

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Massa de forragem (kg/ha), taxa de acúmulo de forragem (kg/ha.dia) e oferta de forragem (%) nas épocas de transição seca/águas e época das águas nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF)..... 48
- Tabela 2.** Composição percentual dos componentes morfológicos nas épocas de transição seca/águas e época das águas nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF)..... 49
- Tabela 3.** Tempo (min) das atividades comportamentais de novilhos Nelore nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia, nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF)..... 53
- Tabela 4.** Tempo (min) das atividades comportamentais de novilhos Nelore nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia ao sol e à sombra no sistema pecuária-floresta. 55
- Tabela 5.** Ganho de peso médio diário (GMD), ganho de peso por área (GPA) e taxa de lotação de bovinos Nelore época de transição de seca para águas e época das águas nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF)..... 57

SUMÁRIO

Resumo	x
1 Introdução geral.....	1
2 Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).....	2
2.1 O componente pecuária no sistema ILPF.....	3
2.2 A influência do componente Lavoura sobre o componente Pecuária	4
2.3 A influência do componente Florestal sobre o componente Pecuária.....	5
3 Comportamento ingestivo por bovinos em pastejo	7
3.1 Pastejo	9
3.2 Ruminação	10
3.3 Ócio	11
3.4 Variáveis comportamentais que compõem o consumo de forragem e desempenho de animais em pastejo.....	11
3.4.1 Massa do bocado	12
3.4.2 Taxa de bocados	14
3.4.3 Tempo de pastejo.....	15
4 Fatores ambientais que afetam o comportamento de bovinos em pastejo.....	17
4.1 Termorregulação.....	17
4.2 Elementos climáticos.....	19
4.2.1 Temperatura.....	19
4.2.2 Umidade relativa	20
4.2.3 Radiação solar	21
4.3 Índices de conforto térmico	21
4.3.1 Índice de temperatura e umidade.....	22
4.3.2 Índice de temperatura de globo negro e umidade.....	23
4.3.3 Carga térmica radiante.....	25
6 REFERÊNCIAS	27

DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE NOVILHOS NELORE EM SISTEMAS INTEGRADOS E EXCLUSIVO	34
1 INTRODUÇÃO.....	36
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Localização, tratamentos e delineamento experimental.....	37
2.2 Período experimental.....	39
2.3 Avaliação do desempenho agrônômico.....	40
2.4 Índices de conforto térmico	41
2.5 Avaliação do desempenho animal	44
2.6 Avaliação do comportamento animal	45
2.7 Análise estatística	45
3 RESULTADOS	47
3.1 Desempenho agrônômico	47
3.2 Índices de conforto térmico	49
3.3 Comportamento animal	52
3.4 Desempenho animal	56
4 DISCUSSÃO.....	58
5 CONCLUSÕES.....	66
6 REFERÊNCIAS	66

1 Introdução geral

A combinação lavoura-pecuária-floresta provoca mudanças do sistema de uso da terra, aumentando a quantidade de produtos obtidos por unidade de insumos/recursos inseridos nos sistemas, melhorando a estabilidade frente às mudanças provenientes de flutuações financeiras e promovendo a sustentabilidade do sistema. Esse sistema promove vários benefícios ao solo e plantas, como melhor ciclagem de nutrientes, conservação do teor de matéria orgânica, melhora a estrutura do solo e aumenta a infiltração de água pluvial, retenção de parte dos nutrientes que poderiam ser perdidos por lixiviação ou se tornarem indisponíveis para a vegetação (Vilela et al., 2001). Outro benefício do sistema é o sombreamento propiciado pelas árvores, gerando um microclima local importante para melhorar a atividade e fertilidade do solo, proporcionando uma melhor qualidade nutricional da plantas forrageiras e bem-estar aos animais (Pires et al., 2000).

Grande parte das áreas de pastagem no Brasil encontra-se sob condições climáticas que determinam estresse térmico pelo calor em bovinos de corte, incluindo os mais aclimatados como o Nelore, em grau mediano a severo (Porfírio-da-Silva, 2003). Bovinos em pastejo alteram o comportamento frente ao maior ou menor estresse térmico, com isso, a observação de animais auxilia no entendimento das características do ambiente pastoril.

O consumo por animais em pastejo está em função das variáveis associadas ao comportamento do animal, pois as características do ambiente pastoril como o microclima, a estação do ano e a estrutura da pastagem determinam padrões distintos de comportamento e, conseqüentemente, desempenho animal. Portanto, para se entender o consumo são necessárias mensurações das variáveis do comportamento ingestivo, tais

como o tempo gasto pelo animal na atividade de pastejo e a taxa de ingestão de forragem durante esse período que, por sua vez, é o resultado do produto entre o número de bocados por unidade de tempo e a quantidade de forragem apreendida por bocado (Allden e Whittaker, 1970).

Objetivou-se avaliar o comportamento e desempenho animal em sistemas de pecuária exclusiva, integração lavoura-pecuária e pecuária-floresta.

REVISÃO DE LITERATURA

2 Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

A utilização de pastagens cultivadas ou florestas plantadas de maneira isolada representam uma modalidade de uso da terra cuja exploração é bem mais simples do que estes atuados de forma simultânea.

Segundo Balbino et al. (2011), os sistemas de integração podem ser classificados e definidos em quatro grandes grupos distintos de produção.

a) Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou Agropastoril: sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos;

b) Integração Pecuária-Floresta (ILPF) ou Silvipastoril: sistema de produção que integra o componente pecuário (pastagem e animal) e o componente florestal em consórcio;

c) Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou Silviagrícola: sistema de produção que integra o componente florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes);

d) Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril: sistema de produção que integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área.

Cada um destes grandes processos pode ser subdividido em modalidades variadas de sistemas de produção conforme os componentes de produção vegetal ou animal envolvidos, adequando-se as criações e cultivos mais promissores a cada agroecossistema.

2.1 O componente pecuária no sistema ILPF

É notório que a produção pecuária brasileira é de caráter extensivo com solos bem intemperizados, resultando numa estrutura física adequada, porém com problemas de fertilidade natural, com acidez e/ou alta saturação por alumínio. As áreas marginais utilizadas com pecuária, no entanto, apresentam topografia irregular, pedregosidade ou limitações de drenagem. Assim, os solos de melhor aptidão agrícola são, normalmente, ocupados por lavouras anuais de grãos ou outras culturas de maior valor agregado (Macedo, 2009). A falta de manejo adequado dos recursos solo e pastagem tem levado à uma exploração pecuária susceptível a problemas de produtividade e de sustentabilidade da produção, levando a degradação da pastagem (Dias-Filho, 2011).

Por isso, produtores têm buscado práticas que amortizam, ao menos em parte, os custos da recuperação/renovação das áreas de pastagens degradadas, bem como o uso da integração lavoura-pecuária, em sistema de rotação ou consórcio com a forrageira, o qual tem sido cada vez mais aceito e praticado (Dias-Filho, 2011).

Além disso, os sistemas integrados propiciam outros objetivos importantes como a diversificação da produção, o fornecimento de adubo residual da lavoura para a pastagem que, por conseguinte, tende a aumentar a produção elevando os níveis de

produtividade e diversidade da propriedade rural, conseqüentemente, aumentando a renda do produtor (Martha Jr. et al., 2011).

Os sistemas de produção em integração promovem melhorias diretas e, ou indiretas de ordem zootécnica e ambiental. Sobretudo, melhorias na qualidade de gramíneas em alguns sistemas, resultantes do sombreamento e da maior disponibilidade de nutrientes no solo. Estes fatores associados ao maior conforto térmico dos animais, possibilita o aumento no consumo de forragem e ganho de peso individual (Alves, 2012). No entanto, ainda são poucas as informações de desempenho de bovinos em sistemas de integração.

2.2 A influência do componente Lavoura sobre o componente Pecuária

A recuperação/renovação indireta de pastagens por meio da integração lavoura-pecuária é uma alternativa eficiente, porém complexa. Nesta modalidade a introdução de lavouras não é eventual, mas parte constante de um sistema de produção de grãos e de produção animal que interagem e se completam em aspectos do manejo, da fertilidade, da física e da biologia do solo (Macedo, 2009).

No entanto, duas realidades distintas são descritas por Moraes et al. (2002), onde i) em região tipicamente agrícola, a pecuária entraria como uma opção de diversificação e possibilitaria a utilização na alimentação animal de plantas de cobertura e, ou pastagens anuais em rotação com cultivos anuais de grãos ou ii) em região tipicamente de pecuária a agricultura entra como uma opção para o estabelecimento ou recuperação de pastagens. A utilização da agricultura no processo de recuperação da capacidade produtiva das áreas destinadas às pastagens possibilita controle de invasoras e adoção de fertilização de uma forma mais fácil.

Para entender a complexidade desta interação, é relevante salientar que o estabelecimento de uma biomassa adequada é vital para o desempenho da cultura anual

(formação de cobertura do solo) quanto dos animais (Carvalho et al., 2005). A biomassa de forragem pós-lavoura influencia o ganho por animal e o ganho por área, por afetar a ingestão de forragem e oportunizar ao animal a possibilidade de selecionar sua dieta.

2.3 A influência do componente Florestal sobre o componente Pecuária

Um requisito fundamental para o sucesso de sistemas agrossilvipastoris é a escolha das espécies que irão compor o sistema.

O componente florestal, por permanecer por mais tempo na área e por ter grande influência na produtividade dos demais componentes, deve ser escolhido com muito cuidado, a partir do diagnóstico das condições e dos objetivos do sistema, assim como a definição da orientação e do arranjo espacial das árvores (Almeida et al., 2012).

A espécie florestal ideal para a ILPF deve apresentar crescimento inicial rápido, para facilitar o estabelecimento; copa reduzida ou pouco densa e fuste longo, o que diminui o sombreamento na cultura consorciada, ter viabilidade econômica, oferecendo produtos com alto potencial de comercialização e baixo ou nenhum potencial invasivo, para evitar a propagação excessiva (Dias-Filho, 2006). A árvore utilizada em sistemas integrados ainda deve possuir adaptação ao solo e ao clima da região, além de melhorar o microclima da área (Silva et al., 2010). Também não deve causar alelopatia ou depositar excessiva quantidade de serapilheira (Melotto et al., 2011) e não deve apresentar toxicidade aos animais (Porfírio-da-Silva e Moraes, 2010).

As forrageiras devem ser produtivas e apresentar tolerância ao sombreamento e serem adaptadas às condições edafoclimáticas do local de implantação (Andrade et al., 2003). Um exemplo dessas características são as *Brachiaria* (sinonímia *Urochloa*) *brizantha* cultivares Marandu (Oliveira et al., 2007) e Piatã (Mello, 2013) e *decumbens* cv. comum (Paciullo et al., 2007).

Existem outras vantagens proporcionadas pelas árvores nos ecossistemas pecuários, como o microclima, que beneficia as plantas e os animais. As copas das árvores funcionam como quebra-vento, diminuindo a demanda evaporativa das plantas herbáceas dos sub-bosques em relação às variações microclimáticas (Castro et al., 2008).

Outra vantagem do sombreamento provocado pela arborização é o maior valor nutritivo das plantas forrageiras. Contudo, este incremento nutricional também é dependente tanto da espécie forrageira e arbórea em questão quanto do nível de sombreamento o qual é submetida (Gobbi et al., 2010). Esta melhora nos valores nutricionais é provocada, em parte, pela retenção de umidade e que resulta em maior decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio (Paciullo et al., 2007) e principalmente pela concentração nitrogênio nas folhas provenientes de enzimas e clorofilas responsáveis pela fotossíntese (Martuscello et al., 2009).

Folhas de gramíneas sombreadas tendem a ser mais eficientes na produção de fotoassimilados devido às suas modificações morfofisiológicas que incluem aumento da área foliar específica, granos dos tilacóides maiores e menos empilhados e com maior concentração de clorofilas (Kirchner et al., 2010), o que resulta numa maior concentração de nitrogênio.

Em gramíneas temperadas a maior concentração de nitrogênio foliar também está associada ao menor tamanho das células de plantas sombreadas, uma vez que, embora a quantidade de nitrogênio seja basicamente a mesma na célula, as concentrações desse nutriente são maiores em plantas sombreadas (Kephart e Buxton, 1993).

Além disso, nas plantas sob sombreamento, sobretudo as gramíneas temperadas, ocorrem alterações morfofisiológicas, como a presença de mais água nos tecidos e maior volume de tecido citoplasmático em comparação ao tecido da parede celular;

menor quantidade de tecido de sustentação e de condução de nutrientes; a relação entre clorofila *a* e clorofila *b*, é menor; há menor quantidade de cloroplastos, mas com tamanho superior; os estômatos são maiores, porém apresentam menor densidade; as folhas são mais finas e estreitas e se saturam sob baixa radiação fotossinteticamente ativa (Berlyn e Cho, 2000).

3 Comportamento ingestivo por bovinos em pastejo

Poppi et al. (1987) descreveram a ingestão de forragem como sendo determinada por dois tipos de fatores: os nutricionais e os não-nutricionais. Os fatores não-nutricionais, aqueles associados com o comportamento ingestivo dos animais em pastejo, já os fatores nutricionais seriam aqueles relacionados a aspectos inerentes à digestibilidade, composição química da forragem e fatores metabólicos. Esses fatores são também conhecidos como comportamentais e não-comportamentais (Hodgson, 1990), respectivamente.

Existem evidências de que diferentes níveis de consumo podem ser atingidos a partir de uma mesma massa de forragem (Carvalho, 1997), demonstrando a importância dos fatores não-nutricionais que regulam o consumo em ambientes pastoris. Isso ocorre porque uma determinada massa de forragem pode ser apresentada ao animal de diversas formas, a partir de diferentes combinações entre altura e densidade volumétrica (Carvalho, 1997).

O objetivo principal de todos os animais, para manutenção da vida, é o da busca por alimento. O sistema de criação de bovinos em pastagem é caracterizado por uma série de fatores e suas interações podem afetar o comportamento ingestivo dos animais, comprometendo o seu desempenho e, conseqüentemente, a viabilidade da propriedade (Pardo et al., 2003). O animal é capaz de transmitir sinais a partir do comportamento

ingestivo sobre a disponibilidade e qualidade de seu ambiente pastoril, que, se utilizado para ponderar ações de manejo, poderá se tornar ferramenta importante de gestão do animal em pastagem (Carvalho e Moraes, 2005).

Segundo Forbes (2007), os ruminantes podem modificar um ou mais componentes do comportamento ingestivo, com a finalidade de minimizar os efeitos de condições alimentares desfavoráveis conseguindo, assim, suprir as suas exigências nutricionais para manutenção e produção.

Existe uma alta correlação entre o consumo de forragem e desempenho animal, uma vez que esta é a principal fonte de nutrientes para ruminantes, principalmente nos trópicos, onde a pecuária é feita com base em pastagens. Segundo Palhano et al. (2007) o consumo diário de forragem é o aspecto central para maior compreensão do comportamento dos animais em pastejo, diretamente influenciado por fatores relacionados à planta forrageira e ao animal. Para Piazzetta et al. (2009) o animal e a planta compõem um ambiente complexo, com diversas interações, o que torna o estudo do comportamento ingestivo uma importante forma de compreensão das relações entre a planta, o animal e os diversos fatores que, possivelmente, podem interferir na busca e apreensão do alimento.

Com o estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes, pode-se adequar práticas de manejo que venham a aumentar a produtividade, garantindo, também, melhor estado sanitário e maior longevidade aos animais (Fischer et al., 2002). Segundo Albright (1993), pode-se citar como exemplos práticos destes possíveis benefícios a localização ideal de sistemas de fornecimento de água e alimentos, a utilização de dimensões corretas nas instalações e equipamentos para evitar a competição entre os animais por espaço, a disponibilidade de sombras e abrigos para garantir aos animais a

possibilidade de procurar ambientes que venham a satisfazer da melhor forma as faixas de conforto térmico adequadas ao seu bem-estar.

Variáveis como tempos de pastejo, ruminação, ócio, dentre outros, são alguns dos parâmetros utilizados para avaliar e descrever o comportamento ingestivo de ruminantes (Lima et al., 2003).

3.1 Pastejo

O termo pastejo é definido como o ato do animal selecionar, abocanhar e ingerir o componente forrageiro em condições de criação em pastagem (Voisin, 1974), e nos ruminantes é caracterizado por longos períodos de alimentação, de 4 a 12 horas por dia, concentrados principalmente no início da manhã e final da tarde (Grandim, 2000).

O pastejo é um processo complexo desempenhado pelos herbívoros no intuito de obter forragem para suprir suas exigências nutricionais (Bailey et al. 1996). Vários fatores determinam a relação planta:animal existente entre a desfolhação realizada pelos animais e as características do ambiente de pastejo (Carvalho et al., 2001). A altura, a densidade, as diferentes partes da planta, a composição botânica do dossel, e o arranjo espacial, são fatores que afetam a ingestão e digestão de plantas forrageiras, afetando diretamente o comportamento ingestivo de herbívoros em pastejo (Sollenberger e Burns, 2001).

De acordo com Hodgson (1990), o comportamento de animais em pastejo de uma determinada categoria e sobre um recurso forrageiro específico, expressa relação direta entre características da pastagem e o consumo de forragem, isentando-se condições extremas de clima e estado sanitário desfavorável.

Euclides et al. (2000) encontraram tempo de pastejo diário de novilhos Nelore, sobre pastagem de *Brachiaria decumbens* (sinonímia *Urochloa decumbens*) cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* (sinonímia *Urochloa brizantha*) cv. Marandu no período das

águas de 530 e 490 minutos/dia e, no período seco, foi de 565 e 605 minutos/dia, respectivamente.

Em estudo com vacas da raça Girolando em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e Coast-cross (*Cynodon dactylon*), Zanine et al. (2009) observaram redução significativa no tempo de pastejo no período de 10 às 13 horas que pode ser explicado pelas altas temperaturas encontradas (acima de 36°C), encontrando-se fora da zona de conforto térmico da raça zebuína e demonstrando que condições climáticas influenciam o hábito de pastejo de bovinos.

3.2 Ruminação

Após a ingestão, os animais ruminantes mastigam o alimento e este é transportado até o rúmen/retículo e, após um período de tempo, sua saciedade é atingida pela repleção ruminal. O alimento segue então em sentido contrário em direção à boca para o processo de ruminação. A ruminação consiste de um processo de remastigação e insalivação mais demorada e completa até a redução do alimento em partículas ainda mais reduzidas. Esse comportamento é identificado por movimentos mandibulares de elevada regularidade, com ausência de movimentos de apreensão (Baggio et al., 2008).

De acordo com Marques et al. (2005), o tempo destinado a ruminação varia de 4 a 9 horas, dividido em períodos de poucos minutos a mais de 1 hora, podendo ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo esta última posição uma forma do animal demonstrar que se encontra em condição de conforto e bem-estar. O tempo de ruminação pode ser influenciado pelo microclima e dieta, sendo proporcional ao teor de parede celular do volumoso (Van Soest, 1994).

O tempo médio de ruminação tem variado de 176,67 minutos (12 horas de avaliação) com novilhas nelores no verão em sistema silvipastoril (Souza et al., 2010), 136,80 minutos (12 horas de avaliação) com novilhas leiteiras pastejando *Brachiaria*

decumbens, com disponibilidade de 3,05 Mg MS ha⁻¹ (Zanine et al., 2006) a 53,82 minutos (10 horas de avaliação) com novilhas em pastagem de *Brachiaria decumbens* (4,07 Mg MS ha⁻¹) (Souza et al., 2007).

3.3 Ócio

Ócio consiste de um comportamento de descanso ou repouso, em que o animal não esteja ingerindo alimento ou água, ou em ruminação. O tempo em que o animal passa em ócio pode variar ao longo das estações do ano, com maior frequência durante os meses mais quentes do ano (Marques et al., 2005).

Bovinos submetidos ao estresse devido a altas temperaturas alteram sua postura para dissipar calor através do vento. Observa-se redução dos movimentos e, conseqüentemente, aumento do tempo em ócio (Ferreira, 2010).

Mello (2014), avaliou o comportamento de novilhas leiteiras em capim Piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã) sob pleno sol, sombreamento lateral e sombreamento intenso com eucalipto e constatou que o período do ano e horário do dia afetaram a frequência e o tempo dedicado pelos animais ao ócio, sendo estes de maior frequência nos períodos mais quentes do dia e nas estações mais quente e seca.

3.4 Variáveis comportamentais que compõem o consumo de forragem e desempenho de animais em pastejo

A muito tempo já se apresentava a preocupação com a relação existente entre o comportamento ingestivo e consumo de forragem a nível de bocado (Silva, 2006). O trabalho clássico de Allden e Whittaker (1970) demonstrou que o consumo de forragem é definido em termos dos componentes do comportamento ingestivo, ou seja, como o

resultado da interação entre massa do bocado, taxa de bocados (número de bocados realizados por unidade de tempo) e tempo de pastejo.

Esse trabalho forneceu os fundamentos do entendimento e compreensão de aspectos relativos à interface planta-animal, ou seja, da influência da estrutura do dossel forrageiro sobre a massa do bocado, a relação inversa entre massa do bocado e taxa de bocados e o efeito destes sobre o consumo diário de forragem (Silva, 2006; Carvalho et al., 2009), destacando a importância da estrutura do dossel forrageiro como determinante e condicionador da ingestão de forragem por animais em pastejo (Carvalho et al., 2001).

3.4.1 Massa do bocado

Segundo Hodgson et al. (1997) e Carvalho et al. (2001) a massa de bocado é a variável mais importante na determinação do consumo de animais em pastejo e a mais influenciada pela estrutura do dossel forrageiro.

Hodgson (1990) propôs uma representação esquemática em que a massa do bocado seria o produto entre a densidade volumétrica da forragem e o volume do bocado no estrato pastejado, sendo este último o produto entre sua área e sua profundidade.

Em revisão realizada por Hodgson et al. (1997), para plantas de clima temperado e plantas nativas arbustivas, apresenta-se, de forma sintetizada, os efeitos da estrutura da pastagem nas dimensões do bocado, da seguinte forma:

- 1) A massa do bocado é influenciada fundamentalmente pela resposta da profundidade do bocado à altura da pastagem, ou seja, estas variáveis frequentemente apresentam uma relação de proporcionalidade ao longo de uma ampla variação de alturas de pastagem;

- 2) A área do bocado é menos sensível do que a profundidade do bocado em resposta às características da pastagem;
- 3) A taxa de bocado, de forma geral, é negativamente relacionada à massa do bocado, indicando o aumento da importância de movimentos mandibulares de manipulação (apreensão e mastigação) à medida em que a massa do bocado aumenta;
- 4) Apesar da associação geralmente negativa entre massa do bocado e taxa de bocado, a taxa de consumo no curto prazo ainda tende a aumentar progressivamente como uma função assintótica da massa do bocado.

Quando a ingestão por bocado é reduzida, ocorre uma queda correspondente na taxa de ingestão a menos que um incremento compensatório na taxa de bocados seja observado. Desse mesmo modo, a ingestão diária de forragem também será afetada se qualquer redução na taxa de ingestão não puder ser compensada por um incremento no tempo de pastejo (Hodgson, 1990).

Edwards et al. (1995) afirmam que as dimensões do bocado (área e profundidade) são importantes tanto para o aspecto fisiológico da planta (remoção de tecido fotossintetizante) quanto para animal. No caso de comunidade de plantas, elas respondem a profundidade e a área do ponto em que a forragem será removida (preterimento como resistência ao pastejo), definindo, portanto, a intensidade e o padrão espacial de desfolhação. Contudo, para o animal, a dimensão do bocado, junto com a densidade volumétrica do estrato pastejado, define a massa do bocado. Portanto, quaisquer alterações na massa do bocado, seja por uma resposta a variações em estrutura do dossel, seja por uma decisão comportamental, passam necessariamente por uma alteração na área ou profundidade do bocado (Newman et al., 1994).

Demment e Laca (1993) demonstraram a importância da altura do pasto para maximizar a massa do bocado por meio de uma técnica em que a estrutura de pasto de

fornagem temperada é construída de forma que a altura e a densidade do pasto possam variar de forma independente. Os autores demonstraram que uma determinada massa de forragem, quando apresentada aos animais de uma forma pouco densa e alta, permite massas de bocado superiores a pastos de mesma massa, mas baixos e densos. Para uma massa de forragem da ordem de 2500 kg de MS ha⁻¹, a massa do bocado de novilhos variou de aproximadamente 0,5 g a quase 3 g bocado⁻¹ em estruturas variando de densidades entre 5900 a 700 g m⁻³, respectivamente. No entanto, as forrageiras tropicas quando apresenta-se com densidade baixa, a massa de bocado é reduzida.

3.4.2 Taxa de bocados

Hodgson et al. (1997) relatam que quantidade de forragem ingerida diariamente é o produto entre tempo de pastejo e taxa de ingestão de forragem durante o pastejo. A taxa de ingestão de forragem é o produto entre a taxa de bocados e massa do bocado.

O número total de movimentos mandibulares de um animal ao longo do dia tem se revelado semelhante, existindo, no entanto, variações relacionadas à quantidade de movimentos mandibulares destinados a apreensão e manipulação da forragem (Penning et al., 1991).

Sarmento (2003) explica que a teoria inicial de que o animal aumentaria a taxa de bocados na tentativa de compensar a diminuição do peso do bocado se explicaria, na verdade, por uma estratégia do animal de diminuição do número de bocados de mastigação, mantendo o número total de movimentos mandibulares. Na situação contrária, em que a massa de bocado é elevada, maior a necessidade de mastigação e, portanto, o número de bocados de apreensão deve ser reduzido, sendo esta uma provável explicação para algumas situações quando o aumento na massa do bocado não afeta a taxa de consumo instantânea como reportado por Hodgson et al. (1994).

Baggio et al. (2009) avaliaram estratégias alimentares de novilhos em pastagem de azevém anual e aveia preta em quatro alturas de manejo (10, 20, 30 e 40 cm) e verificaram que a taxa de bocado apresentou correlação negativa com a massa de forragem, o que indica apreensão de maior quantidade de forragem a cada bocado, reduzindo a taxa de bocado. Estes resultados estão em conformidade aos reportados por Carvalho (1997), em que a taxa de bocado apresenta-se inversa e negativamente relacionada à abundância de pasto. Nesse caso, o aumento da quantidade de forragem disponível e da massa do bocado determina maior exigência dos processos de mastigação e de manipulação da forragem capturada, e resulta em maior intervalo entre bocados.

3.4.3 Tempo de pastejo

Quando se somam as refeições e suas durações ao longo de um dia tem-se o tempo de pastejo diário. Esta é uma variável muito útil e indicadora das condições do pasto (Carvalho e Moraes, 2005). O tempo de pastejo de um animal no pasto normalmente é de 6 a 12 horas, e tendem a concentrar nas horas mais frescas do dia (Carvalho et al., 2001).

Por se tratar de uma variável imensamente relacionada ao consumo, quanto maior a oferta de forragem, menor o tempo de pastejo. Como visto anteriormente, nessas condições, o tempo total de pastejo é menor, e as refeições são numerosas e com longos intervalos (Hodgson et al., 1997). Ao se observar os animais realizando um pastejo em local com essas características, mesmo que se desconheça a estrutura do pasto, é possível inferir sobre suas condições apenas interpretando o comportamento dos animais (Carvalho e Moraes, 2005).

Apesar de ser um forte indicador de baixo consumo, massas de bocado baixas não significam, necessariamente, penalizações ao consumo de forma correspondente. Neste

sentido, o tempo de pastejo é reportado como a primeira resposta compensatória do animal frente a restrições na massa do bocado, e é considerada uma ligação entre a taxa de ingestão no curto prazo e o consumo diário de forragem (Carvalho et al., 2001).

Segundo Baggio et al. (2008), o tempo em que um animal leva pastejando é função direta da quantidade de forragem disponível e os animais podem aumentar em até 50% o tempo de pastejo em situações de restrição de alimento.

Sarmento (2003) avaliou o tempo de pastejo por bovino de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com quatro alturas de dossel forrageiro (10, 20, 30 e 40 cm) em regime de lotação contínua e os valores observados apresentaram uma tendência de aumento à medida que se reduziu a altura do dossel forrageiro. Observou que os pastos mantidos a 10 cm os animais gastaram cerca de uma hora a mais em atividade de pastejo se comparados a animais mantidos em pastos de 40 cm.

Esse incremento no tempo de pastejo é uma resposta clássica do animal quando as condições vigentes constituam em escassez de alimento (Carvalho et al., 2001). Em tal situação, os animais pastejam por um período de tempo maior, pois este é um tipo de resposta dos ruminantes quando a ingestão de forragem está abaixo de sua demanda, procurando manter o consumo diário em níveis satisfatórios (Carvalho et al., 2007). Esse ajuste no tempo de pastejo diário ocorre, de forma geral, à custa do tempo de ruminação. No entanto, Carvalho et al. (2007) alertam quanto aos riscos dessa penalização, pois variáveis como o tempo em atividade em pastejo e ruminação têm sido utilizadas de forma desvinculada de qualquer modelo preditivo, sem investigação adequada das relações de causa-efeito que as envolvem.

4 Fatores ambientais que afetam o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo.

O ambiente pode ser definido como o conjunto de tudo o que afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo, e que não envolve diretamente fatores genéticos (Silva, 2000). Assim, pode-se dizer que o ambiente é responsável pela maior parte da interferência existente nas condições de vida de um organismo (e.g. bovino, no presente trabalho), bem como, que o ambiente compreende todos os fatores físicos, químicos e biológicos que circundam o animal, incluindo fatores relativos à temperatura, fatores que provoquem mudanças de comportamento e que causem doenças, entre outros.

Paranhos da Costa (2000) comenta que, normalmente nas fazendas os bovinos enfrentam situações que causam desconforto, tais como altas temperaturas, radiação solar, insetos e parasitas. Estas condições podem, em conjunto ou isoladamente, levar os animais ao estresse que, por consequência, resulta em desempenho abaixo do potencial.

4.1 Termorregulação

A termorregulação refere-se especificamente à capacidade do animal em manter a temperatura corporal estável. A habilidade de regular a temperatura interna é uma adaptação evolutiva que permite aos animais homeotermos minimizar problemas provenientes da variação da temperatura ambiente (Silanikove, 2000). Suas taxas metabólicas criam uma fonte interna de calor, além de possuírem estruturas isolantes na superfície corporal que previnem a dissipação descontrolada de calor (McFarland, 1999).

Em condições de estresse, os animais acionam mecanismos adaptativos que implicam diretamente em mudanças na taxa metabólica, temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca, alterações hormonais e metabólicas sanguíneas e no

comportamento (Garcia et al., 2011). Essas mudanças, que ocorrem para promover a adaptação do organismo ao meio, geralmente implicam em perda de eficiência produtiva para o animal. Nesse aspecto, a utilização de áreas sombreadas atenua os efeitos da elevada temperatura e radiação solar, permitindo, frequentemente, melhores desempenhos produtivos (McDaniel e Roark, 1956).

Oliveira (2013) avaliou o comportamento ingestivo de novilhas Nelore submetidos a diferentes condições de sombreamento em sistemas pecuária-floresta com eucalipto e *B. brizantha* cv. Piatã e lavoura-pecuária com a mesma forrageira, ambas manejadas com 95% de interceptação luminosa, observou que os animais passaram maior tempo pastejando na lavoura-pecuária, seguido da integração com floresta. Este fato evidencia a relevância do componente florestal para abrigar os animais nos horários mais quentes do dia, permitindo-lhes menor gasto energético com a termorregulação.

Souza et al. (2010) avaliaram novilhas aneladas sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto e verificaram que os animais permaneceram, em média, 47% do tempo disponível sob a sombra das árvores. De modo semelhante, Ferreira (2010) avaliou a influência de diferentes disponibilidades de sombra na resposta fisiológica e comportamental de bovinos leiteiros mestiços em pastagens e observou que os animais passaram até 57% do tempo de permanência nos piquetes à sombra.

Portanto, uma forma de mensuração possível da perda de eficiência produtiva ocasionada pela termorregulação, tendo em vista os aspectos fisiológicos e de bem-estar animal, é por meio de indicadores do comportamento. Estes indicadores estão relacionados à ocorrência de reações e comportamentos anormais ou que afastem dos que ocorrem no ambiente natural. Dessa forma é possível dizer que o clima (e.g.

temperatura, umidade, pluviosidade, etc.) se torna responsável pela maior parte da interferência existente nas condições de vida de um organismo (Glaser, 2003).

4.2 Elementos climáticos

É notório que fatores ambientais estão relacionados diretamente com o desempenho animal. Deste modo, temperaturas elevadas, radiação solar e umidade relativa são elementos climáticos que atuam como condicionadores de estresse no rebanho bovino (Medeiros e Vieira, 1997).

Na bovinocultura, o animal necessita de condições mínimas favoráveis para responderem produtivamente. Os bovinos podem identificar pequenas alterações climáticas e contornarem determinadas situações, como permanecerem à sombra em temperaturas mais elevadas, visando maior proteção contra a radiação solar (Schütz et al., 2009; Garcia et al., 2011). Fato este que torna de grande importância, quantificar e avaliar em conjunto os elementos climáticos (Ferreira, 2005).

4.2.1 Temperatura

Um dos principais elementos meteorológicos condicionante para o conforto térmico e funcionamento geral dos processos fisiológicos é a temperatura ambiental. Ela circunda a superfície corporal dos animais, o que pode influenciar diretamente a velocidade das reações no organismo, influenciando, assim, a produção animal (Nazareno, 2008).

A faixa de temperatura de conforto térmico é variável em função de espécie, raça e, ou linhagem, idade, peso e tamanho corporal, estado fisiológico, dieta e exposição prévia ao calor (aclimatação) (Paranhos da Costa e Pascoa, 2013). O conforto térmico está associado às variações da temperatura do ar ou de bulbo seco, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação incidente no ambiente (Curtis, 1983).

Medeiros e Vieira (1997) afirmam que a temperatura ambiente influencia no crescimento, tamanho, acabamento, conversão alimentar, manutenção do peso, taxa de crescimento do embrião, peso ao nascer, peso no pré e pós-desmame de bovinos de corte.

A zona de conforto térmico dos bovinos de corte zebuínos encontra-se numa faixa de temperatura de 22 °C a 26 °C, com temperatura crítica inferior (TCI) de 18 °C e superior (TCS) de 35°C (Silva, 2008). As zonas de tolerância compreendem as faixas de temperatura ambiental, abaixo ou acima das temperaturas críticas da zona de conforto (Figura 01), em que a disposição ou produção de calor são eficazes em manter a temperatura interna estável (Titto, 1998).

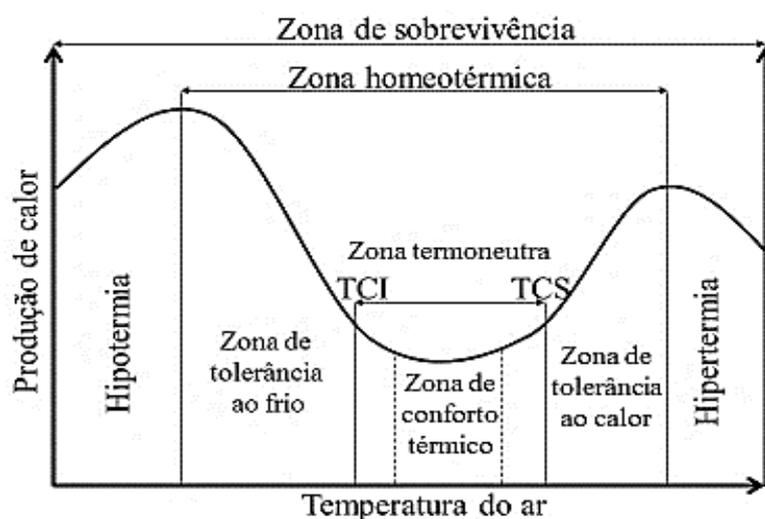


Figura 01. Zona de tolerância e conforto térmico para bovinos. Adaptado de Titto (1998).

4.2.2 Umidade relativa

A umidade do ar é o termo utilizado para descrever a quantidade de vapor de água contido na atmosfera, sem fazer referência a outros estados da água, seja na forma líquida ou sólida (Marin et al., 2008). A umidade do ar pode ser absoluta ou relativa. A umidade absoluta do ar é a relação entre a massa de vapor de água e o volume de ar, e a

umidade relativa é a relação entre a quantidade de vapor existente no ar e a quantidade que existiria, se o mesmo estivesse saturado na mesma temperatura (Pereira, 2005). O vapor é colocado na atmosfera pela ação do calor solar evaporando as águas dos rios, lagos, mares, etc., além da evapotranspiração das plantas. Suas quantidades variam conforme a região, estação do ano, altitude, etc.

A baixa umidade do ar causa desidratação e irritação na pele e mucosas, predispondo o animal a patologias (Starling et al., 2002). O contrário, no caso de umidade alta, a diminuição da perda de calor corporal para o meio compromete o equilíbrio térmico (Silva, 2000) e predispõe, juntamente com outros fatores climáticos, o aumento de agentes vetores de patologias.

4.2.3 Radiação solar

Nos sistemas de criação em pasto, a maior parte da incidência solar direta é proveniente da radiação solar e representa a maior fonte de calor adquirida pelos animais através do ambiente (Silva, 1999). Uma alternativa para evitar o estresse térmico causado pela radiação solar é o uso do sombreamento, que diminui a incidência de radiação sobre o animal, beneficiando o conforto térmico e favorecendo a homeotermia (Glaser, 2003) e o desempenho produtivo (Paciullo et al., 2011).

4.3 Índices de conforto térmico

O ambiente térmico é composto pela temperatura ambiental, pela umidade relativa, pela velocidade do ar e pela radiação. Esse conjunto de fatores pode ser utilizado para avaliar qual a condição o animal está sendo submetido (Sartori et al., 2001). Alguns índices foram desenvolvidos para mensuração desse conforto térmico.

4.3.1 Índice de temperatura e umidade

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi adaptado a partir do índice de desconforto para os seres humanos desenvolvidas por Thom (1959, citado por Hahn et al., 2009). Tem sido amplamente aplicado para moderar a condições de calor, mesmo com limitações reconhecidas, relacionada a velocidade do vento e carga térmica radiante (Hahn et al., 2009). Temperatura e umidade influenciam muitos dos impactos de troca de calor de ambientes térmicos quentes e, portanto, muitas vezes representam adequadamente o impacto global sobre pecuária (Brown-Brandl et al., 2005).

A equação sugerida por Thom (1959) é a seguinte:

$$\text{ITU} = 0,8 \times \text{tbs} + (\text{UR}/100) \times (\text{tbs} - 14,4) + 46,4$$

Em que: tbs = temperatura de bulbo seco (°C);

UR = umidade relativa do ar (%).

Baccari Jr. (1983) propôs no Brasil uma variação desta equação levando em consideração a temperatura de bulbo seco e temperatura de ponto de orvalho e é expresso em termos adimensionais pela seguinte equação:

$$\text{ITU} = \text{tbs} + 0,36\text{tpo} + 41,5$$

Em que: tbs = temperatura de bulbo seco (°C);

tpo = temperatura de ponto de orvalho (°C).

Esta equação pode sofrer variações, dependendo do autor. A mudança ocorre na constante 41,5, para temperatura em graus Celsius, a qual foi convertida de 330,08 Kelvin. Outras variações da equação também podem ocorrer em função da variável que o equipamento quantifica, além da temperatura, como esta equação que utiliza no cálculo o valor de bulbo úmido ao invés da temperatura de ponto de orvalho:

$$\text{ITU} = 0,72 (\text{tbs} + \text{tbu}) + 40,$$

Em que: tbu = temperatura de bulbo úmido (°C);

Através do valor de ITU observado, o ambiente pode ser classificado, segundo a classificação proposta por Baccari Jr (1983), como: ITU de 70, condição normal; ITU de 70 a 78, crítico; ITU de 79 a 83, perigo; e ITU acima 83, emergência.

O tempo de permanência dos animais em pastejo ao sol ou à sombra em sistemas que lhes permitem esta opção (e.g. ILPF) é influenciado pelo ITU. Segundo Leme et al. (2005) vacas leiteiras mestiças em sistema silvipastoril permaneceram 68% do tempo sob a sombra quando o ITU atingiu valores médios de 76,3, superior ao limite de termoneutralidade.

Bos taurus indicus são melhores adaptados ao clima tropical, no entanto, a presença de sombra é fundamental para o conforto térmico destes animais. De acordo com Navarini et al. (2009), o conforto térmico de bovinos Nelore em condições tropicais é alcançado quando estes têm disponibilidade de sombra. Os autores ainda ressaltam que o estresse térmico não gera problemas de ordem fisiológica em animais saudáveis, no entanto, pode acarretar redução no desempenho.

4.3.2 Índice de temperatura de globo negro e umidade

Buffington et al. (1981) propuseram o índice de temperatura e umidade, usando a temperatura de globo negro, em substituição à temperatura de bulbo seco e a temperatura de ponto de orvalho, expressando o índice pela seguinte equação:

$$\text{ITGU} = \text{tgn} + 0,36\text{tpo} - 330,08, \text{ ou corrigido para } ^\circ\text{C};$$

$$\text{ITGU} = \text{tgn} + 0,36\text{tpo} + 41,5$$

Em que: tgn = temperatura de globo negro ($^\circ\text{C}$)

tpo = temperatura de ponto de orvalho ($^\circ\text{C}$).

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é o indicador mais acurado para mensurar o conforto dos animais em relação ao Índice de Temperatura e Umidade (ITU) sob condições severas de estresse pelo calor. Os dois índices são

similares como indicadores do conforto térmico sob condições de estresse moderado (Baccari Jr., 1998). Este índice é bastante usado na bioclimatologia zootécnica, pois leva em consideração, por meio da temperatura de globo negro colocado na posição em que o animal ocuparia no ambiente, os efeitos combinados da temperatura, energia radiante e velocidade do vento, a partir do qual se pode concluir sobre o nível de conforto de um ambiente. Entretanto, este índice despreza a termólise evaporativa que os animais apresentam como mecanismo termorregulatório (Silva, 1999). A diferença entre a temperatura do ar e do globo negro reflete o efeito das radiações, diretas e refletidas, sobre os animais (Oliveira e Esmay, 1981).

Navarini et al., (2009) avaliaram os índices de conforto térmico de novilhas nelore sob diferentes condições de sombreamento natural (bosquetes, árvores isoladas e não sombreado) e observaram ITGU de 79, 82 e 84, respectivamente para as condições de sombreamento, denotando que os animais se encontravam em situação de desconforto térmico em nível crítico, segundo a escala de Baccari Jr. (1983).

Silva et al. (2015) questiona que os diversos índices derivados de medidas meteorológicas primárias sugeridas, como as anteriormente citadas, o índice de carga térmica (*heat load index* - HLI) (Gaughan et al., 2008), estimador de taxa respiratória (Eigenberg et al., 2005), o índice de clima global (*comprehensive climate index* - CCI) (Mader et al. 2010) e outros foram desenvolvidos em regiões temperadas, principalmente com base em dados de animais criados nesses ambientes. Esses índices expressam as reações dos animais adaptados às condições ambientais de clima temperado, nas quais eles viviam e foram medidos. Tais condições diferem muito daquelas em latitudes mais baixas, especialmente como para a radiação solar, que é mais elevada durante todo o ano.

4.3.3 Carga térmica radiante

O índice de carga térmica radiante (CTR) foi desenvolvido por Esmay (1982) com a finalidade de caracterizar a radiação total recebida pelos animais, avaliando as condições térmicas ambientais. A CTR envolve no cálculo temperatura de globo negro e temperatura de bulbo seco, podendo ser obtida pela equação contendo a constante de Stefan-Boltzmann:

$$\text{CTR} = \sigma (\text{TRM})^4$$

Em que: CTR = carga térmica de radiação, em Wm^{-2} ;

σ = constante Stefan-Boltzmann, $5,67 \times 10^{-8} (\text{K}^{-4} \text{Wm}^{-2})$, e

$$\text{TRM} = 100 ([2,51 \cdot (\text{Vv})^{0,5} \cdot (\text{Tg} - \text{Ts}) + (\text{Tg} \cdot 100^{-1})^4]^{0,25})$$

Em que: TRM = temperatura radiante média, em K;

Vv = velocidade do vento, em m/s;

Tgn = temperatura do globo negro, em K; e

Tbs = temperatura de bulbo seco, em K.

Como a carga térmica radiante (CTR) é influenciada pela velocidade do vento e pela radiação global incidente, mensurada pelo globo negro, nos sistemas silvipastoris a CTR pode ser reduzida. Isso ocorre devido ao fato de que as árvores funcionam como uma barreira, evitando a incidência de radiação direta na área sob a copa. Além disso, as árvores também transformam energia solar em energia química latente pelo processo de fotossíntese, o que reduz a parcela de energia destinada ao aquecimento do ar (Baeta e Souza, 1997).

Navarini et al. (2009) observaram CTR média de 508 Wm^{-2} em ambiente de pequenos bosques de Guajuvira (*Patagonula americana* L.), 11% menor comparados ao sol pleno, e com pequenas variações nos horários do dia, com máxima de, aproximadamente, 520 Wm^{-2} às 15 horas.

6 REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.485-498, 1993.
- ALLDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A. The determinants of herbage intake by sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.21, p. 755-766, 1970.
- ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012.
- ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G.; LAURA, V.A.; OLIVEIRA, C.C. Ambiente y bienestar de bovinos de carne en sistemas integrados Cultivos-Ganadería-Foretal en Brasil. In: **Anais... II Congreso Colombiano y I Seminario Internacional Silvopastoreo**. Universidad Nacional de Colombia, 2012.
- ANDRADE, C. M. S; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com *Stylosantes guianensis* cv. mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, 2003.
- BACCARI JÚNIOR, F.; JOHNSON, H.D.; HAHN, G.L. Environmental heat effects on growth, plasma T3 and postheat compensatory effects on Holstein calves. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, Okland, v.173, n.3, p.312-318, 1983.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246 p.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; ANGHINONI, I.; LOPES, M. L. T.; THUROW, J. M. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 215-222, 2009.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; ROCHA, L. M.; CAROLINA BREMM, SANTOS, D. T.; MONTEIRO, A. L. G. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual e aveia-preta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p.1912-1918, 2008.
- BAILEY, D. W.; GROSS, J. E.; LACA, E. A.; RITTENHOUSE, L. R.; COUGHENOUR, M. B.; SWIFT, D. M.; SIMS, A. P. L. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. **Journal of Range Management**, v. 49, p. 386-400, 1996.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa, 2011. 130 p. BRASIL. Ministério das Relações Exteriores.
- BERLYN, G.P.; CHO, J. Light, moisture, and nutrient use by plants. In: ASHTON, M.S.; MONTAGNINI, F. (Eds.). **The silvicultural basis for agroforestry systems**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p.9-39.

- BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A. Hahn, G. L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 1: analyses of indicators. **Biosystems engineering** 90, 451–462, 2005.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- CARVALHO, P. C. F., RIBEIRO FILHO, H. M. N., POLI, C. H. E. C. MORAES, A. D.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W. R. S. (Org.). A produção animal na visão dos brasileiros. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Piracicaba, v. 1, p. 853-871. 2001.
- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de Ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. (Org.). **Manejo Sustentável em Pastagem**. Maringá-PR: UEM, v. 1, p. 1-20, 2005.
- CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R. S.; MACARI, S.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K. **Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária**. In: MOARES, A. et al. International Symposium on International Crop-livestock Systems, Curitiba, 2007.
- CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. T.; MEZZALIRA, J. C.; POLI, C. H. E. C.; CARLOS NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; GONDA, H. L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.109-122, 2009 (supl. especial).
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. p.25-52, 1997.
- CASTRO, A. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M. A. B.; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p. 2395-2402, 2008.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University, 1983. 410p.
- DEMMENT, M.W.; LACA, E.A. The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: World Conference on Animal Production, 7., Edmonton, 1993. **Proceedings**. Edmonton. p. 439-460, 1993.
- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. Belém, PA. ed. MBDF, 2011. 215 p.
- DIAS-FILHO, M. B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C.; CASTRO, J. M. C. Simpósio e reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 43. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ: UFPB. Suplemento especial da Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, p. 535-553, 2006.

- EDWARDS, G.R.; PARSONS, A.J.; PENNING, P.D.; NEWMAN, J.A. Relationship between vegetation state and bite dimensions of sheep grazing contrasting plant species and its implications for intake rate and diet selection. **Grass and Forage Science**, v.50, p. 378-388, 1995.
- EIGENBERG, R.A.; BROWN-BRANDL, T.M.; NIENABER, J.A.; HAHN, G.L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, Part 2: Predictive relationships. **Biosystems Engineering**, v.91, n.1, p. 111-118, 2005.
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: AVI, 1978. 358 p. (Environmental engineering in agriculture and food series).
- EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M. D. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2200-2208, 2000.
- FERREIRA, J. J. **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequências de alimentação em confinamento**. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010. 89 p.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P.; BOEVER, J. D. Padrões da distribuição nictemeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras, ao início e ao final da lactação, alimentadas com dieta à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2129-2138, 2002.
- for feedlot cattle. **Journal Animal Science** v.86, p.226–234, 2008.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. 2.ed. CABI, Wallingford, UK. 2007.
- GARCIA, A. R., MATOS, L. B., LOURENÇO JÚNIOR, J. B., NAHÚM, B. S., ARAÚJO, C. V., SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p.1409-1414, 2011.
- GAUGHAN, J.G.; MADER, T.L.; HOLT, S.M.; LISLE, A. A new heat load index
- GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2003. 84p. Dissertação (Mestrado) -Universidade de São Paulo: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Arch. Zootec.** 59 (227), p.379-390, 2010.
- GRANDIM, T. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros en condiciones extensivas. GRANDIM, T. **Livestock handling and transport**. Wallingford: CAB Publishing, 2000. cap.5, p. 63-85.
- HAHN, G.L.; GAUGHAN, J.B.; MADER, T.L.; EIGENBERG, R.A. Chapter 5: Thermal indices and their applications for livestock environments. In: J. A. DeShazer, ed. **Livestock Energetics and Thermal Environmental Management**, 113-130. St.

- Joseph, Mich.: ASABE. 2009. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASABE, 2009.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Longman Handbooks in Agriculture. 203 p. 1990.
- HODGSON, J., CLARK, D.A.; MITCHELL, R.J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: G.C. Fahey (ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America, p. 796-827, 1994.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality response of C3 and C4 perennial grasses to shade. *Crop Science*, v.33, p.831-837, 1993.
- KIRCHNER, R.; SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2371-2378, 2010.
- LEME, T. M. S. P., PIRES, M. D. F., VERNEQUE, R. D. S., ALVIM, M. J., AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.3, p.668-675, 2005.
- LIMA, R.M.B.; FERREIRA, M.A.; BRASIL, L.H.A; L. H., ARAÚJO, P. R. B.; VERÁS, A. S. C.; DOS SANTOS, D. C.; CRUZ, M. A. O. M.; DE MELO, A. A. S.; OLIVEIRA, T. N.; SOUZA, I. S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.2, p.347-353, 2003.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.133-146, 2009.
- MADER, T.L.; JOHNSON, L.J.; GAUGHAN, J.B A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 6, p. 2153-2165, 2010.
- MARIN, F.R.; ASSAD, E.D.; PILAU, F.G. **Clima e ambiente – Introdução à climatologia para as ciências ambientais**. Campinas–SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2008. 127p.
- MARQUES, J.A.; MAGGIONI, D.; ABRAHAO, J.J.S.; GUILHERME, E.; BEZERRA, G.A.; LUGAO, S.M.B. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Maracaibo, v.13, n.3, p. 97-102, 2005.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1.117-1.126, 2011.
- MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D. de N.F.V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1183-1190, 2009.
- McDANIEL, A.H.; ROARK, C.B. Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.15, p.59-63, 1956.

- McFARLAND, D. *Animal behavior: psychobiology, ethology and evolution*, 3. ed. Prentice Hall, p. 259-307, 1999.
- MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H. **Bioclimatologia animal**. 1997 (Apostila). Disponível em <<http://levy.blog.br/arquivos/aula-fesurv/downs-86-0.pdf>>. Acesso em 20 nov 2015.
- MELLO, A.C.T. **Comportamento animal e distribuição espacial das fezes em sistemas integrados de produção de leite**. 2014. 58p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2014.
- MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J. O componente florestal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. p. 37-51, 2011.
- MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J.; CARVALHO, P.C.F.; CASSOL, L.C. In: MELLO, N.A.; ASSMANN, T.S. (Eds.). *Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil*. In: Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, 1, 2002, Pato Branco. **Anais...** Pato Branco, 2002. p. 3-42.
- NAVARINI, F., KLOSOWSKI, E., CAMPOS, A., TEIXEIRA, R. D. A., ALMEIDA, C. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, p.508-517, 2009.
- NAZARENO, A.C. **Influência de diferentes sistemas de criação na produção de frangos de corte industrial com ênfase no bem-estar animal**. 2008. 100p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- NEWMAN, J.A., A.J. PARSONS AND P.D. PENNING. A note on the behaviour strategies used by grazing animals to alter their intake rates. **Grass and Forage Science**, v.49, p. 502-505, 1994.
- OLIVEIRA, C. C. **Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro**. Diamantina, 2013. 84f. Dissertação (mestrado) – UFVJM, 2013.
- OLIVEIRA, J.L.; ESMAY, M.L. Systems model analysis of hot weather housing for livestock. Transactions of the ASAE, American Society of Agricultural Engineers, Saint Joseph, n.81, p.1-17, 1981.
- OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 748-757, 2007.
- PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A. D.; SILVA, S. D.; MONTEIRO, A. L. G. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.4, p.1014-1021, 2007.
- PARANHOS DA COSTA, M. J. R. *Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto*. **Anais de Etologia**, 2000.
- PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; PASCOA, A.G. As pastagens e o bem-estar animal. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Ed.) *Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros*. Multipress, Jaboticabal, 2013. p.589-600.

- PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.
- PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; TREACHER, T.T. 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. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.
- PIAZZETTA, H.V.L.; MONTEIRO, A.L. G.; RIBEIRO, T.M.D.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J. R.; DA SILVA, C. J. A. Comportamento ingestivo de cordeiros em terminação em pasto. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.3, p.227-234, 2009.
- PIRES, M.F.A.; TEODORO, R.L.; CAMPOS, A.T. Efeito do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: Sociedade Brasileira de Produção Animal, 2000. p.87-105.
- POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; l'HUILLIER, P. J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, p.55-64, 1987
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Sistemas silvipastoris em Mato Grosso do Sul. Para quê adota-los?** In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS: Embrapa-Gado de Corte, 2003, v. CD-Rom, p. 1-13.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V. MORAES, A. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implantação. In: PIRES, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**, Piracicaba: FEALQ, v. 2, p. 1421-1461, 2010.
- SARMENTO, D. O. L. **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandu submetidos a regimes de lotação contínua** Piracicaba, 2003. 76 p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
- SARTORI, J.R.; GONZALES, E.; DAL PAI, V. Effect of Environmental Temperature and Feed Restriction on the Performance and Composition of the Skeletal Muscle Fibers in Broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1779-1790, 2001.
- SHÜTZ, K.E.; ROGERS, A.R.; COX, N.R.; TUCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, v.116, p. 28-34, 2009.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, v. 67, p. 1-18, 2000.
- SILVA V. P.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2010.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 286p, 2000.
- SILVA, R.G. **Biofísica Ambiental, os animais e seu ambiente**. Jaboticabal – SP: FUNEP, 393p. 2008.

- SILVA, R.G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999.
- SILVA, R.G; MAIA, A.S.C; COSTA, L.L.M. Index of thermal stress for cows (ITSC) under high solar radiation in tropical environments. **International journal of biometeorology**, v. 59, n. 5, p. 551-559, 2015.
- SILVA, S. C. da. **Comportamento animal em pastejo**. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba, v. 23, 2006.
- SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. Canopy characteristics, ingestive behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, São Pedro. **Proceedings...** p.321-327.
- SOUZA, S.R.M.B.O.; ITAVO, L.C.V.; RIMOLI, J.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.213, p.67-70, 2007.
- SOUZA, W. D., BARBOSA, O. R., MARQUES, J. D. A., GASPARINO, E., CECATO, U., BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39 n.3, 677-684, 2010.
- STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; CERÓN-MUÑO, M.; BARBOSA, G. S. S. C.; COSTA, M. J. R. P. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.
- TITTO, E. A.L. Clima – influência na produção de leite: ambiência na produção de leite em clima quente. Piracicaba: FEALQ, 1998.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; SOUSA, D. M. G. de. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 21p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 42).
- VOISIN, A. **Produtividade do pasto**. São Paulo: Mestre Jou, 1974.
- ZANINE, A.; VIEIRA, B.; FERREIRA, D.; VIEIRA, A. J. M.; LANA, R. D. P., CECON, P. R. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.85-95, 2009.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; FERREIRA, D.; CECON, P. Comportamento da ingestão em bovinos (ruminantes) em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* na região Centro Oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.2, p.17-24, 2006.

CAPÍTULO 1

DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE NOVILHOS NELORE EM SISTEMAS INTEGRADOS E EXCLUSIVO¹

RESUMO – Objetivou-se avaliar o comportamento e o desempenho de novilhos nelores em sistemas integrados. Os tratamentos consistiram de três sistemas compostos por pecuária, lavoura-pecuária e pecuária-floresta com renques triplos de eucaliptos. O experimento foi conduzido em Sinop, MT com delineamento em blocos completos casualizados com quatro repetições em duas épocas do ano (transição seca/águas e águas) avaliados de 19 de setembro de 2015 a 10 de janeiro de 2016. Utilizou-se novilhos Nelore com peso inicial médio de 344 ± 11 kg em lotação contínua e taxa de lotação variável, com pesagem a cada 28 dias após jejum. Avaliou-se o desempenho agrônomo através da massa e taxa de acúmulo de forragem, em que, independente do sistema a época das águas apresentou maior massa e taxa de acúmulo de forragem. O microclima foi avaliado pelos índices de temperatura e umidade (ITU), temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) nos sistemas e ao sol ou sombra do sistema pecuária-floresta, registrando maiores índices na transição seca/águas nos horários das 11 às 15 horas. O comportamento foi avaliado por observações visuais a cada 10 minutos, das 7 às 17 horas e agrupadas a cada 2 horas. O maior tempo de pastejo foi registrado nos horários das 9 às 13 e após as 15 horas, independente do sistema. A ruminação ocorreu com maior frequência no horário das 13 às 15 horas, na época das águas e à sombra no sistema pecuária-floresta. O ganho médio diário e taxa de lotação foram maiores na época das águas independente do sistema. O ganho de peso por área foi maior nas águas e no sistema lavoura-pecuária. Conclui-se que na época das águas ocorre maior acúmulo de forragem, redução dos índices de conforto térmico e maior desempenho animal.

Palavras-chave: pastejo, ruminação, conforto térmico, integração lavoura-pecuária-floresta, silvipastoril.

¹ Formatado para a revista **Animal Production Science**

PERFORMANCE AND BEHAVIOR STEERS NELLORE IN INTEGRATED SYSTEMS AND EXCLUSIVE

ABSTRACT - The society has pushed the productive sectors to produce efficiently and less impact on the environment as possible. To satisfy the yearnings have been proposed for the crop-livestock-forest integration systems. Thus, aimed to evaluate the behavior and performance of Nelore steers integrated systems. Treatments consisted of three systems (livestock, crop-livestock and livestock-forest). The experiment was conducted in Sinop, MT, Brazil, in a randomized complete block design with four replications and two seasons (transition dry/rainy and rainy) evaluated September 19, 2015 on January 10, 2016. Was used Nelore steers with average initial weight of 344 ± 10.7 kg in continuous stocking and variable stocking rate, weighed every 28 days of fasting. The agronomic performance was evaluated through the forage mass and forage accumulation rate, that whatever system the rainy season had a higher mass and forage accumulation rate. The microclimate was evaluated at times grouped every two hours and had lower air temperature and black globe temperature and humidity index (THI), black globe temperature and humidity (BGT) and radiant heat load (RHL) in the livestock-forest system and its shade. The behavior was evaluated by visual observations every 10 minutes from 7 am to 17 hours and grouped every two hours. The highest grazing time was recorded during the hours from 9 to 13 and after 15 hours, regardless of the system. Rumination occurred more frequently in the time from 13 to 15 hours, during the rainy season and shadow on livestock-forest system. The average daily gain and stocking rate were higher in rainy season of the regardless system. Weight gain per area was higher in rainy and crop-livestock system. Therefore, it is concluded that during the rainy season there is a higher accumulation of forage, reducing thermal comfort indices and increased animal performance.

Keywords: grazing, ruminating, thermal comfort, crop-livestock-forest integration, silvipastoral.

1 INTRODUÇÃO

A pressão da sociedade e da legislação ambiental contra a abertura de novas áreas e a extração de madeira nativa, juntamente com a demanda por terras para produção de alimentos, de fibras, de madeira e de biocombustíveis, tem contribuído para o desenvolvimento de processos e tecnologias para a agropecuária visando o uso eficiente das terras. O declínio na produtividade das pastagens tem se tornado um obstáculo para pecuária, reduzindo muito o seu potencial produtivo.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são alternativos viáveis na busca por uma melhor otimização do recurso solo, diversificação da produção, recuperação de pastagens degradadas e aumento da produção de carne e leite em pasto. Além disso, o sistema de integração pecuária-floresta também permite a produção de madeira e outros serviços ambientais, além de contribuir com o bem-estar animal.

O aumento na densidade de árvores no sistema pecuária-floresta melhora os índices de conforto térmico para os animais à sombra (Garcia *et al.* 2011). Contudo, o ganho de peso por área e a taxa de lotação tendem a ser menores (Carvalho *et al.* 2013).

Os animais alteram seu comportamento frente às variações térmicas do ambiente, buscando minimizar o custo energético da termorregulação, permitindo melhor desempenho produtivo (McDaniel e Roark, 1956).

Os sistemas integrados beneficiam o desempenho dos animais, em que o sistema pecuária-floresta favoreça aos animais um ambiente com índices de conforto térmico mais adequados ao desempenho individual e o sistema de integração lavoura-pecuária promova um maior desempenho por área, comparados ao sistema de pecuária exclusiva.

Objetivou-se avaliar o comportamento e o desempenho de novilhos Nelore em sistema de pecuária exclusiva, lavoura-pecuária e pecuária-floresta em duas épocas do ano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, tratamentos e delineamento experimental

O ensaio foi conduzido na Embrapa Agrossilvipastoril, localizada no município de Sinop - MT, bioma Amazônia, com as coordenadas 11°51' Sul e 55°37' Oeste, com 370 m de altitude. O clima da região foi classificado, segundo os critérios de Köppen, como Am - clima de monções, ou seja, alternância entre a estação das chuvas e a estação seca (Alvares *et al.* 2014). A temperatura média referente ao período experimental foi de 28 °C e 26 °C e precipitação de 138 mm e 395 mm para as épocas de transição seca/águas e águas, respectivamente (Fig. 1; Embrapa 2016).

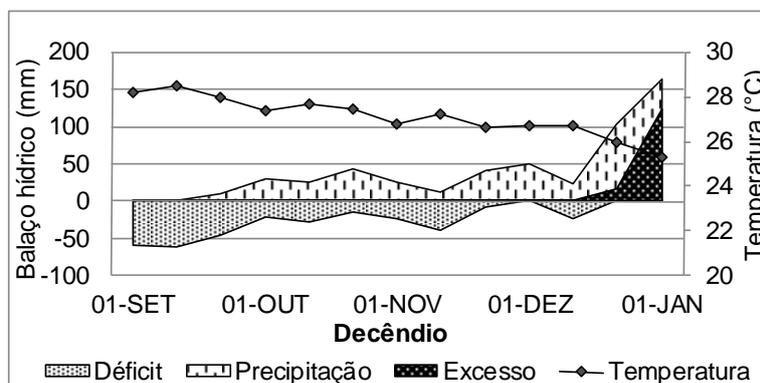


Figura 1. Balanço hídrico decendial com déficit, precipitação e excesso de água no solo e temperatura média do ar no período experimental.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Embrapa, 1999), de relevo suavemente inclinado.

A área experimental começou a ser desmatada em 1984, a qual foi cultivada com diferentes culturas, tendo a soja (*Glycine max* L.) como a principal cultura desde a década de 1990. De 2002 a 2009, foram cultivados soja e milho safrinha (*Zea mays* L.) em sistema convencional e posteriormente foram realizadas sucessões de soja e algodão (*Gossypium hirsutum* L.). A implantação da área experimental ocorreu no verão de 2011/2012 (Diel *et al.*, 2014).

Todos os ensaios realizados no setor experimental de ILPF Corte são parte de um grande experimento de longo prazo que tem como foco a avaliação de indicadores de sustentabilidade em dez sistemas de produção (Fig. 2). Os dez tratamentos, identificados com números e siglas, são: **1)** Sistema de cultivo exclusivo com floresta (**F**) de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, clone H13), no espaçamento 3,5x3,0 m, totalizando 950 plantas ha⁻¹; **2)** Sistema de cultivo exclusivo com lavoura (**L**) de soja no verão seguido de milho consorciado com capim Marandu para a formação de palhada para o inverno; **3)** Sistema de produção pecuária (**P**), com pastagens de *Brachiaria brizantha* (sinonímia *Urochloa brizantha*) cv. Marandu; **4)** Sistema de integração lavoura-pecuária (**PL**) com lavoura de soja no verão e sucedida por capim Marandu para a produção pecuária, conforme sistema “3”; **5)** Sistema de integração lavoura-pecuária (**LP**), pecuária nos dois primeiros anos, conforme sistema “3”, com lavoura nos dois anos subsequentes, conforme sistema “2”; **6)** Sistema de integração lavoura-floresta (**LF**), com cultivo de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, clone H13) em linhas triplas, espaçadas de 3 m entre árvores, 3,5 m entre linhas e 30 metros entre renques, totalizando 270 plantas ha⁻¹, com lavoura nas entrelinhas conforme sistema “2”; **7)** Sistema de integração pecuária-floresta (**PF**), com cultivo de eucalipto conforme sistema “6”, cultivada nas entrelinhas com capim Marandu, conforme sistema “3”; **8)** Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (**LPF**), com cultivo de eucalipto conforme sistema “6”, cultivadas nas entrelinhas com lavoura, nos dois primeiros anos, conforme sistema “2”, e com capim Marandu nos dois anos subsequentes, conforme sistema “3”; **9)** Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (**LPF**), com cultivo de eucalipto, clone H13 em linhas simples, espaçadas de 3 m entre árvores e 37 metros entre linhas, totalizando 90 plantas ha⁻¹, cultivadas nas entrelinhas com capim Marandu nos dois primeiros anos, conforme sistema “3” e com lavoura, nos dois anos

subsequentes, conforme sistema “2”; e **10**) Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (**LPF**), com cultivo de eucalipto conforme sistema “6”, cultivadas anualmente nas entrelinhas com soja no verão, seguido de milho consorciado com capim Marandu, estabelecendo pasto para produção pecuária durante o inverno (boi-safrinha).

Área pulmão Oeste, 311	41 F	42 L		46 LF	410 LPF	Área Pulmão central, 211	210 LPF	27 PF	29 LPF	Área pulmão Leste, 111		
	47 PF			45 LP	44 PL		26 LF	21 F	22 L		25 LP	
	49 LPF			48 LPF	43 P		24 PL	28 LPF	23 P			
	34 PL			39 LPF	35 LP		19 LPF	110 LPF	11 F		12 L	
	33 P		31 F	32 L	36 LF		Curral		16 LF		17 PF	18 LPF
	37 PF				38 LPF		310 LPF	13 P	15 LP		14 PL	

Figura 2. Croqui completo da área de ILPF Corte da Embrapa Agrossilvipastoril. O primeiro número indica o bloco e o segundo indica os tratamentos descritos anteriormente. Em destaque cinza são os tratamentos avaliados neste ensaio.

O experimento seguiu um delineamento em blocos completos casualizados, com quatro repetições. Neste ensaio apenas os sistemas de produção pecuária exclusiva (**P**), sistema de integração lavoura-pecuária (**LP**) e sistema de integração pecuária-floresta com linhas triplas (**PF**), como descritos acima, foram avaliados. Cada unidade experimental (U.E.) consistiu de um piquete de dois hectares, totalizando 12 U.E.

A unidade experimental (U.E.) consistiu de um piquete de 2 ha nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária e 1,7 ha no sistema pecuária-floresta ocupados por pastagem, totalizando 12 unidades U.E.

2.2 Período experimental

As avaliações de desempenho animal, desempenho agrônômico e comportamento ocorreram em duas épocas do ano bem característica da região amazônica: a transição de seca para águas compreendido entre 19 de setembro a 14 de novembro de 2015 e época das águas, entre 15 de novembro de 2015 e 10 de janeiro de 2016.

2.3 Avaliação do desempenho agrônômico

A altura do dossel foi monitorada por um período de dois meses antes das avaliações agrônômicas da forragem e desempenho animal a fim de se estabelecer uma estrutura mais homogênea possível. Durante o período experimental a altura média do dossel foi monitorada semanalmente por meio de medições em 50 pontos por piquete com régua e transparência. Nos tratamentos pecuária e lavoura-pecuária foram tomados pontos aleatórios em diagonais no formato de “M”. No tratamento pecuária-floresta estabeleceu-se um caminhamento diagonal em zig zag, tomando 25 pontos na face norte e na face sul nas distâncias de 3, 7, 15, 21 e 27 m da linha mais externa do renque central (Fig. 3).

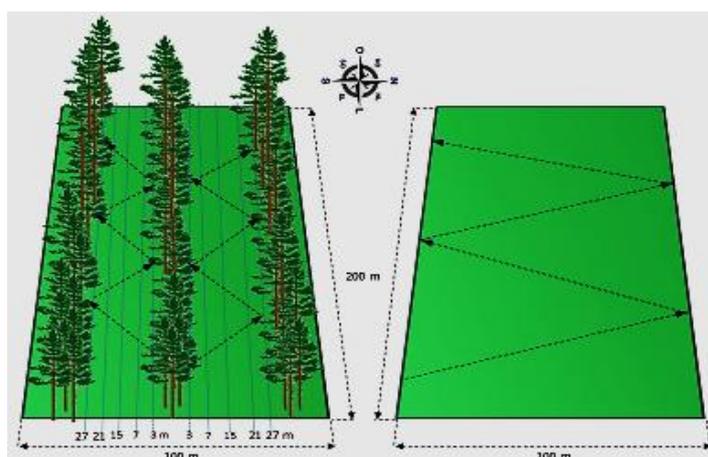


Figura 3. Representação esquemática do caminhamento para a avaliação da altura do dossel nos sistemas com e sem o componente florestal, respectivamente.

Para avaliação de acúmulo de forragem utilizou-se gaiolas de exclusão circulares de 0,89 m diâmetro, 1,2 m de altura e 0,62 m² de área. Foram distribuídas oito gaiolas no tratamento pecuária-floresta, 4 na face norte e 4 na face sul nas distâncias do renque central de 7 e 15 m, respectivamente, e 4 gaiolas nos tratamentos pecuária exclusiva e lavoura-pecuária. A massa de forragem em cada piquete foi mensurada a cada 28 dias nas áreas protegidas pelas gaiolas de exclusão, nas quais a massa de forragem era representativa da média do piquete por avaliação visual. Nessa mesma ocasião, novas

áreas do piquete representativas da massa de forragem naquele dia foram escolhidas e as gaiolas alocadas nesses novos locais (Fig. 4; Martins *et al.* 2013).

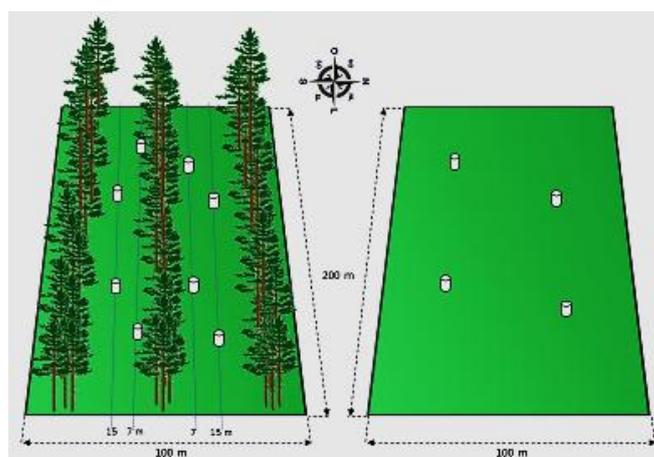


Figura 4. Representação esquemática da alocação das gaiolas de exclusão nos sistemas com e sem floresta, respectivamente.

Para caracterizar a pastagem consumida pelos animais foi realizado, em ambas as épocas, uma simulação manual de pastejo. O material coletado foi para o laboratório e separados em suas composições morfológicas: folha (lâminas foliares), colmo (colmo, pseudocolmo e bainhas foliares) e material morto (folhas e colmos mortos ou senescido). Estes foram secos em estufa de circulação forçada e determinado a sua matéria seca e, através desta, a sua composição percentual.

Foi realizado uma adubação com 36 kg P_2O_5 /ha de superfosfato simples nos dias 8 a 12 de dezembro e uma adubação com 50 kg N/ha na forma de ureia e 60 kg K_2O /ha na forma de cloreto de potássio nos dias 16 a 23 de dezembro de 2015.

2.4 Índices de conforto térmico

Foram avaliadas as variáveis microclimáticas nos dias de avaliação de comportamento para analisar a influência dos índices de conforto térmico sobre o comportamento dos animais. Foram avaliadas as variáveis: temperatura e umidade relativa do ar por meio de sensores termohigrômetros alocados em abrigos meteorológicos de policloroeteno (PVC) (Trumbo *et al.* 2012) ligados a um armazenador de dados (datalogger) programado para leituras a cada 10 minutos (Fig.

5A). De mesmo modo, sensores termohigrômetros foram colocados no interior de esferas de polietileno de 0,115m de diâmetro que foi hermeticamente fechada e pintada de preto fosco para coleta de dados de temperatura de globo negro como descrito em Souza *et al.* (2002) (Fig. 5B). A velocidade do vento foi mensurada juntamente com as avaliações anteriores utilizando-se anemômetro manual digital com *datalogger* modelo MDA-20 (Minipa, BR) acoplado a um direcionador de vento para manter sua hélice sempre na direção contrária ao vento, aumentando a eficiência da leitura (Fig. 5C). Todos os sensores foram instalados a 1,2 a 1,5 m de altura do nível do solo (Fig. 5D). Os sensores de temperatura do ar e de globo negro e anemômetro foram instalados no centro dos piquetes nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária, um em cada U.E. avaliado no dia. No sistema pecuária-floresta os sensores foram instalados um à sombra no centro do renque central e outro ao sol a 15 m da linha externa do renque central.



Figura 5. Ilustração dos sensores de temperatura e umidade do ar (A), globo negro (B), anemômetro com direcionador (C) e todos os equipamentos instalados no campo (D).

Calculou-se as médias aritméticas dos sensores de cada piquete lidos a cada 10 minutos e agrupou-as a cada duas horas nos horários 07:01-09:00, 09:01-11:00, 11:01-13:00, 13:01-15:00 e 15:01-17:00 horas. As médias dos sistemas pecuária exclusiva e lavoura-pecuária foram agrupados devido sua paridade de valores e no sistema pecuária-floresta utilizou-se do valor médio ao sol e sombra. Para análise de local no sistema pecuária-floresta, os dados de sol e sombra foram computados separadamente.

Com estes dados foi feito o cálculo do índice de conforto térmico:

Índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado pela equação de Baccari Jr. (1983):

$$ITU = T_{bs} + 0,36 T_{po} + 41,5 \quad (1)$$

Em que:

T_{bs} = temperatura de bulbo seco ou temperatura do ar, em °C;

T_{po} = temperatura de ponto de orvalho, em °C, estimado pela equação:

$$T_{po} = [(UR/100)^{1/8}].(112 + 0,9.T_{bs}) + (0,1.T_{bs}) - 112 \quad (2)$$

Em que: UR = umidade relativa do ar, em %.

Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi calculado pela equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 T_{po} + 41,5 \quad (3)$$

Em que: T_{gn} = temperatura de globo negro, em °C.

Carga térmica radiante (CTR) em Wm^{-2} , por meio da equação proposta por Esmay (1982), utilizando-se a constante de Stefan-Boltzmann:

$$CTR = \sigma (TRM)^4 \quad (5)$$

Em que:

σ = constante de Stefan-Boltzmann: $5,67.10^{-8} Wm^{-2} K^{-4}$

TRM = Temperatura radiante média (TRM) em Kelvin, dada pela equação:

$$\text{TRM} = 100 \{ [2,51 \cdot (\text{Vv})^{0,5} (\text{Tgn} - \text{Tbs}) + (\text{Tgn}/100)^4]^{0,25} \} \quad (4)$$

Em que: Vv = velocidade do vento, em m s⁻¹;

2.5 Avaliação do desempenho animal

Foram utilizados novilhos não castrados da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) com peso inicial médio de 344±11 kg e idade média de 18±3 meses, os quais foram pesados no início do experimento e distribuídos nas U.E. de maneira que todos os tratamentos houvessem grupos de animais semelhantes em função de peso e idade.

O método de pastejo foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável, mantendo-se uma meta de altura de 30±5 cm (Da Silva 2004).

Os animais foram pesados a cada 28 dias para avaliação de desempenho após jejum de líquido e sólido de 14 horas. Para as avaliações de desempenho foram definidos dois grupos de animais: testes e reguladores (Difante *et al.* 2009). Nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária foram mantidos três animais testes durante todo o período experimental. No sistema pecuária-floresta foi mantido no mínimo um animal teste. O ganho em peso médio diário (GMD) foi calculado através do quociente do ganho de peso dos animais testes e o período avaliado. Os animais reguladores foram usados para manter a meta de altura da pastagem. O ganho em peso por área foi obtido através do produto do ganho médio diário dos animais testes e o número de animais (testes e reguladores) por dia em que permaneceram na U.E. em cada período (Martins *et al.* 2013). A taxa de lotação por estação foi calculada como o produto do total de peso corporal médio (testes e reguladores) e o número de dias que os animais permanecem em cada U.E. (Petersen e Lucas Junior 1968).

Os animais (testes e reguladores) tinham livre acesso a água e foi fornecido diariamente 1 g/kg de peso corporal de suplemento proteico comercial com 35% proteína bruta a base de farelo de soja, algodão e ureia durante todo o período de

avaliação. O suplemento foi fornecido, em dose catalítica, para potencializar a degradação da fibra por microrganismos ruminais.

2.6 Avaliação do comportamento animal

As avaliações de comportamento foram realizadas nos dias médios das épocas de avaliação, correspondendo aos dias 13 e 14 de outubro para a transição de seca/águas e 17 e 18 de dezembro para a época das águas. Avaliou-se dois blocos por dia de avaliação. O tempo de pastejo foi obtido pelo método direto de observação visual (Penning e Rutter 2004), registrando-se a atividade de maior ocorrência ao final de cada intervalo de 10 minutos, incluindo também o tempo destinado a atividade de ruminação e ócio. Outras atividades como dessedentação, mineralização, sodomia e roçando em árvore, dado ao pouco tempo nestas atividades, foram agrupados como “outras atividades”. As observações foram realizadas por observadores treinados munidos de binóculo e posicionados estrategicamente para não influenciar no comportamento normal dos animais.

As atividades foram observadas com os animais nas posições em pé ou deitado e quanto a sua localização, ao sol ou sombra, no sistema pecuária-floresta, registrando para cada animal a sua atividade. Nesta avaliação utilizou-se os três animais testes e os reguladores presentes.

2.7 Análise estatística

Os dados de desempenho animal e agrônômico foram testados para os efeitos de sistemas e épocas do ano. Utilizou-se do esquema de parcelas subdivididas, em que os sistemas (P, LP e PF) foram as parcelas principais e as épocas (transição seca/águas e águas) foram as subparcelas. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + S_j + e_{ij} + E_k + (SE)_{jk} + e_{ijk}.$$

Em que:

Y_{ijk} = resposta observada no do bloco i, do sistema j, na época k; μ = média geral; b_j = efeito do bloco i, $i = 4$; S_j = efeito do sistema j, $j = P, LP$ e PF ; e_{ij} = erro aleatório associado a parcela; E_k = efeito de época da subparcela k, $k =$ transição seca/águas e águas; $(SE)_{jk}$ = efeito da interação entre sistema e época; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados de microclima e das atividades de comportamento foram testados para os efeitos de sistemas, épocas do ano e horários do dia. Utilizou-se o esquema de parcelas sub-subdivididas, em que os sistemas de produção foram as parcelas principais, as épocas do ano foram as subparcelas e os horários agrupados do dia representaram as sub-subparcelas. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + S_j + e_{ij} + E_k + (SE)_{jk} + e_{ijk} + H_l + (SH)_{jl} + (EH)_{kl} + (SEH)_{jkl} + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} = resposta observada no bloco i, do sistema j, na época k, do horário l; μ = média geral; b_j = efeito do bloco i, $i = 4$; S_j = efeito do sistema j, $j = P, LP$ e PF ; e_{ij} = erro aleatório associado a parcela; E_k = efeito da época na subparcela k, $k =$ transição seca/águas e águas; $(SE)_{jk}$ = efeito da interação entre sistema e época; e_{ijk} = erro aleatório associado a subparcela e da interação entre sistema e época; H_l = efeito do horário do dia na sub-subparcela l, $l = 5$; $(SH)_{ij}$ = efeito da interação entre sistema e horário do dia; $(EH)_{kl}$ = efeito da interação entre época e horário; $(SEH)_{jkl}$ = efeito da interação entre sistema, época e horário do dia; e e_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação.

Analisou-se também o efeito da preferência dos animais pela sombra no sistema pecuária-floresta por meio de suas atividades comportamentais. O arranjo estatístico destas análises foi idêntico ao anterior com a substituição dos sistemas pelo local (sol e sombra) na parcela principal.

Os dados foram analisados utilizando o método de modelos mistos com estrutura paramétrica especial na matriz de covariância, através do procedimento MIXED do software estatístico SAS (Littell *et al.* 2006). Para escolher a matriz de covariância foi usado o critério de informação de Akaike (Wolfinger 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas através do LSMEANS e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença “PDIF”. Considerou-se um nível de significância de 0,05 para o erro tipo I.

3 RESULTADOS

3.1 Desempenho agrônômico

Na média, as alturas obtidas foram de 30,8, 30,4 e 30,2 cm, respectivamente, para os sistemas pecuária, lavoura-pecuária e pecuária-floresta. Na transição seca/águas as médias foram 27,7, 23,9 e 26,6 cm e nas águas foram 33,9, 37,0 e 33,8 cm para os sistemas pecuária, lavoura-pecuária e pecuária-floresta, nesta ordem.

Houve interação entre as épocas avaliadas (seca/águas e águas) e os sistemas de produção para massa de forragem e taxa de acúmulo de forragem ($p < 0,001$; Tab. 1). O período de transição seca/águas apresentou, em média, massa de forragem e taxa de acúmulo de forragem 53% e 89 % menor do que o período chuvoso, respectivamente. No período de transição seca/águas a integração lavoura-pecuária apresentou uma massa de forragem 76% e 84% superior aos sistemas de pecuária exclusiva e pecuária-floresta.

Durante o período de transição, as taxas de acúmulo foram semelhantes, em média, 11 kgMS/ha.dia. No entanto, após o início das chuvas, os sistemas pecuária e pecuária-floresta apresentaram maiores taxas de acúmulo de forragem com 133 e 102 kgMS/ha.dia, respectivamente, comparados aos 68 kgMS/ha.dia dos sistema lavoura-pecuária.

A oferta de forragem diferenciou para a interação entre os sistemas e as épocas do ano ($p=0,007$; Tab. 1). O sistema de pecuária exclusiva apresentou uma oferta de forragem 50% menor na transição seca/águas que na época das águas e aos sistemas integrados, com apenas 2,7%. Na época das águas o sistema pecuária-floresta foi semelhante aos sistemas pecuária e lavoura-pecuária e à transição seca/águas.

Tabela 1. Massa de forragem (kg/ha), taxa de acúmulo de forragem (kg/ha.dia) e oferta de forragem (%) nas épocas de transição seca/águas e época das águas nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF).

Variável	Época	Sistemas			Média	EPM
		P	LP	PF		
Massa de forragem	Seca/Águas	1410 Bb	2490 Ba	1350 Bb	1750	272
	Águas	4455 Aa	3520 Ab	3315 Ab	3760	272
	Média	2930	3005	2335	-----	-----
Taxa de acúmulo de forragem	Seca/Águas	6 Ba	11 Ba	16 Ba	11	6 Ba
	Águas	131 Aa	68 Ab	102 Aa	100	131 Aa
	Média	70	40	60	-----	70
Oferta de forragem	Seca/Águas	2,7 Bb	5,3 Aa	5,6 Aa	4,5	0,6
	Águas	5,3 Aa	3,1 Bb	4,4 Aab	4,3	0,6
	Média	4,0	4,2	4,9	-----	-----

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste da probabilidade da diferença (PDIFF). EPM: Erro Padrão da Média.

O percentual de matéria seca de folhas verdes diferenciou na interação sistemas de produção e épocas do ano ($p<0,001$; Tab. 2). De modo geral, na transição seca/águas, o percentual de folhas foi menor, independente do sistema. Contudo, na transição seca/águas a integração lavoura-pecuária apresentou um percentual de folhas 40 e 50% maior que os sistemas pecuária e pecuária-floresta, respectivamente. Na época das águas os sistemas foram semelhantes, apresentando uma média de 92,9% de folhas.

O percentual de colmos não diferiu entre os sistemas ($p=0,828$), mas foi diferente entre as épocas do ano ($p<0,001$; Tab. 2). Na época de transição seca/águas o percentual de colmos no estrato pastejável foi 83% maior que na época das águas. Isso corresponde a um aumento de 22,6% no teor de colmos.

O material morto e/ou senescido apresentou efeito de interação entre os sistemas e as épocas do ano ($p=0,010$; Tab. 2). O percentual de material morto nos sistemas pecuária e pecuária-floresta foram iguais na transição seca/águas e superiores ao sistema lavoura-pecuária e à época das águas. Na época das águas o percentual de material morto no sistema pecuária-floresta foi semelhante aos sistemas pecuária e lavoura-pecuária. Generalizando, o teor de componentes (folhas e colmos) mortos na transição seca/águas foi 93% maior que nas águas.

Tabela 2. Composição percentual dos componentes morfológicos nas épocas de transição seca/águas e época das águas nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF).

Componentes	Época	Sistemas			Média	EPM
		P	LP	PF		
Folha	Seca/Águas	22,9 Bb	63,5 Ba	13,4 Bb	33,3	3,2
	Águas	92,6 Aa	93,5 Aa	92,6 Aa	92,9	0,9
	Média	57,8	78,5	53,0	-----	-----
Colmo	Seca/Águas	32,4	23,6	25,7	27,2 A	6,7
	Águas	2,7	6,6	4,4	4,6 B	0,5
	Média	17,6	15,1	15,1	-----	-----
Material morto	Seca/Águas	44,9 Aa	12,9 Ab	60,9 Aa	39,6	7,6
	Águas	4,8 Ba	0,1 Ab	3,1 Bab	2,7	1,1
	Média	24,9	6,5	32,0	-----	-----

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste da probabilidade da diferença (PDIFF). EPM: Erro Padrão da Média.

3.2 Índices de conforto térmico

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi semelhante entre os sistemas de produção na época de transição (Fig. 6), embora no período das águas os sistemas sem floresta (pecuária e lavoura-pecuária) e com floresta (pecuária-floresta) registraram ITU's de 79 e 81, equivalente a 6,5% e 2,2% menores. De mesmo modo, os ITU's na época de transição seca/águas foram maiores do que na época das águas para todos os

horários, e no horário das 13 às 15 horas foram registrados os maiores índices, correspondendo a 87 e 83 para transição seca/águas e águas, respectivamente.

Comparando os locais ao sol e à sombra no sistemas pecuária-floresta (Fig. 6), observou-se um ITU maior das 11 às 15 horas na transição seca/águas, independentemente do local, com valores próximos a 87. Na época das águas, o ITU foi maior ao sol (85) do que à sombra (82) entre 9 e 17 horas, redução de 3,5%.

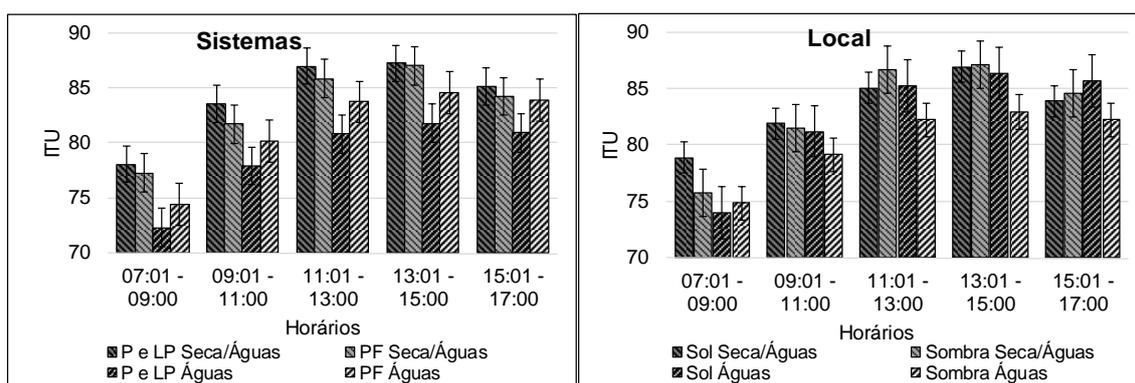


Figura 6. Índices de temperatura e umidade (ITU) nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia e nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF) e no local (sol e sombra) do sistemas pecuária-floresta.

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi diferente entre os sistemas de produção, épocas de avaliação e horários do dia (Fig. 7). No início da manhã (7 às 9 horas) o ITGU foi abaixo de 82 e 77 para as épocas de transição seca/águas e águas, nesta ordem, independente do sistema. Contudo, os valores observados das 11 às 15 horas na época de transição seca/águas nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária foi de 93 comparado ao pecuária-floresta com 90, redução de 3,2%. No período das águas, o ITGU nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária foi de 90 das 13 às 15 horas, mesmo valor do pecuária-floresta que apresentou média de 90 das 13 às 17 horas.

O ITGU ao sol foi maior que à sombra em ambas as épocas em todos os horários, com exceção das 7 às 9 na época das águas (Fig. 7). Semelhante aos sistemas, os

maiores valores foram observados das 13 às 15 horas, com valores ao sol e sombra de 92 e 89 para a época de transição seca/águas e 95 e 87 para a época das águas.

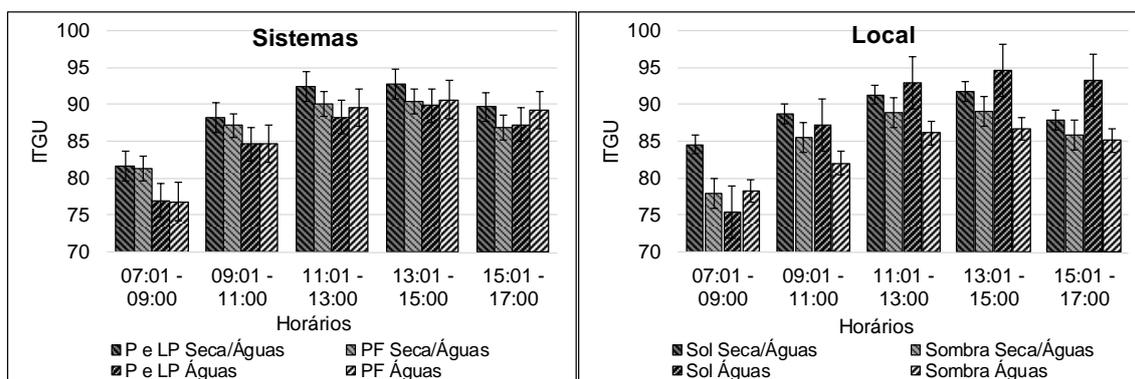


Figura 7. Índices de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia e nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF) e no local (sol e sombra) do sistemas pecuária-floresta.

A carga térmica radiante (CTR) foi maior nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária, independente da época do ano e horários do dia, exceto das 7 às 9 na época das águas (Fig. 8). Semelhante aos demais índices, as maiores CTR's foram observadas das 13 às 15 horas nas duas épocas, em que a CTR de 713 W/m^2 foi registrada no período das águas nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária, comparado aos 663 W/m^2 do sistema pecuária-floresta, com redução de 7,0%.

De mesmo modo, a CTR à sombra foi menor que ao sol nas duas épocas em todos os horários, com a mesma exceção (Fig. 8). No sistema pecuária-floresta a maior CTR (728 W/m^2) ocorreu ao sol no horário das 13 às 15 horas no período das águas. A CTR neste horário foi 11,3 e 18,0% inferior na sombra nos períodos de transição seca/águas e águas, respectivamente. Ao sol, além das maiores médias, apresentam as maiores amplitudes, chegando 250 W/m^2 , entre 7 e 15 horas na época das águas, enquanto que à sombra a amplitude neste período foi de apenas 73 W/m^2 .

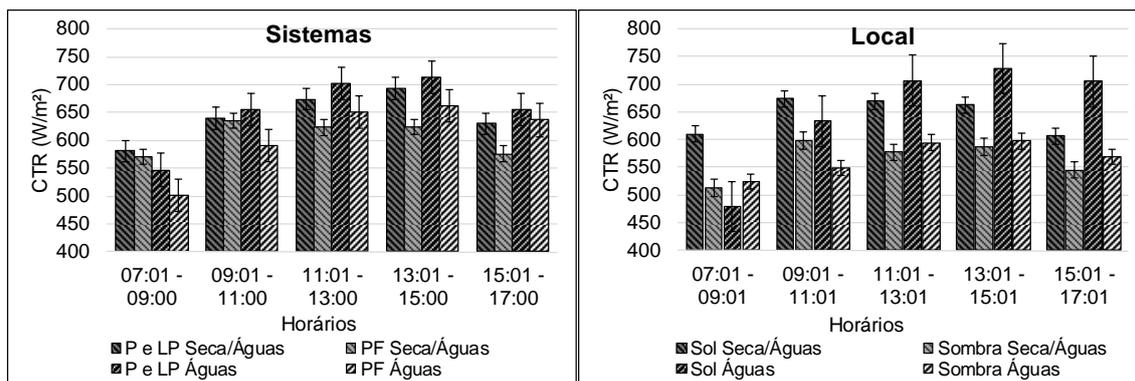


Figura 8. Carga térmica radiante (CTR), em W/m², nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia e nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF) e no local (sol e sombra) do sistemas pecuária-floresta.

3.3 Comportamento animal

Os sistemas de produção não promoveram tempo de pastejo distintos ($p=0,621$), embora tenha sido observado efeito de época do ano ($p<0,001$) e horários do dia ($p<0,001$; Tab. 3). Na época de transição seca/águas os animais pastejaram em 58,3% do tempo, enquanto que na época das águas o tempo de pastejo foi de 37,9%, uma redução de 34,9% no tempo de pastejo nas águas. Os horários preferenciais para pastejo foram das 9 às 13 e das 15 às 17 horas. Neste último horário, os animais passaram 63,7% do tempo em pastejo, 76,4 minutos em 120 minutos possíveis.

O tempo de ruminação apresentou interação entre época do ano e horários do dia ($p<0,001$; Tab. 3). Não houve efeito de sistemas de produção ($p=0,226$), apresentando média de 134,1 min. Na transição seca/águas houve maior atividade de ruminação no horário das 13 às 15 horas, realizando esta atividade por 27,4% do tempo. Já na época das águas, os animais ruminaram preferencialmente entre 7 e 11 horas e após as 13 horas. Nesta época a atividade de ruminação, de maneira geral, foi maior e, em média, o tempo de ruminação foi de 192 minutos, 60,2% maior em relação a transição seca/águas que foi de 78 minutos, ambos de 600 minutos possíveis. A composição percentual da atividade de ruminação com o animal em pé ($p=0,636$) e deitado ($p=0,258$) nos sistemas

pecuária, lavoura-pecuária e pecuária-floresta foram de 4,5 e 19,4, 5,2 e 19,2, 3,9 e 14,9%, respectivamente.

Tabela 3. Tempo (min) das atividades comportamentais de novilhos Nelore nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia, nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF).

Atividade	Época	Horário	Sistemas			Média	EPM
			P	LP	PF		
Pastejo	Seca/Águas	-----	366,3	372,5	310,0	349,6	16,6
	Águas	-----	232,8	212,3	238,0	227,5	11,7
		07:01 - 09:00	48,9	40,3	35,0	41,4 D	4,9
		09:01 - 11:00	68,8	59,3	53,0	60,3 BC	4,9
		11:01 - 13:00	66,0	61,0	62,4	63,3 AB	4,9
		13:01 - 15:00	42,5	43,3	56,5	47,4 CD	4,9
		15:01 - 17:00	73,4	70,4	85,5	76,4 A	4,9
		Média	59,9	54,9	58,5	-----	----
Ruminação		07:01 - 09:00	11,3	7,5	12,5	10,4 BC'y	4,3
		09:01 - 11:00	11,3	18,8	7,5	12,5 BC'y	4,3
	Seca/Águas	11:01 - 13:00	23,8	10,0	22,5	18,8 B'x	4,3
		13:01 - 15:00	27,5	23,8	47,5	32,9 A'x	4,3
		15:01 - 17:00	1,3	1,3	2,5	1,7 C'y	4,3
		Média	15,0	12,3	18,5	-----	----
		07:01 - 09:00	57,3	45,5	51,3	51,3 A"x	5,7
		09:01 - 11:00	46,3	28,8	58,8	44,6 AB"x	5,7
	Águas	11:01 - 13:00	22,8	25,3	34,8	27,6 C"x	5,7
		13:01 - 15:00	43,0	39,3	37,5	39,9 ABC"x	5,7
	15:01 - 17:00	43,3	24,5	17,5	28,5 BC"x	5,7	
	Média	42,5	32,7	40,0	-----	----	
Ócio		07:01 - 09:00	36,4	53,5	53,3	47,7 A	4,1
		09:01 - 11:00	16,0	34,3	30,1	26,8 B	4,1
		11:01 - 13:00	27,8	37,2	22,5	29,1 B	4,1
		13:01 - 15:00	41,5	42,5	19,1	34,4 B	4,1
		15:01 - 17:00	22,1	32,9	21,0	25,3 B	4,1
		Média	28,8 b	40,1 a	29,2 b	-----	----
Outras atividades		07:01 - 09:00	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ca	0,0	2,1
		09:01 - 11:00	7,5 Aa	2,5 ABa	5,0 BCa	5,0	2,1
	Seca/Águas	11:01 - 13:00	1,3 Ba	5,0 ABa	2,5 BCa	2,9	2,1
		13:01 - 15:00	0,0 Ba	0,0 Ba	2,5 BCa	0,8	2,1
		15:01 - 17:00	3,8 ABab	6,3Aa	0,0 Cb	3,4	2,1
		Média	4,86	2,8	2,0	-----	----
		07:01 - 09:00	0,8 Ba	0,0 Ba	0,0 Ca	0,3	1,7
		09:01 - 11:00	5,3 ABa	3,0 ABa	2,5 BCa	3,6	1,7
		11:01 - 13:00	5,0 ABb	3,5ABb	10,5 Aa	6,3	1,7
	Águas	13:01 - 15:00	2,0 Ba	5,5 Aa	1,5 BCa	3,0	1,7
	15:01 - 17:01	1,3 Bb	1,8 ABb	6,8 ABa	3,3	1,7	
	Média	2,7	2,8	3,1	-----	----	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha e itálico na coluna para épocas ($x>y$) não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste da probabilidade da diferença (PDIFF). Os horários com linha (') e duas linhas (") são diferentes. EPM: Erro Padrão da Média.

O tempo em ócio foi diferente entre os sistemas ($p=0,026$) e horários do dia ($p<0,001$), mas não para época ($p=0,890$; Tab. 3). Os animais ficaram mais tempo ociosos das 7 às 9 horas, o que representou 40% do tempo para esta atividade neste horário. Os animais permaneceram ociosos no sistema de integração lavoura-pecuária cerca em 28% a mais que os sistemas de pecuária exclusiva e pecuária-floresta. A composição percentual do tempo ocioso dos animais em pé ($p=0,053$) e deitado ($p=0,583$) nos sistemas pecuária, lavoura-pecuária e pecuária-floresta foram de 12,3 e 11,7, 12,1 e 12,3, 18,6 e 14,8%, respectivamente.

O tempo em outras atividades apresentaram interação entre sistemas de produção, épocas do ano e horários do dia ($p=0,016$; Tab. 3). De maneira geral, nos primeiros horários do dia não houve registro de outras atividades, as quais se intensificam os horários mais quentes do dia. O maior valor foi registrado na época das águas no sistema pecuária-floresta das 11 às 13 horas.

As atividades realizadas ao sol e à sombra no sistema de integração pecuária-floresta também foram registradas (Tab. 4). Deste modo, o tempo dedicado ao pastejo foi diferente em relação à interação local de avaliação (ao sol e à sombra) e épocas do ano ($p<0,001$) e aos horários do dia ($p=0,024$). Na transição seca/águas o tempo de pastejo foi de 320,5 e 52,5 min, o que representa 53,3% e 24,6% do tempo se alimentado ao sol e à sombra, respectivamente. O maior tempo de pastejo foi registrado ao sol, independentemente da estação. No entanto, na época de transição seca/águas e águas, o tempo de pastejo ao sol, foi 83,6% e 54,0% maior que na sombra, nesta ordem. O tempo médio de pastejo ao sol foi de 234 min (3h54min) em dez horas de observação (39% do tempo) e à sombra foi de apenas 59 min (10% do tempo). O horário preferencial de pastejo no sistema pecuária-floresta foi das 15 às 17 horas.

Tabela 4. Tempo (min) das atividades comportamentais de novilhos Nelore nas épocas de transição seca/águas e águas, nos horários do dia ao sol e à sombra no sistema pecuária-floresta.

Atividade	Época	Horário	Local		Média	EPM
			Sol	Sombra		
Pastejo	Seca/Águas	-----	320,5 Aa	52,5 Ab	186,5	16,8
	Águas	-----	147,5 Ba	65,0 Ab	106,3	16,8
		07:01 - 09:00	23,9	11,1	17,5 B	5,02
		09:01 - 11:00	46,8	6,3	26,5 B	5,02
		11:01 - 13:00	58,9	3,5	31,2 AB	5,02
		13:01 - 15:00	44,3	12,3	28,3 B	5,02
		15:01 - 17:00	60,0	25,6	42,8 A	5,02
		Média	46,8	11,8	-----	-----
Ruminação	Seca/Águas	07:01 - 09:00	10,0 Aa	2,5 Ca	6,3	6,00
		09:01 - 11:00	5,0 Aa	2,5 Ca	3,8	6,00
		11:01 - 13:00	0,0 Ab	22,5 Ba	11,3	6,00
		13:01 - 15:00	5,0 Ab	42,5 Aa	23,8	6,00
		15:01 - 17:00	0,0 Aa	2,5 Ca	1,3	6,00
		Média	4,0	14,5	-----	-----
	Águas	07:01 - 09:00	13,5 Aa	37,5 ABa	25,5	8,58
		09:01 - 11:00	5,0 Ab	54,0 Aa	29,5	8,58
		11:01 - 13:00	1,8 Ab	33,0 ABa	17,4	8,58
		13:01 - 15:00	0,0 Ab	37,5 ABa	18,8	8,58
		15:01 - 17:00	2,5 Aa	15,3 BCa	8,9	8,58
	Média	4,6	35,5	-----	-----	
Ócio	Seca/Águas	-----	65,0 Aa	60,0 Ba	62,5	49,7
	Águas	-----	44,5 Ab	123,0 Aa	83,8	33,8
		07:01 - 09:00	31,7	21,7	26,7 A	4,02
		09:01 - 11:00	9,9	20,3	15,1 AB	4,02
		11:01 - 13:00	3,5	19,0	11,3 B	4,02
		13:01 - 15:00	4,3	14,9	9,6 B	4,02
		15:01 - 17:00	5,4	15,7	10,5 B	4,02
		Média	10,9	18,3	-----	-----
Outras atividades	Seca/Águas	07:01 - 09:00	0,0	0,0	0,0 B ^x	1,26
		09:01 - 11:00	5,0	5,0	5,0 A ^x	1,26
		11:01 - 13:00	2,5	2,5	2,5 AB ^y	1,26
		13:01 - 15:00	2,5	2,5	2,5 AB ^x	1,26
		15:01 - 17:00	0,0	0,0	0,0 B ^y	1,26
		Média	2,0	2,0	-----	-----
	Águas	07:01 - 09:00	0,0	0,0	0,0 C ^x	1,05
		09:01 - 11:00	2,5	2,5	2,5 C ^x	1,05
		11:01 - 13:00	10,0	10,0	10,0 A ^x	1,05
		13:01 - 15:00	1,5	1,5	1,5 C ^x	1,05
		15:01 - 17:01	6,8	6,8	6,8 B ^x	1,05
	Média	4,2	4,2	-----	-----	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, minúscula na linha e itálico na coluna para épocas ($x > y$) não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste da probabilidade da diferença (PDIFF). Os horários com linha (') e duas linhas (") são diferentes. EPM: Erro Padrão da Média.

O tempo de ruminção teve efeito de interaço entre o local, épocas do ano e horários do dia ($p=0,049$; Tab. 4). Registrou-se maior tempo de ruminção à sombra na época das águas durante a maior parte do dia. Na transição seca/águas os animais ruminam principalmente na sombra das 11 às 15 horas. Do tempo total despendido para a atividade de ruminção, em média, 3,6% do tempo foi ao sol e 16,8% à sombra. Ao analisar o tempo de ruminção, quanto a posição em pé ou deitado, observou-se que 0,8, 2,5% e 4,2, 16,7% do tempo em ruminção foi em pé e deitado ao sol e sombra, respectivamente.

Houve efeito de interaço local x época do ano ($p=0,045$) e efeito de horário do dia ($p=0,033$) para a atividade ócio no sistema pecuária-floresta (Tab. 4). Os animais passaram 64% do tempo a mais ociosos à sombra na época das águas que ao sol e 51% a mais que na transição seca/águas. Os horários com maior tempo de animais em ócio foram das 7 às 9 horas.

As demais atividades realizadas pelos animais no sistema pecuária-floresta, agrupados como outras atividades, apresentaram efeito de interaço horário do dia x épocas do ano ($p<0,001$; Tab. 4). Os animais realizaram outras atividades, principalmente roçando-se em árvores, por mais tempo na época das águas. O horário das 11 às 13 horas foi observado o maior tempo nesta atividade, representando três vezes a mais que no mesmo horário na época de transição seca/águas.

3.4 Desempenho animal

O ganho em peso médio diário (GMD) dos animais, expresso em kg/dia diferenciou para a interaço entre os sistemas e épocas do ano ($p=0,048$; Tab. 5). Na época das águas, os animais tiveram GMD, em média, 63% maior que a época de transição seca/águas. Na transição seca/águas, o sistema de integração pecuária-floresta

proporcionou maior desempenho individual aos animais do que a pecuária exclusiva e o sistemas lavoura-pecuária foi semelhante aos outros sistemas, com 0,384 kg/dia.

Tabela 5. Ganho de peso médio diário (GMD), ganho de peso por área (GPA) e taxa de lotação de bovinos Nelore época de transição de seca para águas e época das águas nos sistemas pecuária (P), lavoura-pecuária (LP) e pecuária-floresta (PF).

Variável	Época	Sistemas			Média	EPM
		P	LP	PF		
GMD (kg/dia)	Seca/Águas	0,195 Bb	0,384 Bab	0,518 Ba	0,366	0,11
	Águas	0,995 Aa	1,061 Aa	0,876 Aa	0,977	0,08
	Média	0,723	0,596	0,697	-----	-----
GPA (kg/ha)	Seca/Águas	8,20 Ba	14,40 Ba	8,67 Ba	10,42	3,67
	Águas	50,51 Ab	72,15 Aa	43,05 Ab	55,24	4,25
	Média	29,35	43,27	24,27	-----	-----
Taxa de Lotação (UA/ha)	Seca/Águas	1,15 Ba	1,05 Ba	0,57 Bb	0,92	0,08
	Águas	1,89 Aa	2,52 Aa	1,79 Aa	2,07	0,23
	Média	1,52	1,78	1,18	-----	-----

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste da probabilidade da diferença (PDIFF). EPM: Erro Padrão da Média.

O GMD nos sistemas foi, de modo geral, impulsionado pelas chuvas, porém o sistema de pecuária exclusiva teve um aumento no desempenho de 80%, comparado à época de transição seca/águas, passando de 0,195 para 0,995 kg/dia. Na época das águas, os sistemas de produção não deferiram em GMD, em média, registrou-se ganhos de 0,977 kg/dia.

O ganho em peso por unidade de área (GPA) foi diferente em relação a interação entre sistemas x épocas do ano ($p=0,033$; Tab. 5). O GPA foi semelhante na época de transição seca/águas nos sistemas avaliados. No entanto, na época das águas os sistemas proporcionaram ganhos de 81% superior à época de transição seca/águas. O sistema de integração lavoura-pecuária propiciou o maior GPA, com 32 e 44% a mais que os sistemas de pecuária e pecuária-floresta, respectivamente, na época das águas.

Na média dos sistemas, na transição seca/águas para a geração de 1,0 arroba² são necessários 2,9 hectares, enquanto que na época das águas seria necessário 0,5 hectare.

² 1 arroba (simbolizado por @) equivale a 30 kg de peso corporal.

Ao avaliar os sistemas, o lavoura-pecuária na época das águas propiciou um GPA de aproximadamente 2,4 arrobas enquanto os sistemas de pecuária exclusiva e pecuária-floresta não passaram de 1,7 arroba por hectare nos 56 dias avaliados.

A taxa de lotação média, expresso em UA³ por hectare, diferiu para a interação sistemas de produção x épocas do ano ($p=0,029$; Tab. 5). Novamente, a época das águas proporcionou aos sistemas uma taxa de lotação de 2,07 UA/ha, 55% maior que à época de transição seca/águas (0,92 UA/ha). Na época de transição seca/águas, os sistemas de pecuária exclusiva e lavoura-pecuária apresentaram taxas de lotação semelhantes (1,1 UA/ha) e superiores ao sistema pecuária-floresta (0,57 UA/ha).

4 DISCUSSÃO

Após o período de estresse hídrico da transição seca/águas e a adubação ocorrida em dezembro, a velocidade dos processos de crescimento de planta aumentou bastante, o que necessitou de mais ajustes na taxa de lotação. No entanto, a altura do dossel foi mantida no limite estabelecido.

A maior massa de forragem na época das águas é proveniente da disponibilidade hídrica pelo aumento da precipitação. Dentre os fatores associados ao crescimento vegetal, a água, a luz e os nutrientes (Taiz e Zeiger 2004) são aqueles que determinam o maior ou menor desempenho do vegetal.

As maiores taxas de acúmulos nos sistemas pecuária exclusiva e pecuária-floresta, onde a pastagem já estava estabelecida e sob pastejo, ocorreram possivelmente pela maior densidade populacional de perfilhos (Sbrissia e Da Silva 2008). Adubação nitrogenada e pastejo são determinantes no estímulo à formação de novos perfilhos. Deste modo, como os sistemas pecuária e pecuária-floresta foram estabelecidos muito

³ 1 UA (unidade animal) equivale a 450 kg de peso vivo.

antes que o sistema lavoura-pecuária, sendo este o primeiro ano de pecuária no sistema lavoura-pecuária, espera-se um menor número de perfilhos por touceira, conseqüentemente, menos perfilhos em crescimento, resultando em menor taxa de acúmulo.

Nas épocas mais secas, como inverno e início de primavera, o crescimento de gramíneas forrageira são reduzidas ou mesmo paralisadas tanto em sistemas de pecuária exclusiva como integrada. Corroborando com este resultado, Paciullo *et al.* (2008) trabalharam com pastagem exclusiva de *B. decumbens* em área próxima ao bosque e área com bosque de *Eucalyptus grandis* e leguminosas arbóreas à um sombreamento de 0, 18 e 50% e observaram que no inverno houve redução nos valores das variáveis morfológicas e estruturais do dossel, assim como das taxas de produção de forragem, independentemente do sombreamento.

Na época das águas houve uma elevada taxa de acúmulo, sobretudo no final de dezembro e início de janeiro, o que está associado, além da disponibilidade hídrica, à adubação nitrogenada que ocorreu nos sistemas. Este fato também foi observado Barducci *et al.* (2009) e Pariz *et al.* (2011) no consórcio de culturas em sistema de integração lavoura-pecuária. Segundo os autores, a utilização de fertilizantes nitrogenados após a colheita da cultura produtora de grãos aumentou a disponibilidade do elemento no sistema que proporcionou um estabelecimento mais rápido da pastagem e aumento na produção de forragem.

A composição percentual de folhas no estrato pastejável na época das águas foi muito superior à época de transição seca/águas. Este aumento na proporção folha em relação ao colmo e material morto pode estar relacionado à formação de novos perfilhos e tecidos foliares estimuladas pelo fim do estresse hídrico, radiação solar e adubação nitrogenada.

A proporção de colmos e material morto é, de modo geral, inversamente proporcional ao teor de folhas no dossel. Paciullo *et al.* (2008) ressaltam que a taxa de aparecimento de folhas e sua vida útil, praticamente não se alteram, mesmo com sombreamento moderado, resultando em dosséis com número mais ou menos constante de folhas vivas, independentemente do sistema. No entanto, no sistema pecuária-floresta as taxas de alongamento de colmo são estimuladas pela diminuição da radiação fotossinteticamente ativa, resultando em relvados com maiores alturas que aqueles ao sol pleno, mantendo o mesmo número de folhas vivas por perfilho (Paciullo *et al.* 2014).

Bovinos de corte da raça Nelore são considerados animais tolerantes a ambientes com altas temperaturas (Silva, 2000), porém tendem a apresentar perdas na eficiência produtiva sob estas condições. Deste modo, o entendimento do desempenho animal em pastagem requer uma compreensão da tolerância ao calor e seu estudo envolve três fatores: o ambiente térmico, o corpo do animal e uma escala apropriada para expressar numericamente o efeito do ambiente térmico sobre o corpo do animal. Uma vez que cada um dos elementos componentes principais de um ambiente, temperatura, umidade, radiação solar térmica e velocidade do vento, têm efeitos específicos sobre a termorregulação (Bianca 1961).

O sistema pecuária-floresta apresenta menores temperaturas do ar e de globo comparados aos sistemas pecuária e lavoura-pecuária e, dentro do sistema pecuária-floresta, a sombra do sub-bosque apresenta temperaturas ainda menores. A presença das árvores neste sistema funciona como um “guarda-sol” que protege os animais da radiação solar direta. No entanto, com a redução do ângulo zenital solar que ocorre próximo das 12 horas e, portanto, maior incidência direta de raios solares (e.g. energia térmica) sobre a superfície terrestre, ocorre um maior aquecimento do ambiente. Com o

movimento da massa de ar quente pelas correntes de ar, mesmo no sub-bosque, as temperaturas (do ar e de globo negro) também aumentam, causando desconforto aos animais.

O ITU e ITGU na época das águas é menor que na transição seca/águas independente do sistema. Além disso, o sistema pecuária-floresta do que pecuária e lavoura-pecuária e são mais baixos na época das águas. Navarini *et al.* (2009) reportou valores de ITU de 76, 78 e 80 e ITGU de 79, 82 e 84 na estação das águas para sistemas silvipastoris compostos de pequenos bosques, árvores isoladas e condição não sombreada, respectivamente. Estes valores são menores que os reportados neste trabalho, fato este justificado provavelmente pela posição geográfica (diferença de 13° ao sul) em que os trabalhos foram realizados.

Segundo Baccari Jr. (1983), índices de ITU e ITGU entre 79 e 83 são classificados como perigosos e acima de 83 como emergência. Os índices observados estão nesta faixa de classificação, passando facilmente de 83 e chegando a um ITGU extremo de 92,7 das 13 às 15 horas nos sistemas pecuária e lavoura-pecuária na transição seca/águas. Os valores de ITU médios de 82,9 e 81,7 e ITGU de 88,8 e 84,6 ao sol e à sombra são caracterizados como estresse térmico, conforme sugere Navarini *et al.* (2009). No entanto, não foi registrado nenhum animal com problemas de saúde ou perda de peso.

A carga térmica radiante (CTR) em sistemas de integração pecuária-floresta foi menor que nos sistemas de pecuária e lavoura-pecuária, assim como na sombra no sistema pecuária-floresta foi menor que no sol. No entanto, a CTR é influenciada pela qualidade da sombra (e.g. formato e densidade de copa) projetada e principalmente pelo horário do dia. A CTR envolve no cálculo a temperatura de globo negro, temperatura de

bulbo seco e velocidade do vento e, portanto, é a variável que melhor expressa a condição térmica ambiental (Esmay, 1982).

Navarini *et al.* (2009) reportaram valores de 508 e 571 Wm^{-2} para sistemas sem sombra e com pequenos bosques, com máximas às 15 horas. Guiselini *et al.* (1999) também constataram que os valores de CTR médios de 512 a 588 W/m^2 , entre 12 e 14 horas, respectivamente para sistema silvipastoris com Leucena (*Leucaena leucocephala*) e Chapéu-de-Sol (*Terminalia catappa*).

O aumento da CTR no horário das 13 às 15 horas influenciou na redução do tempo de pastejo, independentemente do sistema de produção ou época do ano. No entanto, o tempo total de pastejo na época das águas foi consideravelmente menor que o período de transição. Este fato pode estar associado a maior massa de forragem, nesse período o que provavelmente possibilitou uma maior taxa de ingestão (Mezzalira *et al.* 2014). Palhano *et al.* (2007) demonstraram que a maior oferta de forragem possibilita menores taxas de bocados, porém com maior massa por bocado, o que resulta em maior taxa de ingestão. Assim o tempo total de pastejo é reduzido e o tempo em ruminação e ócio tendem a aumentar. Gonçalves *et al.* (2009) observaram que uma diferença de 4 cm na altura do dossel em pastos heterogêneos duplicou a taxa de ingestão.

Na época de transição seca/águas a baixa massa de forragem e com baixa proporção de folhas, mesmo dentro da altura meta, ocasionou, de maneira geral, um maior tempo em pastejo. Segundo Ungar (1996), o animal aumenta a taxa de bocados devido a diminuição na massa do bocado, o que necessita de menos de menos movimentos de manipulação e mastigação, mantendo a quantidade total de movimentos mandibulares. Na situação contrária, na época das águas, em que a massa de bocado pode ser elevada, maior a necessidade de mastigação e, portanto, o número de bocados de apreensão tende a ser reduzido (Hodgson *et al.* 1994), sendo esta uma provável

explicação para a redução do tempo de pastejo e aumento no desempenho individual dos animais.

Os horários preferenciais de pastejo ocorreram após um período em ócio e ruminação, concentrando-se das 9 às 13 horas e após às 15 horas. Estes horários coincidem com menores CTR. Espinoza *et al.* (2008), em estudo do comportamento de novilhas em pastos sem árvores, com acesso restrito ao bosque e livre acesso ao bosque, observaram que após breves períodos de ócio e ruminação, o pastejo é a primeira atividade desenvolvida no início da manhã e encontraram maior tempo nos pastos sem árvores. Mello (2014) observou que novilhas leiteiras em sistemas de pecuária à pleno sol, sombreamento lateral e sombreamento intenso com Eucalipto, no período chuvoso, apresentaram um menor tempo de pastejo (25,8% do tempo) comparado ao período de transição águas/seca e seca (51,6% do tempo).

O tempo em ruminação e ócio é inversamente proporcional ao tempo em pastejo. Por essa razão, na época das águas e no horário das 13 às 15 horas, apresentam o maior tempo dedicado à ruminação, com grande preferência à sombra, quando disponível, enquanto que na transição seca/águas e nos horários mais frescos a atividade de pastejo é maior. A razão tempo de pastejo:ruminação foi 4,6 e 1,2 minutos para as épocas de transição seca/águas e águas, respectivamente.

O maior tempo em ruminação na época das águas pode estar relacionada à saciedade física provida pelo pastejo temporalmente mais curto e intenso. No período de transição seca/águas a forragem apresentava-se com alto teor de matéria seca e baixa densidade volumétrica, dificultando a profundidade do bocado. Deste modo, os animais passavam mais tempo em pastejo, devido ao processo de seleção do componente morfológico ingerido e baixa massa de bocado, penalizando, com isso, o tempo dedicado à ruminação. Segundo Gonçalves *et al.* (2009), a profundidade do bocado é a

variável do comportamento ingestivo que mais se correlaciona às variáveis estruturais e a que melhor explica as variações na massa do bocado.

O tempo em ócio ou repouso ocorreu com maior frequência das 7 às 9 horas, independentemente do sistema, e à sombra quando no sistema pecuária-floresta. Neste horário a temperatura ambiente encontrava-se mais amena. Nos horários mais quentes do dia os animais mantinham-se com maior frequência em ruminção, ficando o ócio a alguns poucos minutos nestes intervalos.

As demais atividades, classificadas como outras atividades, foram maiores nos horários mais quentes, entre 11 e 15 horas devido estes animais estarem, geralmente, saciados e ociosos e/ou ruminando. Além disso, neste período a procura por água e idas ao cocho para mineralização aumentou. Na integração pecuária-floresta tem ainda o fator de interação com as árvores que também está contabilizada em outras atividades.

A proporção do tempo em ócio e atividades que não incluem a alimentação e ruminção, neste trabalho somaram 26, 36 e 27% para os sistemas de pecuária, lavoura-pecuária e pecuária-floresta, respectivamente, valores próximos aos 27% reportados por Farinatti *et al.* (2009) em pastagem cultivada de Tifton 85 (*Cynodon* spp) e nativa com 10% de oferta de forragem e 30% por Mello (2014) com *B. brizantha* cv. Piatã em sistemas silvipastoris com eucalipto.

O ganho em peso médio diário (GMD) na época das águas é maior que na transição seca/águas independentemente do sistema adotado. Este maior desempenho individual ocorreu possivelmente devido a maior massa de forragem nesta época. Além disso, esta massa de forragem era formada por mais de 92% em MS de folhas verdes de melhor valor nutricional. Evidenciando isto, Bernardino *et al.* (2011) observaram em sistema silvipastoril um aumento do ganho médio diário logo após a aplicação de nitrogênio, levando a forrageira à uma resposta positiva quanto a sua produção e sua

qualidade nutricional, permitindo aos animais a seleção de tecidos de maior valor nutritivo. No entanto, o desempenho de bovinos está fortemente associado à oferta de forragem, em que baixa oferta prejudica o desempenho individual e por área (Mezzalira *et al.* 2012), aumentando o tempo de pastejo e taxa de deslocamento (Trindade *et al.* 2012).

O sistema de integração lavoura-pecuária promoveu maior GMD com alta taxa de lotação na época de transição seca/águas. Este desempenho individual pode estar associado à maior massa de forragem proveniente do consórcio com a cultura de grão. Além disso, a massa de forragem vindo da integração apresentou uma maior proporção de folhas nesta época, comparada aos demais sistemas. A alta massa de forragem, com baixa altura do dossel é característica de perfilhos longos e finos que tombou. No entanto, estes perfilhos são facilmente passíveis de serem ingeridos devido a sua menor resistência ao pastejo, contribuindo com consumo nesta época. Outros fatores importantes relacionados ao maior desempenho neste sistema são as adubações em suas culturas de grão (soja e milho + Marandu), beneficiando a gramínea no consórcio e a existência da resteva da cultura do milho, o que inclui espigas e grãos que foram consumidos pelos animais.

A integração pecuária-floresta também apresentou alto GMD na época de transição águas/seca, porém com taxa de lotação menor em função da menor massa de forragem. Mott (1960) demonstrou que o desempenho por animal é contraposto ao desempenho por área, caso a taxa de lotação não seja ajustada no intuito de proporcionar iguais pressões de pastejo.

O sistema lavoura-pecuária promoveu maior desempenho por área que os sistemas pecuária e pecuária-floresta. Como o ganho em peso por área está em função do desempenho individual e da capacidade de suporte do pasto, ambos superiores neste

sistema, o desempenho por área foi superior. De mesmo modo, o desempenho por área é maior na época das águas, independentemente do sistema.

Bernardino *et al.* (2011) demonstraram que ganho por unidade de área em sistemas silvipastoris aumentou à medida que foram adicionadas doses crescentes de fertilizante nitrogenado, devido ao aumento da produção de MS e da capacidade de suporte dos pastos, refletindo maiores taxas de lotação.

Oliveira *et al.* (2014) observaram maior ganho por área e taxa de lotação de novilhas de corte nos sistemas pecuária e pecuária-floresta com espaçamento entre linhas de 22 m, comparado ao pecuária-floresta com 14 m de espaçamento. De modo análogo aos reportados neste estudo, os maiores desempenhos ocorreram nas estações com maior precipitação.

5 CONCLUSÕES

O tempo de pastejo diurno de novilhos nelore em sistemas integrados é reduzido com o aumento dos índices de conforto térmico.

Na época das águas ocorre maior acúmulo de forragem, redução dos índices de conforto térmico e maior desempenho dos animais.

Na época das águas o sistema lavoura-pecuária proporciona maior desempenho por área na época das águas, porém, o ganho em peso médio diário e a taxa de lotação são semelhantes entre os sistemas integrados e exclusivo.

6 REFERÊNCIAS

Alvares CA, JL, Sentelhas PC, De Moraes G, Leonardo J, Sparovek G (2014) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* **22**, 711-728.

- Baccari Júnior F, Johnson HD, Hahn GL (1983) Environmental heat effects on growth plasma T3 and postheat compensatory effects on Holstein calves. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* **173**, 312-318.
- Barducci RS, Costa C, Crusciol CAC, Borghi E, Putarov TC, Sarti LMN (2009) Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. *Archivos de Zootecnia* **58**, 211-222.
- Bernardino FS, Tonucci RG, Garcia R, Neves JCL, Rocha GC (2011) Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia* **40**, 1412-1419.
- Bianca W (1961) Heat tolerance in cattle-its concept measurement and dependence on modifying factors. *International Journal of Biometeorology* **5**, 5-30.
- Buffington DE, Collazo-Arocho A, Canton GH, Pitt D, Thatcher WW, Collier RJ (1981) Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transaction of the ASAE* **24**, 711-714.
- Da Silva SC (2004) Fundamentos para o manejo de pastagens de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In 'Proceedings of the Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem'. p. 347-385 (Suprema: Viçosa MG)
- Diel D, Behling M, De Farias Neto AL, Isernhagen ECC (2014) Distribuição horizontal e vertical de fósforo em sistemas de cultivos exclusivos de soja e de integração lavoura- pecuária- floresta *Pesquisa agropecuária brasileira* **49**, 639-647.
- Difante GDS, Euclides VPB, Nascimento Júnior DD, Da Silva SC, Torres Júnior RADA, Sarmiento DODL (2009) Ingestive behaviour herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**, 1001-1008.
- Embrapa Agrossilvipastoril (2016) 'Estação meteorológica automática' Disponível em: <https://www.embrapabr/agrossilvipastoril/estacao-meteorologica> (Verificado em 20 janeiro de 2016)
- Embrapa Solos (1999) 'Sistema brasileiro de classificação de solos' (Embrapa Solos: Rio de Janeiro).
- Esmay ML (1978) 'Principles of animal environment'. (AVI Publishing Company: Westport).
- Espinoza F, Hernández R, Folache L (2008) Etología de vaquillas doble propósito en un sistema silvopastoril durante el período seco en una sabana tropical. *Zootecnia Tropical* **26**, 429-437.

- Farinatti LHE, Monks PL, Fischer V, Poli CHEC, Martins RS, Castilhos ZMDS (2009) Avaliação das atividades do comportamento de vacas em lactação em pastagem nativa e tifton 85 na região da campanha do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrociência*, **15** 95-100
- Garcia AR, Matos LB, Lourenço Júnior JB, Nahúm BS, Araújo CV, Santos AX (2011) Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **46**, 1409-1414.
- Gonçalves EN, Carvalho PDF, Kunrath TR, Carassai IJ, Bremm C, Fischer V (2009) Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia* **38**, 1655-1662.
- Hodgson J, Clark DA, Mitchell RJ (1994) Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In 'Forage quality, evaluation and utilization' (Ed. Fahey GC) p.796-827 (Reading: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America)
- Littell RC, Milliken GA, Stroup WW, Wolfinger RD, Schabenberger O (2006) 'SAS for Mixed Models' (SAS Institute Inc 2 ed).
- McDaniel AH and Roark CB (1956) Performance and grazing habits of Hereford and Aberdeen-Angus cows and calves on improved pastures as related to types of shade *Journal of Animal Science* **15**, 59-63.
- Mello ACT (2014) 'Comportamento animal e distribuição espacial das fezes em sistemas integrados de produção de leite.' Master Thesis – Federal University of Mato Grosso, Sinop, BR.
- Mezzalira JC, Carvalho PCF, Fonseca L, Bremm C, Cangiano C, Gonda HL, Laca EA (2014) Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. *Applied Animal Behaviour Science* **153**, 1-9.
- Mott GO (1960) Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: Proceedings of the 8th International Grassland Congress. p.606-611(Oxford: Alden)
- Navarini F, Klosowski E, Campos A, Teixeira RDA, Almeida C (2009) Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. *Engenharia Agrícola* **29**, 508-517.
- Oliveira CC, Villela SDJ, De Almeida RG, Alves FV, Behling-Neto A, Martins PGMA (2014) Performance of Nellore heifers forage mass and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. *Tropical animal health and production* **46**, 167-172.

- Paciullo DSC, Campos NR, Gomide CAM, Castro CD, Tavela RC, Rossiello ROP (2008) Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **43**, 917-923.
- Paciullo DSC, Gomide CAM, Müller MD, Pires MDFÁ, Castro CRT (2014) Potencial de produção e utilização de forragem em sistemas silvipastoris. In 'Simpósio de Pecuária Integrada: intensificação da produção animal em pastagens'. (Ed. Pedreira BC *et al.*) p.51-82 (Embrapa: Brasília, DF).
- Palhano AL, Carvalho PCF, Dittrich JR, Moraes AD, Silva SD, Monteiro ALG (2007) Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia* **36**, 1014-1021.
- Pariz CM, Andreotti M, Bergamaschine AF, Buzetti S, Costa NR, Cavallini MC (2011) Produção composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com o milho. *Archivos de Zootecnia* **60**, 1041-1052.
- Penning PD, Rutter SM (2004) Ingestive behavior. In 'Herbage intake handbook' (Ed. Penning PD) p.151-175 (Reading: The British Grassland Society)
- Petersen RG and Lucas Junior HL (1968) Computing methods for the evaluation of pastures by means of animal response. *Agronomy Journal* **60**, 682-687.
- Pinto CE Carvalho PCF, Frizzo A, Fontoura Júnior JA, Nabinger C, Rocha R (2007) Comportamento ingestivo de novilhos em pastagem nativa no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia* **36**, 319-327.
- Sbrissia AF, Da SILVA SC (2008) Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. *Revista Brasileira de Zootecnia* **37**, 35-47.
- Silva RG (2000) 'Introdução à bioclimatologia animal' (Nobel: São Paulo).
- Souza CDF, Tinôco IDF, Baêta FC, Ferreira WPM, Silva RS (2002) Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Ciência e Agrotecnologia* **26**, 157-164.
- Taiz L, Zeiger E 'Fisiologia vegetal'. (Artmed: Porto Alegre, RS)
- Trumbo BA, Wise LM, Hudy M (2012) Influence of protective shielding devices on recorded air temperature accuracy for a rugged outdoor thermal sensor used in climate change modeling. *Journal of Natural and Environmental Sciences* **3**, 42-50.
- Ungar ED (1996) Ingestive behaviour In 'The ecology and management of grazing systems (Ed. Hodgson J, Illius A) p.185-218 (CABI: Wallingford)
- Wolfinger R (1993) Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in Statistics-Simulation and Computation* **22**, 1079-1106.

