

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI**

**CAROLINE CARVALHO DE OLIVEIRA**

**DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DIURNO DE  
NOVILHAS NELORE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NO  
CERRADO BRASILEIRO**

**DIAMANTINA - MG  
2013**

CAROLINE CARVALHO DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DIURNO DE NOVILHAS  
NELORE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NO CERRADO  
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Severino Delmar Junqueira Villela  
Coorientador: Dr. Roberto Giolo de Almeida

DIAMANTINA - MG  
2013

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecária Viviane Pedrosa  
CRB6-2641

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O48d<br>2013 | <p>Oliveira, Caroline Carvalho de</p> <p>Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro / Gustavo Henrique Campos de Souza. – Diamantina: UFVJM, 2013.<br/>84f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Severino Delmar Junqueira Villela<br/>Coorientador: Prof. Dr. Roberto Giolo de Almeida</p> <p>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Ambiência 2. Comportamento animal 3. ITGU 4. Pastejo 5. Sombreamento<br/>I. Título</p> <p><b>CDD 636.085</b></p> |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

CAROLINE CARVALHO DE OLIVEIRA

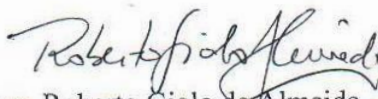
**DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DIURNO DE NOVILHAS  
NELORE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NO CERRADO  
BRASILEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos  
Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das  
exigências do Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

APROVADA em 18/02/2013



Prof. Severino Delmar Junqueira Villela – UFVJM  
Orientador



Pesq. Roberto Giolo de Almeida – EMBRAPA  
Co-orientador



Prof.ª Margarida Maria Nascimento Figueiredo de Oliveira – UFVJM

*Ao meu grandioso Deus;  
Aos meus queridos pais, Marcio e Mary,*

**Dedico**

*"Se vi mais longe foi por estar de pé  
sobre ombros de gigantes."  
(Isaac Newton)*

## AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, pelo dom da vida, fonte de luz em cada passo da minha vida.

À minha família, meus queridos Pais, exemplos de vida, sempre acreditando em meu potencial, pelo amor e apoio, pelos auxílios em minhas escolhas, não medindo esforços para que eu alcançasse mais essa conquista.

Ao meu grande companheiro, Luiz Fernando, pelo apoio, paciência, companheirismo e amor, muito obrigado.

A conclusão dessa jornada não teria sido possível sem os ensinamentos, conselhos e paciência dos meus orientadores. Professor Severino, Dr. Roberto Giolo e Dra. Fabiana Villa, meus sinceros agradecimentos.

Ahhh, meus companheiros de mestrado: Sicília Avelar, Luisa Silvestre e Dênia Meira, obrigada pela amizade e companheirismo nos momentos difíceis e bons.

A todos os estagiários que fizeram parte dessa grande busca por bons resultados, em especial ao Érick, Pedro e Guilherme. Ao meu “irmão” de orientação, Arthur, ao qual, em todo o tempo de pesquisa, pude encontrar apoio e dedicação.

O meu agradecimento vai, também, ao conjunto de docentes e funcionários do Mestrado da UFVJM.

Aos membros da banca, pela colaboração, com intuito de proporcionar melhores resultados neste trabalho.

A todos os funcionários da Embrapa de Corte, em especial, ao Paulino e Odvaldo, pela presença e disposição em sempre poder ajudar.

A dissertação resultou de um importante trajeto, com apoio e estímulos de muitos. Os méritos devem ser atribuídos a todos que tornaram possível alcançar tal resultado.

*“Nenhuma grande descoberta foi feita,  
jamaís, sem um palpite ousado”  
(Isaac Newton)*

## **BIOGRAFIA**

**Caroline Carvalho de Oliveira**, filha de Márcio Alves de Oliveira e Mary Lúcia S. de Carvalho Oliveira, nasceu em Juiz de Fora, estado de Minas Gerais, Brasil, no dia 14 de março de 1986. Iniciou o curso Fundamental no Colégio Providência e conclui o ensino médio em 2004.

Em 2005, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, concluindo o curso em janeiro de 2010.

Em março de 2010, foi admitida no curso de pós-graduação, em nível de mestrado, na área de concentração em produção de bovinos de corte, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Em 18 de fevereiro de 2013, submeteu-se aos exames finais de defesa de dissertação para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

## RESUMO

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, fevereiro de 2013. 84p. **Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro.** Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Coorientador: Roberto Giolo de Almeida. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

Objetivou-se estimar a produção, valor nutritivo e capacidade suporte de pastos de capim-piatã, desempenho e comportamento ingestivo de bezerras Nelore em pastejo em sistemas de integração, com duas densidades de árvores e as condições de conforto térmico de cada sistema. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS, em área experimental com três sistemas de integração (integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), com 357 árvores/ha, integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2), com 227 árvores/ha e integração lavoura-pecuária (iLP), com algumas árvores nativas remanescentes), em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã associado ao *Eucalyptus urograndis* nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. A avaliação da forrageira foi realizada nas estações de outono, inverno, primavera e verão, com duas alturas de pastejo (baixo e alto) e dois locais de amostragem (linha e entrelinha). Para o comportamento ingestivo (período seco e das águas) foram utilizados duas alturas de pastejo (baixo e alto). Os comportamentos observados foram pastejo, ruminação, ócio, mineralizando, bebendo água e roçando árvores, nas condições de sol e sombra. O conforto térmico foi caracterizado para todas as estações do ano em cada sistema, calculando-se o índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR). Os sistemas de criação que em sua composição apresentam o componente arbóreo para fornecimento de sombra têm demonstrado melhorias na qualidade da forrageira, no desempenho e nas condições de conforto térmico animal.

**Palavras-chave:** ambiência, comportamento animal, ITGU, pastejo, sombreamento.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, february 2013. 84p. **Performance and diurnal ingestive behavior of Nelore heifers in integrated production in the Brazilian Cerrado**. Adviser: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-adviser: Roberto Giolo de Almeida. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

This study aimed to estimate yield, nutritive value and support capacity of pastures of Piatã grass, performance and ingestive behavior of Nelore heifers in grazing in integrated production systems, with two tree densities and the thermal comfort of each system. The experiment was conducted at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande, in the experimental area with three integrated systems (integrated crop-livestock-forest-1 (ICLF-1), with 357 trees/ha, integrated crop-livestock-forest-2 (ICLF-2), with 227 trees/ha and integrated crop-livestock (ICL), with a few remaining native trees) in *Brachiaria brizantha*. cv. BRS Piatã associated with the *Eucalyptus urograndis* in integrated crop-livestock-forest systems. The forage evaluation was performed during autumn, winter, spring and summer, with two grazing heights (low and high) and two sampling sites (row and interrow). For the ingestive behavior (dry and water) were used two grazing height (low and high). The behaviors observed were grazing, rumination, mineralizing, drinking water and rubbing trees under conditions of sun and shade. Thermal comfort was characterized for all seasons in each system, calculating the temperature and humidity index (THI), black globe temperature and humidity index (BGHI) and radiant heat load (RHL). Cages in their composition that have the tree component for providing shade have shown improvements in the quality of the forage, the performance and the conditions of thermal comfort.

**Keywords:** environment, animal behavior, BGHI, grazing, shadowing.

## LISTA DE FIGURAS

### ARTIGO I

- 1 - Variáveis climatológicas, temperatura máxima (T<sub>máx</sub>), temperatura mínima (T<sub>mín</sub>) e Umidade relativa mínima (UR<sub>mín</sub>) do entorno da área experimental, com dados de julho de 2011 a julho de 2012..... 37
- 2 - Comportamento de novilhas Nelore nos períodos de 07-09h, 09-11h, 11-13h, 13h-15h e 15h-17h, na estação da seca e das águas nos sistemas de integração iLPF-1, com 357 árvores/ha, iLPF-2, com 227 árvores/ha e iLP, com 5 árvores/ha em Campo Grande-MS..... 39
- 3 - Médias do comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore ao sol e à sombra nos períodos de 07-09h, 09-11h, 11-13h, 13-15h e 15-17h e temperatura de bulbo seco (T<sub>bs</sub>) bulbo úmido (T<sub>bu</sub>) e globo negro (T<sub>gn</sub>) no período seco e das águas em sistemas de integração iLPF-1, com 357 árvores/ha, iLPF-2, com 227 árvores/ha e iLP, com 5 árvores/ha, em Campo Grande-MS..... 42

### ARTIGO II

- 1 - Esquema dos pontos amostrais (A e B)..... 52
- 2 - Variáveis climatológicas, temperatura máxima (T<sub>máx</sub>), temperatura mínima (T<sub>mín</sub>) e Umidade relativa mínima (UR<sub>mín</sub>) do entorno da área experimental, com dados de julho de 2011 a julho de 2012..... 53
- 3 - Distribuição do sombreamento (em cinza) nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1, com 14 metros entre fileiras de árvores) e integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2, com 22 metros entre fileiras de árvores) ocasionados pelo deslocamento solar no intervalo das 07:00 as 17:00h..... 54
- 4 - Índice de temperatura e umidade (ITU), nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP) no intervalo das 7:00 as 17:00h..... 56
- 5 - Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura lavoura-pecuária (iLP) no intervalo das 7:00 as 17:00h..... 57
- 6 - Carga térmica radiante (CTR), nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP) no intervalo das 7:00 as 17:00h..... 58

### ARTIGO III

- 1 - Normais climatológicas do entorno da área experimental, com dados de 1973 a 2012 (exceto dezembro de 2012)..... 69
- 2 - Esquema dos pontos amostrais (A e B) nos sistemas com árvores de eucalipto..... 70
- 3 - Distribuição do sombreamento (em cinza) nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1, com 14 metros entre fileiras de árvores) e integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2, com 22 metros entre fileiras de árvores) ocasionados pelo deslocamento solar no intervalo das sete as dezessete horas..... 71

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO I

|                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 - Temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo úmido (Tbu), temperatura de globo negro (Tgn) e velocidade do vento (Vv) dos sistemas de integração iLPF-1, iLPF-2 e iLP, na seca e nas águas, em Campo Grande-MS..... | 38 |
| 2 - Tempo acumulado em pastejo ao sol e à sombra, de acordo com o sistema integrado.....                                                                                                                                         | 43 |
| 3 - Tempo acumulado em pastejo e em ruminação de acordo com a estação do ano (seca e águas) e o período do dia (manhã e tarde).....                                                                                              | 43 |
| 4 - Tempo médio em ruminação à sombra e em ócio ao sol, nos períodos do dia (manhã e tarde).....                                                                                                                                 | 44 |

### ARTIGO II

|                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 - Temperatura de bulbo seco (Tbs), bulbo úmido (Tbu), globo negro (Tgn), e velocidade do vento (Vv) média, nos sistemas de integração iLPF-1, iLPF-2 e iLP, nas estações do ano, outono, inverno, primavera e verão, em Campo Grande - MS..... | 55 |
| 2 - Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), em função do sistema de produção, em Campo Grande - MS.....                                                                       | 59 |
| 3 - Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), em função da estação do ano, em Campo Grande - MS.....                                                                            | 60 |
| 4 - Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) ( $W.m^{-2}$ ), de acordo com o período do dia.....                                                  | 60 |
| 5 - Carga térmica radiante (CTR) ( $W.m^{-2}$ ) de acordo com o sistema e estação do ano.....                                                                                                                                                    | 61 |

### ARTIGO III

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 - Valores médios de temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín), umidade relativa do ar mínima (URmín), velocidade do vento (Vv) e precipitação, em 2011 e 2012.....                                                                                                       | 69 |
| 2 - Porcentagem de lâmina foliar na amostra total, de acordo com as alturas de pastejo (baixo e alto) e dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP), em Campo Grande-MS..... | 72 |
| 3 - Porcentagem de lâmina foliar na amostra total e porcentagem de capim-piatã na amostra total (em kg/ha) de acordo com as estações do ano, em Campo Grande-MS.....                                                                                                                  | 72 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4 - Disponibilidade de matéria seca de capim-piatã (DMS <sub>pi</sub> ), em kg/ha, para as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão), sistemas (integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP)), local (linha e entrelinha) e duas alturas de pastejo (baixo e alto), em Campo Grande-MS ..... | 74 |
| 5 - Razão lâmina:colmo (L:C), porcentagem de fibra em detergente neutro da lâmina foliar (FDN <sub>lf</sub> ), fibra em detergente ácido da lâmina foliar (FDA <sub>lf</sub> ) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica da lâmina foliar (DIVM <sub>olf</sub> ) nas estações do ano, outono, inverno, primavera e verão, em Campo Grande –MS.....                                  | 75 |
| 6 - Teor de proteína bruta da lâmina foliar (PB <sub>lf</sub> ) de acordo com estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e os sistemas (integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP)), em Campo Grande-MS.....                                                                                | 77 |
| 7 - Ganho médio diário (GMD), em g/dia, ganho médio por área (GPA), em kg PV/ha e taxa de lotação (TL), em UA/ha de acordo com as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e os sistemas (integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP)), em Campo Grande-MS.....                            | 78 |
| 8 - Ganho médio por área (GPA), em kg PV/ha e taxa de lotação (TL), em UA/ha de acordo com as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e altura de pastejo (baixo e alto), em Campo Grande-MS.....                                                                                                                                                                                  | 79 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                  | Página    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                                                                                                  | <b>15</b> |
| <b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                                                                                             | <b>17</b> |
| 2.1 Comportamento ingestivo de bovinos.....                                                                                      | 17        |
| 2.1.1 Pastejo .....                                                                                                              | 18        |
| 2.1.2 Ruminação .....                                                                                                            | 19        |
| 2.1.3 Ócio .....                                                                                                                 | 19        |
| 2.2 Comportamento termorregulatório .....                                                                                        | 19        |
| 2.3 Elementos climáticos .....                                                                                                   | 20        |
| 2.3.1 Temperatura .....                                                                                                          | 21        |
| 2.3.2 Umidade de relativa.....                                                                                                   | 21        |
| 2.3.3 Radiação solar .....                                                                                                       | 22        |
| 2.4 Índices de conforto do ambiente térmico .....                                                                                | 22        |
| 2.4.1 Índice de temperatura e umidade .....                                                                                      | 22        |
| 2.4.2 Índice de temperatura de globo e umidade .....                                                                             | 22        |
| 2.4.3 Carga térmica radiante .....                                                                                               | 23        |
| 2.5 Sistemas de integração.....                                                                                                  | 23        |
| 2.5.1 Integração lavoura-pecuária .....                                                                                          | 24        |
| 2.5.2 Integração lavoura-pecuária-floresta .....                                                                                 | 25        |
| 2.6 Capim-piatã .....                                                                                                            | 25        |
| 2.7 <i>Eucalyptus urograndis</i> .....                                                                                           | 26        |
| 2.8 Referências .....                                                                                                            | 26        |
| <br><b>ARTIGO I – Comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no Cerrado Brasileiro</b> |           |
| RESUMO .....                                                                                                                     | 33        |
| ABSTRACT .....                                                                                                                   | 34        |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                                 | 35        |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                         | 36        |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                     | 38        |

|                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CONCLUSÕES .....                                                                                                                          | 44        |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                         | 44        |
| <b>ARTIGO II – Conforto térmico de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro</b>                           |           |
| RESUMO .....                                                                                                                              | 48        |
| ABSTRACT .....                                                                                                                            | 49        |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                                          | 50        |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                  | 51        |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                              | 53        |
| CONCLUSÕES .....                                                                                                                          | 61        |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                         | 62        |
| <b>ARTIGO III – Desempenho de novilhas Nelore, massa de forragem e valor nutritivo do capim-piatã, em sistemas integrados de produção</b> |           |
| RESUMO .....                                                                                                                              | 64        |
| ABSTRACT .....                                                                                                                            | 65        |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                                          | 66        |
| MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                  | 67        |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                              | 70        |
| CONCLUSÕES .....                                                                                                                          | 79        |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                         | 80        |
| <b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>                                                                                                              | <b>84</b> |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentos (FAO 2010), em 2050 o mundo apresentará um acréscimo de, aproximadamente, três bilhões de pessoas na população. Com acelerado crescimento populacional, observado nos últimos anos, nota-se, também, o avanço de áreas urbanizadas e incremento da renda per capita (cerca de 2,9 vezes maior) demonstrando a necessidade do aumento na oferta nos diversos setores de produção, principalmente o alimentício.

Existe uma perspectiva de aumento no consumo de carne, de 270 milhões de toneladas em 2010, para 470 milhões de toneladas em 2050, e de grãos, de 2,1 bilhões de toneladas em 2010, para 3,0 bilhões de toneladas em 2050.

A grande pressão exercida pela sociedade, a legislação ambiental e a demanda por terras para produção de alimentos, fibras, madeiras e biocombustíveis têm contribuído para o desenvolvimento de processos e tecnologias para a agricultura, visando o uso eficiente da terra.

O Brasil, portanto, frente a essa perspectiva, demonstra ter grande potencial para o setor agropecuária, com tecnologias disponíveis capazes de aumentarem a produtividade de forma ambientalmente correta e economicamente eficiente.

A região centro-oeste do Brasil, composta, basicamente, pelo bioma de Cerrado, detém 34,49% do rebanho bovino brasileiro, de um total de 207 milhões de cabeças de gado. Cenário com maior área de pastagem, apresenta cerca de 80% destas cultivadas na região em estágio de degradação (MACEDO *et al.*, 2000), sendo que estas são responsáveis por mais de 55% do total de carne nacional produzida.

O declínio na produtividade das pastagens tem-se tornado um obstáculo para o estabelecimento da pecuária bovina em termos agrônômicos, ambientais e econômicos no Cerrado brasileiro. Quando considerado apenas a fase de engorda de bovinos, em pastagem degradada, a produtividade da carne pode ser seis vezes menor ao de uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção (MACEDO, 2009). No entanto, é uma região com sistemas produtivos passíveis de melhorias e de suma importância no panorama mundial de produção de carne bovina.

A exigência do mercado internacional abre um leque de oportunidade para exportação do produto brasileiro de origem animal, desde que atendam as exigências de um sistema produtivo sustentável, baseado no bem-estar animal, conservação do solo e da água, mitigação da emissão de gases de efeito estufa e sequestro de carbono, além de prestação de serviços

ambientais em áreas com pastagens, que podem ser atendidos por meio da inclusão do componente florestal em sistemas de produção agropecuários (CORSI e GOULART, 2006).

A sustentabilidade, amplamente discutida como ferramenta para o desenvolvimento agropecuário brasileiro, é capaz de trazer melhorias na renda dos produtores, aumento da oferta de alimentos de qualidade e menor custo ao consumidor (MACEDO, 2009). Observando, também, uma maior exigência e aceitação de produtos com características definidas como saudáveis, ocasionados pela mudança dos perfis dos consumidores que passaram a se preocupar com o meio ambiente, bem-estar animal e saúde humana (AAFC, 2011).

Os bovinos são animais que vivem em áreas de pasto, sem um território fixo e possuem comportamento de grupo bastante desenvolvido quando encontrados nas condições naturais de vida. No início da domesticação, há cerca de 6000 anos, parecia haver uma relação de lucro entre os seres humanos e os bovinos, pois estes encontravam abrigo contra as variações climáticas, proteção contra possíveis ataques de predadores, além da alimentação mais fácil do que quando em vida livre. A produção de bovinos de corte a pasto aproxima-se das condições sociais nas quais os animais se desenvolveram, pois se utiliza comumente sistemas a pasto.

Desta forma, são estabelecidas condições mais naturais nos sistemas de produção. Dentre os artifícios que podem contribuir para estabelecer o bem-estar e o conforto dos animais de forma natural, destaca-se o sombreamento que podem ser atendidos por meio da inclusão do componente florestal em sistemas de produção agropecuários (CORSI e GOULART, 2006).

O conforto térmico dos animais criados basicamente a pasto é uma condição essencial para garantir a boa produtividade dos rebanhos. Sendo que, animais expostos a forte radiação solar e, conseqüentemente, a altas temperaturas, ingressam em um estado conhecido como estresse climático, onde estes alteram sua frequência respiratória e cardíaca, e principalmente, sua taxa metabólica, ou seja, sua capacidade de transformar em carne, leite ou energia ou o que ingerem (ENCARNAÇÃO, 1989 citado por MARQUES *et al.* 2006)).

Os bosques criados pelas árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, além de contribuírem para atenuar as temperaturas extremas em pastagens, reduzem, também, o impacto de chuvas e ventos, promovendo conforto e servindo de abrigo para os animais. Esses fatores de conforto podem refletir também no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Comportamento ingestivo de bovinos

O foco principal de todos os animais, para manutenção da vida, é o da busca por alimentos. O sistema de criação de bovinos a pasto 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 no pasto (CARVALHO e MORAES, 2005).

Segundo Forbes (1988), os ruminantes podem modificar um ou mais componentes do seu 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 se sustenta à base das 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.

Outro fator relevante é o auxílio prestado pelos resultados do estudo do comportamento alimentar dos ruminantes, no que se refere ao entendimento de como os animais ajustam este comportamento em função das variações observadas no pasto e no ambiente (BRÂNCIO *et al.*, 2003). Conforme relatado por Erlinger *et al.* (1990), permite, ainda, definir características pertencentes aos animais e à pastagem que interferem no consumo e fornece informações sobre as interações existentes na relação de ambos, que influenciam em suas respostas produtivas.

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.

As variáveis e os 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).

### 2.1.1 Pastejo

O termo pastejo é definido como o ato do animal selecionar, abocanhar e ingerir o componente forrageira em condições de criação a pasto (VOISIN, 1974), e nos ruminantes é caracterizado por longos períodos de alimentação, de 4 a 12h por dia, concentrados principalmente nos inícios da manhã e finais da tarde (GRANDIM, 2000). O bocado é descrito com a unidade fundamental da ingestão, que consiste dos movimentos da boca e cabeça ao romper e trazer a forragem até a boca (UNGAR, 1996).

De acordo com Hodgson (1990), o comportamento de pastejo de animais de uma mesma 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* cv. Basilisk e *Brachiaria 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 girolandas em pastagens de *Brachiaria brizantha* e Coast-cross, Zanine *et al.* (2009), observaram redução significativa no tempo de pastejo no período de 10 às 13h 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.

### 2.1.2 Ruminação

Após ingerirem, os animais ruminantes mastigam o alimento e este é transportado até o rúmen e retículo e, após um período de tempo, o alimento segue então em sentido contrário em direção à boca para o processo de ruminação. A ruminação consiste de um processo de remastigações e insalivações mais demoradas e completas 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 4h a 9h, dividido em períodos de poucos minutos a mais de 1h, podendo ocorrer com o animal em pé ou deitado, sendo esta última posição uma forma do animal demonstrar que encontra-se em condição de conforto e bem-estar. O tempo de ruminação pode ser influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular do volumoso (Van Soest, 1994).

### 2.1.3 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, 2000).

Bovinos submetidos ao estresse devido a altas temperaturas alteram sua postura para dissipar calor através do vento. Observa-se redução dos movimentos, e consequentemente aumento do tempo em ócio (FERREIRA, 2006).

## 2.2 Comportamento termorregulatório

A temperatura interna do corpo é controlada pelo equilíbrio do calor produzido pelo seu metabolismo, e o calor ganho ou perdido para o ambiente externo. A zona de conforto térmico dos bovinos de corte encontra-se numa faixa de temperatura de 22°C a 26°C. De acordo com Silva (2008), a temperatura crítica superior (TCS) para os zebuínos encontra-se acima de 35°C.

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 metabólicos sanguíneos e no comportamento. Essas mudanças, que ocorrem para promover a adaptação do organismo ao meio, geralmente implicam em perdas 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; McILVAN e SHOOP, 1970).

Como forma de proteção, os bovinos procuram expor suas laterais aos raios solares em dia frio e procuram uma sombra de árvore nos dias mais quentes, evitando a radiação solar direta. Ficam de costas contra a direção da chuva ou vento, fechando sua região inguinal pela adução dos seus membros pélvicos logo abaixo de seu ventre. Outro comportamento estratégico é o de amontoamento, reduzindo o estresse por frio. As reações dos bovinos a ameaças de hipertermia dependem do fato de eles serem gado *Bos taurus* ou *Bos indicus* (mais resistentes ao calor).

Uma forma de mensuração possível é a comportamental, de importância tal qual a fisiológica para o estudo do bem-estar. Os indicadores comportamentais estão relacionados à ocorrência de reações e comportamentos anormais ou que afastem dos que ocorrem no ambiente natural. Sendo assim é possível dizer que o ambiente se torna responsável pela maior parte da interferência existente nas condições de vida de um organismo (GLASER, 2003).

### 2.3 Elementos climáticos

Sabe-se que fatores ambientais relacionam-se diretamente com o desempenho animal. Elevada temperatura, radiação solar e umidade relativa são elementos climáticos que atuam como causadores 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). Fato este que se torna de grande importância, quantificar e avaliar em conjunto os elementos climáticos (FERREIRA, 2005).

### 2.3.1 Temperatura

Um dos principais elementos meteorológicos condicionante para o conforto térmico e funcionamento geral dos processos fisiológicos é a temperatura. Ela envolve 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 dentre as espécies, genética, idade, peso e tamanho corporal, estado fisiológico, dieta alimentar, exposição prévia ao calor (aclimatação), variação da temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (Vv) e radiação incidente no ambiente (CURTIS, 1983).

Medeiros e Vieira (1997) descreveram que a temperatura ambiente influencia no desenvolvimento ponderal, crescimento dos jovens, conformação e tamanho, acabamento, conversão alimentar, manutenção do peso, taxa de crescimento do embrião, peso ao nascer, peso no pré e pós-desmame.

A temperatura crítica mínima na qual os animais necessitam produzir calor, reduzindo o efeito do frio, é denominada temperatura crítica mínima. Em bovinos de corte em crescimento, essa temperatura é -7 graus Celsius (BROOM e FRASER, 2010).

### 2.3.2 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 absoluta é a relação entre a massa de vapor e o volume de ar e a 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. Suas quantidades variam conforme a região, estação do ano, altitude, etc.

A umidade do ar, estando baixa, causa desidratação e irritação na pele e mucosas, predispondo o animal a várias patologias (STARLING *et al.*, 2002). No caso de umidade alta, ocorre uma diminuição da perda de calor corporal para o meio, comprometendo o equilíbrio térmico (SILVA, 2000) e favorece também, juntamente com outros fatores climáticos, o aumento de agentes vetores de patologias como: nematóides, insetos, ácaros, fungos e bactérias.

### 2.3.3 Radiação solar

Nos sistemas de criação a 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. 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).

## 2.4 Índices de conforto do ambiente 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 que a criação animal está sendo submetida (SARTORI *et al.*, 2001). Alguns índices foram desenvolvidos para mensuração desse conforto térmico.

### 2.4.1 Índice de temperatura e umidade

O índice de temperatura e umidade (ITU) é utilizado para avaliar as condições de conforto térmico e leva em consideração a temperatura de bulbo seco e temperatura de ponto de orvalho. Esse índice foi proposto por Baccari Jr. (1983), expresso em termos adimensionais pela seguinte equação:

$$ITU = tbs + 0,36tpo + 41,2$$

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

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

### 2.4.2 Índice de temperatura de globo negro e umidade

Buffington *et al.* (1981) propuseram o índice de temperatura e umidade (ITGU), 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:

$$ITGU = tgn + 0,36tpo - 330,08$$

Onde: tgn = temperatura de globo negro (°C)

tpo = temperatura de ponto de orvalho (°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, sendo os dois índices similares como indicadores do conforto animal sob condições de estresse moderado (BACCARI JR.,1998).

#### 2.4.3 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, assim, as condições térmicas ambientais. A CTR envolve no cálculo temperatura de globo negro e temperatura de bulbo seco, podendo ser obtida pela equação de Stefan-Boltzmann:

$$CTR = \sigma(TRM)$$

Onde: CTR = carga térmica de radiação, em  $W.m^{-2}$ ;

$\sigma$  = constante Stefan-Boltzmann

$$TRM = 100\sqrt[4]{(2,51 \overline{V_v}(T_{gn} - T_{bs}) + \frac{T_{gn}^4}{100})}$$

Onde: TRM = temperatura radiante média, em K;

$V_v$  = velocidade do vento, em m/s;

$T_{gn}$  = temperatura do globo negro (°C); e

$T_{bs}$  = temperatura de bulbo seco (do ar), em K

#### 2.5 Sistemas de integração

A prática de integrar a produção de culturas de importância econômica com as pastagens surgiu como uma forma alternativa de baixo custo, de recuperar pastagens degradadas no final do século XX. Nos dias de hoje, tem-se alertado para esse meio de produção, devido à grande preocupação com o ambiente e os custos da atividade pecuária e

agrícola, que necessitam de sistemas de produção mais econômicos e sustentáveis (NASCIMENTO e CARVALHO, 2011).

No momento em que o Brasil encontra-se, estima-se que mais da metade das áreas de pastagens esteja com algum grau de degradação. Dentro desse cenário, umas das opções que podem ser adotadas para contornar tal problema é a implantação de sistemas silvipastoris como forma de recuperação dessas áreas (DIAS-FILHO, 2005).

### 2.5.1 Integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária (iLP) tem, como finalidade, a produção de culturas anuais e a produção de forragem para pecuária de corte e leite a pasto (COBUCCI *et al.*, 2001), proporcionando benefícios biológicos e econômicos ,quando comparados a sistemas que apresentam apenas um tipo de produção, animal ou vegetal (ENTZ *et al.*, 1995; MORAES *et al.*, 2004; SULC e TRACY, 2007). De acordo com Moraes *et al.* (2002), existem alguns conceitos básicos para o sistema iLP, como o plantio direto, rotação de cultivos, uso de insumos e genótipos melhorados, manejo correto das pastagens e a produção animal intensiva em pastejo.

Nascimento e Carvalho (2011) relatam que a integração beneficia a produção, com o aumento da capacidade de suporte das pastagens, levando a uma maior produtividade animal, quando comparado aos sistemas de pastagens degradados.

Em boletim técnico (BRASIL, 2007), relatam-se alguns benefícios que a integração fornece à pecuária, como o aproveitamento dos resíduos de adubação deixados pelas lavouras, levando a produção de forrageira de melhor qualidade, recuperação da produtividade e menor custo na implantação de uma pastagem, aumento na produção de carne e leite e maior ganho de peso animal, tanto no período de chuva, como na estação seca, em que as pastagens encontram-se com baixa disponibilidade e qualidade. Porém, vale ressaltar que existem variações expressivas no ganho de peso vivo por área e velocidade de acabamento de carcaça em pastagens anuais de inverno, visto que o desempenho animal está intimamente ligado a todos os fatores que influenciam a produção forrageira, o consumo animal da massa vegetal produzida e a conversão da massa verde em carne (SOARES e RESTLE, 2002).

### 2.5.2 Integração lavoura-pecuária-floresta

Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta são aqueles que apresentam um componente arbóreo ou arbustivo, associado com cultivos agrícolas e estabelecimento de pastagem para criação animal.

Esse sistema possibilita a recuperação de áreas degradadas, através da intensificação do uso da terra, permitindo maior produção de forma sustentável. Além da produção de grãos e forragens, diversifica ainda mais as atividades econômicas rurais, com a inserção do componente florestal, podendo produzir a madeira ou a energia (TRECENZI *et al.*, 2008).

O sistema promove vários benefícios ao solo, como melhor ciclagem de nutrientes a médio e longo prazo aumentando e conservando o teor de matéria orgânica. A serrapilheira melhora a estrutura do solo e aumenta a infiltração de água pluvial. As raízes retêm parte dos nutrientes, que poderiam ser perdidos por lixiviação ou se tornarem indisponíveis para a vegetação (ABEL *et al.*, 1997).

Outro benefício do sistema é o sombreamento das árvores, que proporcionam um microclima local, importante para melhorar a atividade e fertilidade do solo (CRUZ *et al.*, 1999) e a qualidade nutricional de algumas plantas forrageiras (CARVALHO *et al.*, 2002).

Além do benefício ao solo e a pastagem, o sistema ainda apresenta o sombreamento, contribuindo para o bem-estar animal (MARTINS, 2001). Essas árvores, distribuídas adequadamente no pasto, ainda podem favorecer o conforto térmico dos animais devido à sombra natural e a formação de um microclima local pouco variável (PIRES *et al.*, 2000).

Bovinos submetidos ao estresse provocado pelo calor alteram o seu comportamento reduzindo a movimentação, modifica o padrão de ingestão de alimentos afetando consequentemente a produtividade animal (PIRES *et al.*, 2000). Tito *et al.* (2008) relatam que a disponibilidade de sombra beneficia os animais melhorando as condições fisiológicas e influenciam no comportamento animal de consumo, ócio, ruminação, entre outros e no desempenho produtivo (produção de carne, leite).

### 2.6 Capim-piatã

As gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* são boas opções para a formação de pastagens no Brasil, devido à sua alta capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas e de manejo de pastagem (Monteiro *et al.*, 1995). Dentre as cultivares de *Brachiaria brizantha* pode-se citar o capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã).

De acordo com a Embrapa Gado de Corte (2008), as vantagens deste capim para o SILP é associado ao excelente desempenho em consórcio com culturas anuais; possuir crescimento inicial lento, o que permite o bom desenvolvimento da cultura anual, sem a necessidade de uso de subdoses de herbicida no consórcio e boa produção de forragem no período seco.

## 2.7 *Eucalyptus urograndis*

Planta originária da Austrália e Indonésia e inserida no Brasil em meados de 1825, o eucalipto teve sua produção com fins lucrativos iniciada no século XX. Até os dias de hoje é utilizado para a produção de madeira, tecidos, celulose, entre outros (GALZERANO e MORGADO, 2008). Desenvolvido no Brasil a partir do cruzamento do *E. urophylla* com o *E. grandis*, o *Eucalyptus urograndis* apresenta um bom crescimento, com maior densidade de madeira, melhor rendimento, rusticidade e resistência ao déficit hídrico (EUCLONE, 2010).

Na escolha da espécie arbórea a ser utilizada em sistemas de integração, deve-se atentar para a adaptação ao solo e ao clima da região, assim como possuir rápido crescimento e que forneçam condições que melhorem o microclima da área (SILVA *et al.*, 2010). O eucalipto é o componente arbóreo que fornece sombra para as forragens, maior conforto térmico e proteção contra ventos.

## 2.8 REFERÊNCIAS

AAFC-Agriculture and Agri-Food Canada. **Charting the way forward to 2020**. Vancouver, 2011.

ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A. et al., **Design principles for Farm Forestry**, 1997. Disponível em <http://www.mtg.unimelb.edu.au/publications/designbook.htm>. Acessado em 18 dez. 2011.

ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.485-498, 1993.

BACARRI JR., F.; JOHNSON, H.D.; HAHN, G.L. Environmental heat effects on growth, plasma T<sub>3</sub> and postheat compensatory effects on Holstein calves. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. v.173, p.312-318, 1983.

BACCARI JR., F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE**, 1, 1998. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FAPESP, 1998. p.24-67.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S. et al. 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.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1045-1046, 2003.

**BRASIL**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento **Boletim técnico – integração lavoura pecuária**. 37p. Embrapa. 2007.

BROOM, D.M.; FRASER, A.F.; tradução Carla Maiolino Molento. **Comportamento e Bem-estar de Animais Domésticos**, 4. Ed., Barueri, São Paulo: Manole, 2010.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CATON, G.H., et al. Black globe humidity comfort index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society Agricultural Engineering**, v.24, n.4, p.711-714, 1981.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.717-722, 2002.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: **MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM**, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2005. p.1-20.

COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé: produção de forragem na entressafra. In: Workshop internacional programa de integração lavoura pecuária para o desenvolvimento sustentável das savanas tropicais sulamericanas, 2001, Santo Antônio de Goiás. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. p.125-135.

CORSI, M.; GOULART, R. O sistema de produção de carne e as exigências da sociedade moderna. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 2006, Piracicaba. As pastagens e o meio ambiente. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p.7-35.

CRUZ, P.; SIERRA, J; WILSON, J.R.; et al.. Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. **Annals of Arid Zone**, v.38, p.335-361, 1999.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University, 1983. 410p.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 2 ed. - Belém: Embrapa, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia de produção de gado de corte. BRS Piatã *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, 2008 (folder).

ENTZ, M.H. et al. Rotational benefits of forages crops in Canadian prairie cropping systems. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.8, n.4, p.521-529, 1995.

ERLINGER, L.L.; TOLLESON, D.R.; BROWN, C.J. et al. Comparison of bite size biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3578-3587, 1990. 13.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. 2ed. West Port: AVI, 1974. 325 p.

EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M. et al. 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.

EUCLONE. Eucalipto Urograndis. Disponível em: <http://www.eucaclone.com.br/eucalipto-urograndis.html>. Acesso em: 15 dez. 2010.

FAO. How to feed the world in 2050. Roma. 2010. Disponível em: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf). Acessado em 26 out. 2012.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa/ MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FERREIRA, J. J. **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequências de alimentação em confinamento**. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P. et al. 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.

FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: The investigation of ingestive behavior in grazing animal. **Journal of Animal Science**, v.66, n.9, p.2369-2379, 1988. Cary: 1989.

GALZERANO, L.; MORGADO, E. Eucalipto em sistemas agrossilvipastoris. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.9, n.3, 2008.

GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. São Paulo: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Dissertação (Mestrado). 84p. 2003.

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.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Harlow: Essex, 1990. 203p.

KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMIC OF SCIENCES (Ed.). *A guide to environmental research on animals*. Washington: **National Academic of Sciences**, 1971. p.71-92.

LIMA, R.M.B.; FERREIRA, M.A.; BRASIL, L.H.A. et al. 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.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H.Z. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Campo Grande. Embrapa – CNPGC, 2000. 4p. (Comunicado Técnico, 62).

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.esp., p.133-146, 2009.

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. 2000. **O Stress e a Nutrição de Bovinos**. Maringá: Imprensa universitária, 42p.

MARQUES, J.A.; BARBOSA, O.R.; ALBUQUERQUE, K.P. et al. Comportamento de novilhas bubalinas terminadas em confinamento usando promotor de crescimento ou esferas de chumbo no útero. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.3, p.363-370, 2005.

MARQUES, J.A. et al. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso a sombra durante o período de verão. **Campo Digit@l**, Campo Mourão, v.1, n.1, p.54-59, 2006.

MARTINS, J.L. Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condições de pastagem. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2001. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade de Campinas, 2001.

MEDEIROS, L.F.D.; VIEIRA, D.H. **Bioclimatologia animal**. 1997. Disponível em: [http://www.iz.ufrj.br/zootecnia\\_draa/Biblioteca/Fernando/Apostila%20de%20Bioclimatologia%20I.pdf](http://www.iz.ufrj.br/zootecnia_draa/Biblioteca/Fernando/Apostila%20de%20Bioclimatologia%20I.pdf). Acessado em: 14 nov. 2012.

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.

McILVAIN, E.H.; SHOOP, M.C. Shade for improving cattle gains and rangeland use. **Journal of Range Management**, Denver, v.24, p.181-4, 1970.

MONTEIRO, F.A.; RAMOS, A.K.B., CARVALHO, D.D. et al. Cultivo de *Brachiaria rizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com missões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.135-141, 1995.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S.J. et al. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 2002. Pato Branco: Instituto Agrônomo do Paraná, 2002. p.3-42.

MORAES et al. Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9, Chapecó, SC. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, p.19-22, 2004.

NASCIMENTO, R.S.; CARVALHO, N.L. Integração lavoura-pecuária. **Monografias ambientais**, v.4, p.828-847, 2011.

NAVARINI, F.C.; KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T. et al. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, 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. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

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.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R. et al. 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.

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. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros em terminação a 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.

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.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel, 285 p. 2000.

SILVA, R. G. **Biofísica ambiental**: os animais e seu ambiente. Jaboticabal: Funep, 2008 (a).

SILVA V.P.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F. et al. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, p.17, 2010.

SHÜTZ, K.E.; ROGERS, A.R.; COX, N.R. et al. 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.

STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G. ; CERÓN-MUÑO, M. et al. 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.

SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticle e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.908-917, 2002.

SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.335-345, 2007..

TITTO, E.A.L.; PEREIRA, A.M.F.; VILELA, R.A. et al. Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. In: WORKSHOP DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, I. Nova Odessa, 2008. p.1-24.

TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M.C.; HASS, G. **Integração Lavoura-Pecuária-Silvicultura**. Brasília: MAPA, 2008. p.2-5. (Boletim Técnico).

UNGAR, E.D. Ingestive Behavior. In: J. Hodgson & A.W. Illius. The ecology and management of grazing systems. CAB International, 1996. p.185.

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

VOISIN, A. **Produtividade do pasto**. São Paulo: Mestre Jou, 1974.

ZANINE, A.; VIEIRA, B.; FERREIRA, D. et al. 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.

## ARTIGO I

### **Comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore submetidas a diferentes condições de sombreamento em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro**

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, fevereiro de 2013. 84p. **Comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore submetidas a diferentes condições de sombreamento em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro.** Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-orientador: Roberto Giolo de Almeida. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de novilhas Nelore, submetidos a diferentes condições de sombreamento, em sistemas integrados, com pastagens de capim-Piatã na época da seca e das águas. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS. Adotou-se delineamento experimental em blocos casualizados em esquema de parcelas subsubdivididas com duas repetições. Os tratamentos da parcela corresponderam a um fatorial 3x2, sendo três sistemas de integração (integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), com 357 árvores/ha, integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2), com 227 árvores/ha e integração lavoura-pecuária (iLP)) e duas alturas de pastejo (alto e baixo). Os tratamentos da subparcela à estação do ano (seca e águas) e os da subsubparcela aos períodos do dia (manhã e tarde). As temperaturas foram semelhantes na seca e nas águas, caracterizando um período seco atípico. Os animais permaneceram maior período à sombra no inverno, enquanto no verão o tempo de permanência ao sol foi superior. O pastejo a sombra foi maior nos sistemas com árvores de eucalipto. Nos pastos mantidos com maior altura, os animais dispensaram maior tempo de pastejo ao sol no período da tarde em relação ao período da manhã. Na época das águas os valores encontrados foram 120,5; 68,1 e 96,1 min. para a posição corporal em pé e 168,1; 129,8 e 92,3 para a posição corporal deitado nos sistemas de iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente.

**Palavras-Chave:** agrossilvipastoril, bovino de corte, pastejo, sombreamento.

## **Diurnal ingestive behavior of Nelore heifers under different shade conditions in integrated production in Brazilian Cerrado**

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, february 2013. 84p. **Diurnal ingestive behavior of Nelore heifers under different shade conditions in integrated production in Brazilian Cerrado**. Adviser: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-adviser: Roberto Giolo de Almeida. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

### **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the ingestive behavior of Nelore heifers under different shade conditions in integrated systems with Piatã grass pastures in the dry season and water. The experiment was conducted at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande-MS. The adopted experimental design randomized block in a split plot design with two replications. The plot treatments corresponded to a 3x2 factorial, with three integrated systems (integrated crop-livestock-forest-1 (ICLF-1), with 357 trees/ha, integrated crop-livestock-forest-2 (ICLF-2), with 227 trees/ha and integrated crop-livestock (ICL)) and two grazing heights (low and high). Treatments split plot of the season (dry and wet) and split split plot in periods of day (morning and afternoon). Increased availability of dry matter in the ICL was followed by the ICLF-2 and ICLF-1. Temperatures were similar in dry and water, featuring an unusual dry period. The animals remained longest in the shade in winter, while in summer the dwell time in the sun was over. The grazing in the shadow was higher in systems with eucalyptus trees. In pastures maintained with greater height, the animals have spent more time grazing in the sun in the afternoon compared to the morning. . In the wet season the values were 120.5; 68.1 and 96.1 min. for body position standing and 168.1; 129.8; and 92.3 for body position lying in systems ICLF-1, ICLF-2 and ICL, respectively.

**Keywords:** agrosilvopastoral, beef cattle, grazing, shading

## INTRODUÇÃO

A principal fonte de alimento para os bovinos, nos sistemas de criação extensivos, são as forrageiras e o uso inadequado de práticas de manejo levam a degradação das áreas de pastagem, reduzindo tanto a produtividade do solo como o valor nutricional das forrageiras (CARLOTTO *et al.*, 2010). Uma das alternativas disponíveis para se minimizar tal problemática é o uso de sistemas agrossilvipastoris, em que se associam três componentes: florestal, forrageiro e cultural.

Os animais são seres dinâmicos e adaptáveis, e a resposta a um determinado agente estressor pode envolver modificações comportamentais, em diferentes níveis, para minimizar as consequências adversas (HAHN, 1999).

O comportamento ingestivo de bovinos em pastagens caracteriza-se por períodos longos de alimentação, de 4 a 12 horas por dia, para dietas com baixo teor de energia (BÜRGER *et al.*, 2000). De acordo com Carvalho e Moraes (2005), através do comportamento ingestivo, o animal é capaz de transmitir sinais sobre a qualidade e disponibilidade de seu ambiente pastoril.

Conhecer os ciclos diários comportamentais dos animais, assim como o tempo despendido em cada atividade é importante, principalmente, quando se deseja avaliar quão confortável é o ambiente circunstante (FERREIRA *et al.*, 2005), auxiliando no entendimento de como os animais ajustam esse comportamento em função das variações no ambiente (BRÂNCIO *et al.*, 2003).

Objetivou-se, assim, avaliar o comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore, submetidas a diferentes condições de sombreamento em sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta em pastagens de capim-piatã, na estação da seca e das águas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, localizada no município de Campo Grande-MS, situada a 20°27' de latitude sul, 54°37' de longitude oeste e 530 m de altitude. O padrão climático da região, de acordo com a classificação de Köppen, encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1560 mm.

A área experimental, de 18 ha, consistiu de sistemas de integração, estabelecidos em 2008, com pastagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã), sendo: sistema de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), com espaçamento entre fileiras de árvores de 14 m e densidade de 357 árvores/ha; sistema de integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2), com espaçamento entre fileiras de árvores de 22 m e densidade de 227 árvores/ha; e sistema de integração lavoura-pecuária (iLP), testemunha, com 5 árvores nativas remanescentes/ha. O componente arbóreo dos sistemas iLPF-1 e iLPF-2 foi o eucalipto (*Eucalyptus urograndis*, clone H 13) com espaçamento de 2 m entre árvores, e que apresentavam altura média inicial e final do período experimental de 16m e 20m, respectivamente. Cada sistema era constituído de quatro piquetes de 1,5 ha de área, perfazendo um total de 12 piquetes experimentais, com bebedouros e cochos para sal mineral.

Foram utilizadas 80 novilhas nelores, com peso médio inicial de 157 kg, observadas em dois períodos, manhã (06h00 às 12h00) e tarde (12h01min às 17h00). Em cada piquete foram mantidos dois animais-teste e inserido animais reguladores para ajuste das alturas de pastejo. As avaliações de comportamento ingestivo diurno foram realizadas por meio de observação instantânea dos animais-teste (método “scan-sampling”; SETZ, 1991), com uso de binóculos, a intervalos de 10 minutos, anotando-se as atividades em planilhas específicas. As variáveis comportamentais estudadas foram: pastejo, ruminação, ócio, ingestão de água, ingestão de sal mineral, roçando árvores e outras atividades, em duas diferentes posições corporais (em pé e deitado) e duas posições espaciais (ao sol e a sombra). Foram considerados expostos ao sol, quando 50% ou mais de seu corpo encontravam-se sob o sol, e, à sombra, quando 51% ou mais de seu corpo estivesse exposto à sombra, durante quatro dias consecutivos, em cada estação do ano (seca e águas). As frequências das variáveis comportamentais foram transformadas em minutos (min), em cada período do dia, totalizando 300 min. por período.

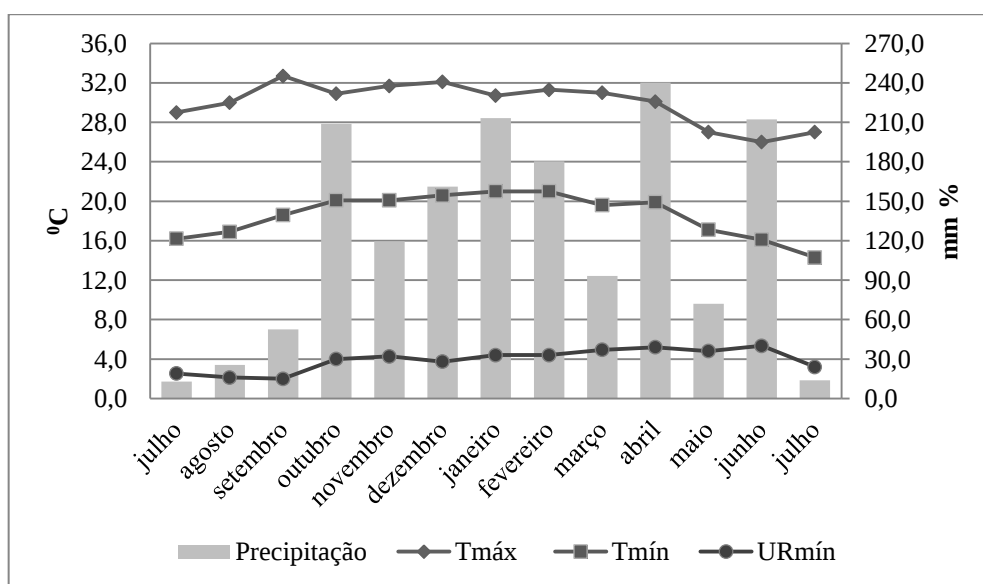
O delineamento experimental utilizado para avaliação do comportamento o animal foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subsubdivididas com duas repetições. Os

tratamentos da parcela corresponderam a um fatorial 3x2, sendo três sistemas de integração (iLPF-1, iLPF-2 e iLP) e duas alturas de pastejo (alto e baixo). Os tratamentos da subparcela corresponderam à estação do ano (seca e águas) e os da subsubparcela, aos períodos do dia (manhã e tarde).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de probabilidade de 5%, por meio do aplicativo estatístico Sisvar, versão 5.3 (FERREIRA, 2000).

Para coleta dos dados microclimáticos, os equipamentos foram instalados em cada um dos piquetes, concomitantemente ao período de observação do comportamento animal. As temperaturas de bulbo seco foram mensuradas por meio de termômetro digital, com *data logger* (modelo Perceptec 1020), e as de bulbo úmido, com termohigrômetro de mercúrio (escala -10°C a +50°C, marca Incoterm). Para mensuração da temperatura de globo negro, foram utilizados bóias pintadas de preto fosco, segundo método proposto por Souza et al. (2002). A velocidade máxima e mínima do vento foi mensurada por meio de anemômetro portátil, durante três minutos. Todos os dados foram obtidos nos seguintes horários: 07h00, 09h00, 11h00, 13h00, 15h00 e 17h00.

Os dados meteorológicos do entorno dos sistemas agrossilvipastoris foram coletados, diariamente, por meio de uma estação meteorológica (A702 – INMET), distante 3 km da área experimental (Figura 1).



**Figura 1.** Variáveis climatológicas, temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín) e Umidade relativa mínima (URMín) do entorno da área experimental, com dados de julho de 2011 a julho de 2012.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baeta e Souza (1997) consideram como melhores condições climáticas para bovinos, temperatura entre 10 e 27°C, umidade relativa do ar entre 60 e 70% e velocidade do vento de 1,4 a 2,2 m/s. Também, de acordo com Silva (2000), a temperatura crítica superior (TCS) para os zebuínos é de 35°C. Em todos os tratamentos, a temperatura manteve-se acima da faixa ideal e próxima ou acima da TCS, nos dois períodos avaliados. A VV manteve-se dentro do considerado ideal nos sistemas com eucalipto (iLPF-1 e iLPF-2), mas acima deste, (trinta por cento a mais da média dos sistemas de iLPF) no sistema iLP (Tabela 1).

**Tabela 1.** Temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de bulbo úmido (Tbu), temperatura de globo negro (Tgn) e velocidade do vento (VV) dos sistemas de integração iLPF-1, iLPF-2 e iLP, na seca e nas águas, em Campo Grande-MS.

| Sistema      | Tbs (°C) |       | Tbu (°C) |       | Tgn (°C) |       | VV (m/s) |
|--------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
|              | Tmáx.    | Tmín. | Tmáx.    | Tmín. | Tmáx.    | Tmín. | Média    |
| <i>Seca</i>  |          |       |          |       |          |       |          |
| iLPF-1       | 35,6     | 29,5  | 21,3     | 19,2  | 37,9     | 29,4  | 2,1      |
| iLPF-2       | 35,0     | 28,4  | 21,4     | 18,2  | 39,8     | 28,7  | 1,7      |
| iLP          | 35,3     | 28,8  | 22,5     | 20,5  | 40,5     | 32,2  | 2,5      |
| <i>Águas</i> |          |       |          |       |          |       |          |
| iLPF-1       | 35,5     | 26,7  | 23,0     | 21,5  | 37,5     | 29,1  | 1,5      |
| iLPF-2       | 34,6     | 25,9  | 24,6     | 23,3  | 39,0     | 29,7  | 1,7      |
| iLP          | 36,0     | 27,6  | 25,1     | 22,5  | 42,2     | 32,8  | 2,5      |

Tmáx – Temperatura máxima; Tmín – Temperatura mínima;

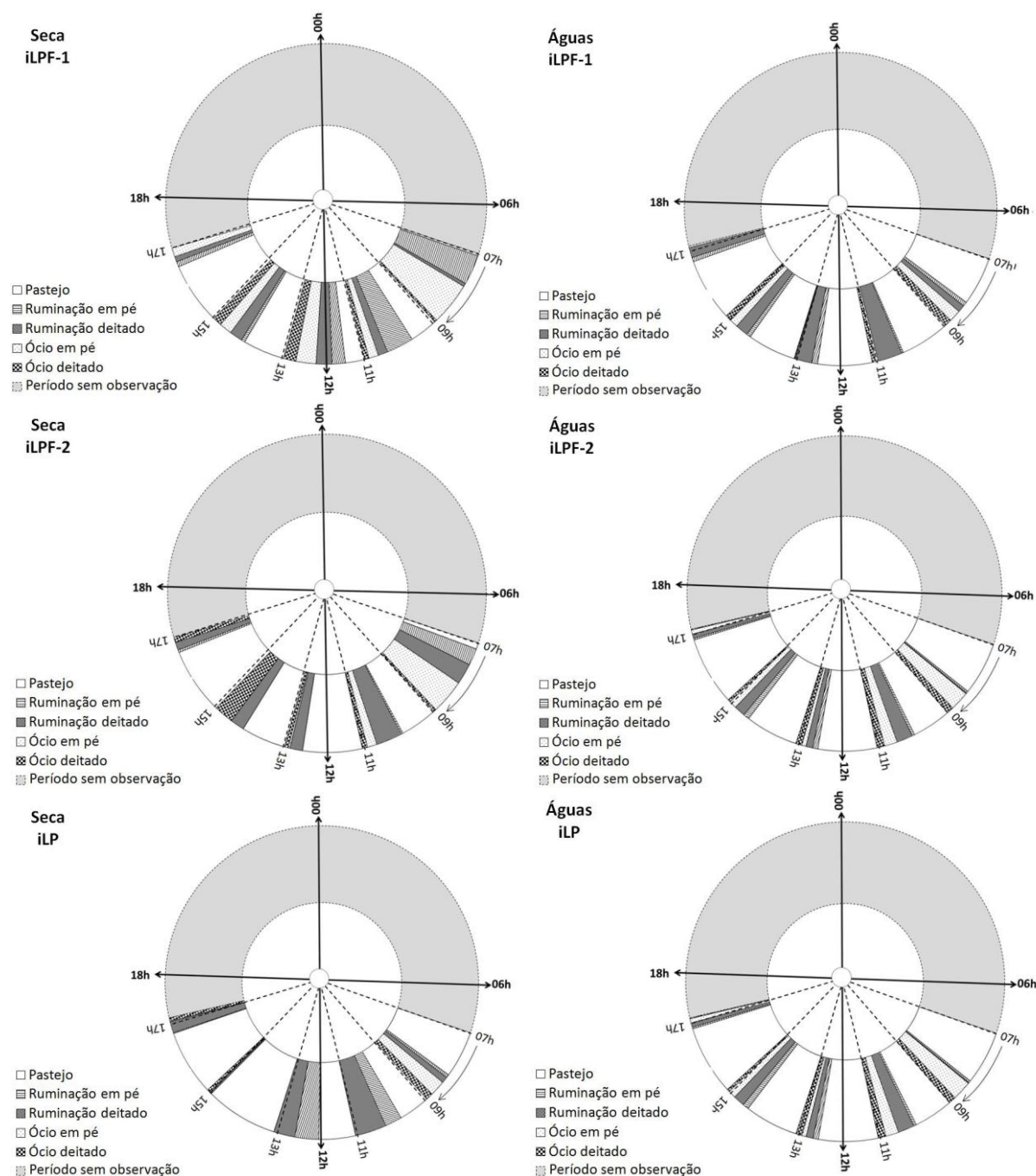
iLPF-1 – integração lavoura-pecuária-floresta 1; iLPF-2 – integração lavoura-pecuária-floresta 2; iLP – integração lavoura-pecuária.

A disponibilidade de matéria seca no período seco (maio a setembro), foi de 2274, 4504 e 4013 kg/ha nos sistemas iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente, e no período das águas foi de 3100 kg/ha no iLPF-1, 4519 kg/ha no iLPF-2 e 8097 kg/ha no iLP. Teores de proteína bruta de 5,06; 4,65 e 3,75 % e 6,73; 6,43 e 6,36 %, foram encontrados na seca e águas para os sistemas iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente (OLIVEIRA, dados não publicados).

Muitos autores relacionam o incremento no teor de fibra em detergente neutro (FDN) ao acréscimo do período de ruminação, devido ao aumento da resistência mecânica das forragens no processo de mastigação (WELCH e SMITH, 1970; BEAUCHEMIN e

BUCHANAN-SMITH, 1989; PARDO *et al.*, 2003). O valor encontrado para FDN na estação seca foi de 76,69% e na estação das águas 76,74%, sem diferença significativa (OLIVEIRA, dados não publicados).

A distribuição do comportamento ingestivo diurno encontra-se ilustrada na Figura 2, de acordo com o modelo gráfico proposto por Espinoza *et al.* (2008).



**Figura 2.** Comportamento de novilhas Nelore nos períodos de 07-09h, 09-11h, 11-13h, 13-15h e 15-17h, na estação da seca e das águas nos sistemas de integração iLPF-1, com 357 árvores/ha, iLPF-2, com 227 árvores/ha e iLP, com 5 árvores/ha em Campo Grande-MS.

Observando a Figura 2, o tempo destinado ao pastejo na estação seca foi menor no período da manhã (07 às 11 h), em todos os sistemas, evento não observado nas águas, que demonstram uma maior diluição do comportamento do mesmo ao longo do período observado. Van Rees e Hutson (1983) verificaram que os animais pastejam mais intensamente nas horas mais frescas do dia, no início da manhã e no final da tarde. Os animais passaram maior tempo pastejando no iLP (373 min), seguido do iLPF-2 (306,9 min) e iLPF-1 (218,7 min) na estação seca e, na estação das águas, 292,8, 388,2 e 399,1 min para os sistemas iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente. Porém, nas condições em que o presente estudo foi desenvolvido, com fornecimento de sombra natural para os animais, ou seja, melhores condições de conforto térmico, o comportamento ingestivo pode ser alterado e a frequência de pastejo distribuída ao longo do dia, sem haver concentração nos períodos mais frescos, mesmo nos sistemas de iLP que possuem apenas algumas árvores nativas remanescentes, que proporcionam área sombreada abaixo do ideal. De acordo com Espinoza *et al.* (2008), em estudo com novilhas, avaliando o comportamento ingestivo durante 24 horas em pastos sem árvores, com acesso restrito ao bosque e livre acesso ao bosque, observaram que após breves períodos de descanso e ruminação, o pastejo é a primeira atividade desenvolvida no início da manhã e encontraram maior tempo nos pastos sem árvores, fato também observado neste estudo, ressaltando que o mesmo pode ser influenciado por fatores ambientais e pela pressão de pastejo.

A ruminação total foi de 179,7, 147,4 e 171,3 min na seca e de 213,8, 134,4 e 83 min nas águas para iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente (Figura 2). Na estação seca os animais passaram maior tempo ruminando deitado, com excessão do iLPF-1, permanecendo maior tempo de ruminação em pé. Nas águas, em todos os sistemas, os animais permaneceram maior tempo de ruminação deitado (147,9 min no iLPF-1, 104,2 min no iLPF-2 e 57,5 min no iLP). Esse comportamento de ruminar deitado pode ser caracterizado como condição de conforto térmico animal com maior perda de calor por condução.

Na estação seca as relações entre tempo de ruminação/tempo de pastejo foram 41,07. 24,01 e 22,97% e para a estação das águas foi 36,5, 17,3 e 10,4%, nos sistemas de iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente. Os valores encontrados nessa relação estão associados principalmente as variações da qualidade e quantidade de forragem consumida, além das condições climáticas (ROVIRA, 1996). A maior relação encontrada no iLPF-1 nas duas estações, em relação aos demais sistemas pode estar associada à menor disponibilidade de forragem encontrada neste sistema.

Na seca e nas águas, o maior tempo em ócio foi observado no iLP, seguido do iLPF-1 e iLPF-2. Não foi observado padrão definido na distribuição do comportamento “ócio” ao longo do período observado para os sistemas de produção e estação (seca/águas). Os animais alternaram suas atividades com maior frequência nos sistemas de iLPF-1, causando efeito de diluição dos comportamentos ao longo do dia (Figura 2).

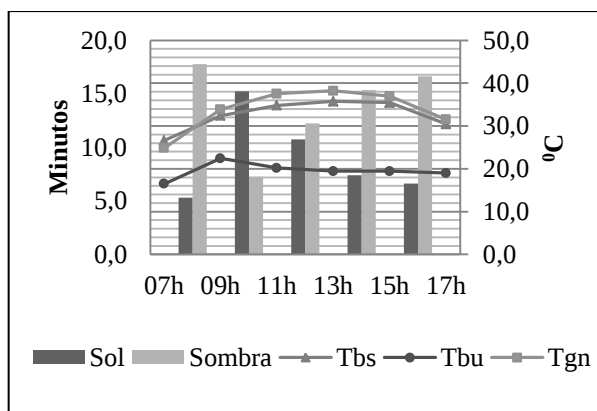
As posições corporais em pé ou deitado foram registradas quando os animais estiveram desenvolvendo as atividades de ruminação e ócio. As médias encontradas foram 247,7; 96,3 e 91,4 min para a posição corporal em pé e 106,5; 168,8 e 124,6 min para a posição corporal deitado na estação seca, para os sistemas de iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente. Nos sistemas de iLPF-2 e iLP os animais passaram mais tempo deitados, enquanto no iLPF-1, permaneceram em pé. Na estação das águas, os valores encontrados foram 120,5; 68,1 e 96,1 min para a posição corporal em pé e 168,1; 129,8 e 92,3 para a posição corporal deitado nos sistemas de iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente. Ao contrário da estação seca, no sistema de iLPF-1 os animais permaneceram a maior parte do tempo deitados. Já no sistema de iLPF-2 os resultados foram semelhantes quanto ao tempo de permanência dos animais deitados em comparação com o tempo de permanência em pé. Para o sistema de iLP o tempo de permanência para cada posição corporal diferiu em 3,95% a mais para a posição em pé em relação a posição deitado.

As médias encontradas para os comportamentos, ingestão de água, ingestão de sal mineral e roçando árvores foram de 7,92; 0,83 e 0,83 min respectivamente, e não apresentaram variação entre os tratamentos.

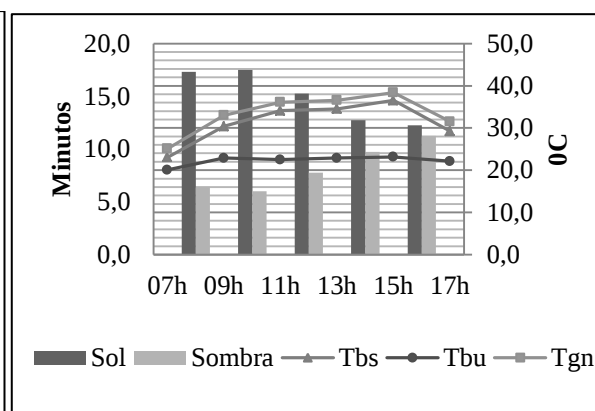
O tempo de permanência dos animais à sombra foi maior na estação seca nos sistemas de iLPF (Figura 3). Os animais utilizaram a sombra natural proveniente das árvores em períodos superiores a 53,7% do tempo total avaliado, sendo que no iLP permaneceram maior tempo ao sol (68,2% do tempo total), fato este que pode ser explicado pela menor disponibilidade de sombra no iLP (5 árvores/ha).

Contrariamente, nas águas, a permanência ao sol dos animais foi a posição predominante (acima de 57%) em todos os tratamentos (Figura 3), demonstrando que os animais não utilizaram de forma expressiva o recurso que proporcionaria melhores condições de conforto térmico. Esse comportamento, no sistema iLP, também pode ser explicado pela baixa disponibilidade de área sombreada para os animais.

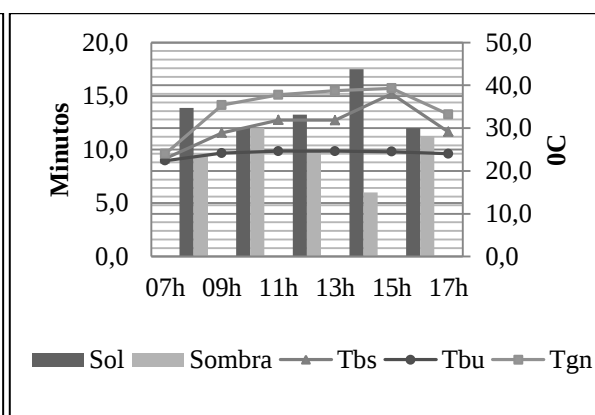
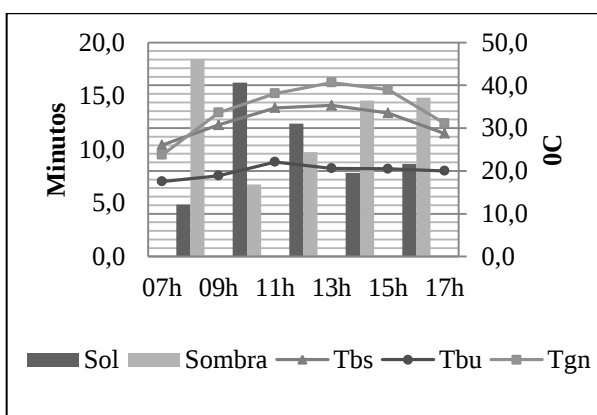
### ESTAÇÃO SECA



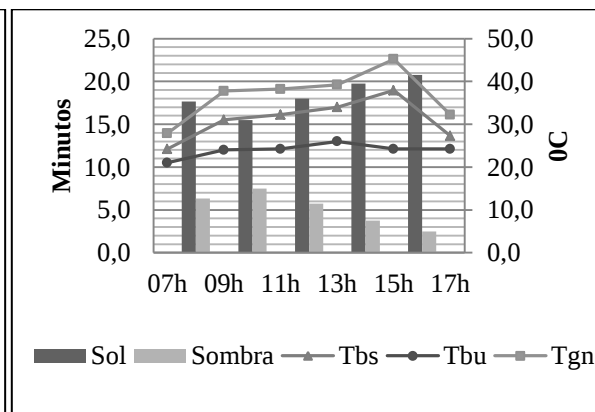
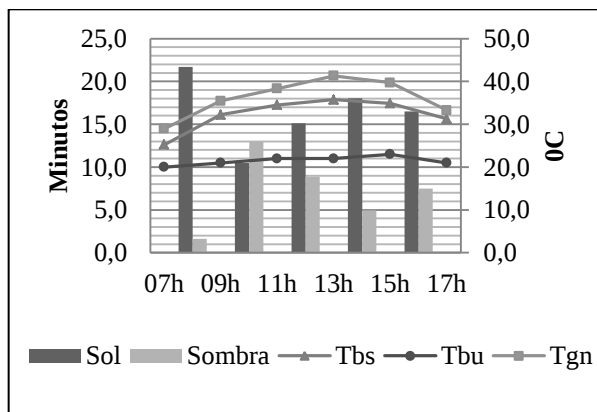
### ESTAÇÃO DAS ÁGUAS



#### iLPF-2



#### iLP



**Figura 3.** Médias do comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore ao sol e à sombra nos períodos de 07-09h, 09-11h, 11-13h, 13-15h e 15-17h e temperatura de bulbo seco (Tbs) bulbo úmido (Tbu) e globo negro (Tgn) no período seco e das águas em sistemas de integração iLPF-1, com 357 árvores/ha, iLPF-2, com 227 árvores/ha e iLP, com 5 árvores/h, em Campo Grande-MS.

Para a variável pastejo ao sol ( $P < 0,05$ ), observou-se efeito de sistema (Tabela 2) e da interação altura de pastejo x período do dia (Tabela 3). Os sistemas iLPF-1 e iLPF-2

apresentaram tempo de pastejo ao sol inferior ao iLP, entretanto, não houve diferença entre os sistemas de iLPF, com média de 82 min de pastejo ao sol (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tempo acumulado em pastejo ao sol e à sombra, de acordo com o sistema integrado.

| Sistema             | Pastejo ao sol (min) | Pastejo à sombra (min) |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| iLPF-1              | 65,63 b              | 58,50 ab               |
| iLPF-2              | 98,31 b              | 75,13 a                |
| iLP                 | 156,88 a             | 36,19 b                |
| CV (%) <sup>1</sup> | 34,33                | 53,90                  |

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação

iLPF-1 – integração lavoura-pecuária-floresta 1; iLPF-2 – integração lavoura-pecuária-floresta 2; iLP – integração lavoura-pecuária.

Resultados da interação altura de pastejo x período do dia para a variável pastejo ao sol e da interação estação do ano x período do dia para as variáveis pastejo à sombra e ruminação ao sol.

**Tabela 3.** Tempo acumulado em pastejo e em ruminação de acordo com a estação do ano (seca e águas) e o período do dia (manhã e tarde).

| Período | Pastejo ao sol (min) |           | Pastejo à sombra (min) |          | Ruminação ao sol (min) |          |
|---------|----------------------|-----------|------------------------|----------|------------------------|----------|
|         | Baixo                | Alto      | Seca                   | Águas    | Seca                   | Águas    |
| Manhã   | 106,92 Aa            | 78,25 Ab  | 29,08 Ab               | 53,33 Aa | 52,17 Aa               | 42,50 Aa |
| Tarde   | 114,00 Aa            | 128,58 Aa | 84,00 Aa               | 60,00 Aa | 11,00 Ab               | 42,50 Aa |

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

Constatou-se efeito de sistema e da interação estação do ano x período do dia ( $P<0,05$ ) para a variável pastejo a sombra. Os animais permaneceram maior tempo pastejando na sombra no iLPF-2, ou seja 51,83% a mais quando comparado ao iLP. O sistema iLPF-1 não diferiu ( $p>0,05$ ) dos demais sistemas avaliados (Tabela 2). Apesar do sistema iLP não apresentar área de sombra significativa, o valor encontrado de 36,19 min do pastejo a sombra nesse sistema, demonstra que os animais necessitam em algum momento de sombra durante o dia.

Nos pastos mantidos com maior altura, os animais dispensaram maior tempo no pastejo ao sol no período da tarde em relação ao período da manhã (Tabela 3). Não foram observadas diferenças entre estações do ano dentro de cada período do dia para o mesmo à

sombra e ruminação ao sol. Entretanto, na estação seca, os animais permaneceram em maior tempo de pastejo à sombra no período da tarde e ruminaram ao sol no período da manhã.

Coelho *et al.* (2011), em condições semelhantes, observaram tempo de pastejo à sombra (132 min) superior no período da tarde quando comparado ao período da manhã (54 min) e o comportamento de ruminar ao sol no período da manhã (73 min) superior ao período da tarde (19 min), em fevereiro de 2011. Zanine *et al.* (2007) observaram comportamento de pastejo de bezerros mestiços mais intenso no início da manhã e fim da tarde.

Para as variáveis, ruminação à sombra e ócio ao sol, observou-se efeito de período do dia (Tabela 4). No período da manhã, os animais passaram maior tempo em ruminação à sombra e em ócio ao sol, em comparação ao período da tarde.

**Tabela 4.** Tempo médio em ruminação à sombra e em ócio ao sol, nos períodos do dia (manhã e tarde).

| Período             | Ruminação à sombra (min.) | Ócio ao sol (min.) |
|---------------------|---------------------------|--------------------|
| Manhã               | 47,46 a                   | 37,83 a            |
| Tarde               | 32,08 b                   | 17,33 b            |
| CV (%) <sup>1</sup> | 60,66                     | 76,68              |

Médias seguidas por letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

A busca por sombra pode estar relacionada às temperaturas mais elevadas durante determinado período do dia, conforme observado por Leme *et al.* (2005). Entretanto, os resultados da Tabela 3, sugeriu que a temperatura mais elevada (ao sol) pode ser a mais adequada para pastejo, de acordo com o período do dia e estação do ano.

## CONCLUSÕES

Os animais do sistema de iLPF-2 permaneceram maior tempo pastejando à sombra.

O iLPF-1 foi o sistema com a maior variação comportamental ao longo do dia.

## REFERÊNCIAS

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa: UFV, 1997, 246p.

BEAUCHEMIN, K.A.; BUCHANAN-SMITH J.G. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 1989, v.72, n.9, p.2288-2300.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1045-1046, 2003.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CARLOTTO, S.B.; MEDEIROS, R.B. de; PELLEGRINI, C.B. de et al. Comportamento ingestivo diurno de vacas primíparas em pastagem nativa dominada por capim-annoni-2 com suplementação protéica e mineral em diversas estações climáticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.454-461, 2010.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2005. p.1-20.

COELHO, F.S.; ALMEIDA, R.G. de; VILLELA, S.D.J. et al. Comportamento diurno de novilhas Nelore em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48, 2011. **Anais...** Belém, PA. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/visualizar.php?idiom=pt&artigo=19590>. Acesso: 22 abr. 2012.

ESPINOZA, F.; HERNÁNDEZ, R.; FOLACHE, L. Etología de vaquillas doble propósito en un sistema silvopastoril durante el período seco en una sabana tropical. **Zootecnia Tropical**, v.26, n.4, p.429-437, 2008.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 66p.

FERREIRA, D.J.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. et al. Comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastagens de “*Brachiaria brizantha*” e “*Brachiaria decumbens*”. In: XXXXII

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Goiânia, GO, 2005.

FISCHER, V.; MORENO, C.B.; GOMES, F.J. Comportamento ingestivo diurno de novilhas jersey suplementadas com farelo de milho em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*). In: XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Recife, PE, 2002.

HAHN, G.L. Dynamic response of cattle to thermal heat loads. **Journal of Animal Science**, v.77, n.2, p.10-20, 1999.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. A.; VERNEQUE, R. da S. et al. Comportamento de vacas mestiças holandesas x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, 2005.

MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C. de F.; FONSECA, L. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1114-1120, 2011.

OLIVEIRA, C. C. de. **Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro**. 2013. 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, **Trabalho não publicado**.

PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novinhos em pastejo a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.

RODRIGUES, M.B. et al. Comportamento de bezerros holandeses pós desmame em pastagem de azevém (*lolium multiflorum* lam.) suplementados com milho ou polpa cítrica peletizada. In: XXXIV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Juiz de Fora, MG, 2000.

ROVIRA, J. **Manejo nutritivo de los rodeos de cria en pastoreo**. Montevideo; Ed. Hemisferio Sur, 1996, 288p.

SETZ, E.Z.F. Métodos de quantificação de comportamento de primatas em estudos de campo. **A Primatologia no Brasil**. v.3, p.411-435, 1991.

SILVA R. G.. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. Nobel, São Paulo. 2000, 286p.

SOUZA, C.F.; TINÔCO, I. de F.F.; BAÊTA, F. da C. et al. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.26, n.1, p.157-164, jan./fev., 2002.

VAN REES, H.; HUTSON, G.D. The behaviour of free-ranging cattle on an alpine range in Australia. **Journal of Range Management**, v.36, n.6, p.740-743, 1983.

WELCH, J.C.; SMITH A.M. Forage quality and rumination time in cattle. **Journal Dairy Science**. v.53, n.6, p.797-800, 1970.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N. et al. Hábito de pastejo de vacas lactantes Holandês x Zebu em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.54, n.1, p.175-181, 2007.

## ARTIGO II

### **Conforto térmico de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro**

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 18 de fevereiro de 2013. 84p. **Conforto térmico de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no Cerrado brasileiro**. Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-orientador: Roberto Giolo de Almeida. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

### **RESUMO**

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS, com objetivo de avaliar o conforto térmico animal, por meio do índice de temperatura e umidade (ITU) índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR), em sistemas integrados com capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) e eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) em diferentes densidades. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subsubdivididas, com quatro repetições. Na parcela, os tratamentos principais consistiram em três sistemas integrados (iLPF-1, com 357 árvores/ha e distância entre linhas de árvores de 14 metros e iLPF-2, com 227 árvores/ha e distância entre linhas de árvores de 22 metros e iLP, com algumas árvores nativas remanescentes). Na subparcela, os tratamentos consistiram nas estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e nas subsubparcelas o período do dia (manhã e tarde). As presenças da sombra, proporcionada pelas árvores, obtiveram melhores resultados quanto aos indicadores de estresse térmico animal, quando comparado à condição de pleno sol. O sistema iLPF-1, com maior densidade de árvores, proporcionou melhores condições de conforto térmico animal ao longo do dia, comparado aos demais sistemas de produção avaliados.

**Palavras-Chave:** agrossilvipastoril, carga térmica, ITGU, sombreamento.

## **Thermal confort of Nelore heifers in integrated production systems in Brazilian Cerrado**

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, february 2013. 84p. **Thermal confort of Nellore heifers in integrated production systems in Brazilian Cerrado**. Adviser: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-adviser : Roberto Giolo de Almeida. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

### **ABSTRACT**

The experiment was conducted at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande-MS, with objective of evaluating the thermal comfort temperature and humidity index (THI), black globe temperature and humidity index (BGHI) and the radiant heat load (RHL), in integrated systems with piatã grass (*Brachiaria brizantha*. Piata BRS) and eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*) at different densities. The experimental design was a randomized block in a split plot design scheme with four replications. In the plot, the main treatments consisted of three integrated systems (integrated crop-livestock-forest-1 (ICLF-1), with 357 trees / ha, integrated crop-livestock-forest-2 (ICLF-2), with 227 trees / ha and crop-livestock integration (ICL)). In the split plot treatments consisted in the seasons (autumn, winter, spring and summer) and split plot on the time of day (morning and afternoon). The presence of shade provided by the trees obtained better results as indicators of heat stress animals when compared to the condition of full sun. The ICLF-1 system with higher density of trees provided better conditions for thermal comfort throughout the day compared to other production systems evaluated.

**Keywords:** agrosilvopastoral, , thermal load, BGHI, shading

## INTRODUÇÃO

No mundo atual, é crescente a preocupação sobre as condições ambientais dos sistemas de produção animal, principalmente, no que se diz respeito ao bem-estar animal.

O conforto térmico dos animais, em regime de pastagem, é condição essencial para garantir a boa produtividade dos rebanhos, sendo que, animais expostos a forte radiação solar e, conseqüentemente, a altas temperaturas, entram em estado de estresse térmico, alterando sua frequência respiratória e cardíaca e, principalmente, sua taxa metabólica, ou seja, sua capacidade de transformar em carne, leite ou energia o que ingerem.

Desta forma, têm-se procurado estabelecer condições mais naturais nos sistemas de produção. Dentre os artifícios que podem contribuir para estabelecer o bem-estar e o conforto térmico dos animais de forma natural, destaca-se o sombreamento. Nas regiões tropicais, a simples existência de sombra de árvores pode alterar favorável e significativa o desempenho dos animais por reduzir os níveis elevados de radiação solar (SLEUTJES e LIZIEIRE, 1991; BLACKSHAW e BLACKSHAW, 1994; LEME *et al.*, 2005).

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) são indicados como uma das formas de promover o conforto térmico e aumentar os índices produtivos, pois a presença de árvores na pastagem contribui para melhoria do microclima local, principalmente, pelo sombreamento.

Dias e Souto (2006) ressaltam que os bosques, formados em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, constituem uma importante ferramenta, por contribuírem para atenuar as temperaturas extremas em pastagens, reduzir o impacto de chuvas e ventos, promovendo conforto e servindo de abrigo para os animais, além de trazer melhorias para o solo e meio ambiente.

Objetivou-se avaliar o conforto térmico de novilhas Nelore, por meio do índice de temperatura e umidade (ITU), o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR), em sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta com pastagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) e eucalipto (*Eucalyptus urograndis* H13).

## MATERIAL E MÉTODOS

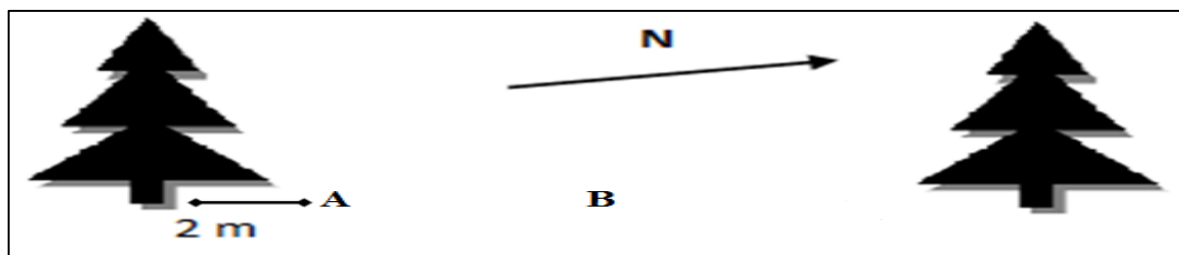
O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, localizada no município de Campo Grande-MS, situada a 20°27' de latitude sul, 54°37' de longitude oeste e 530 m de altitude. O padrão climático da região, de acordo com a classificação de Köppen, encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1.560 mm.

A área experimental de 18 há, consiste de sistemas de integração, estabelecidos em 2008, com pastagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã), sendo os seguintes sistemas avaliados: sistema de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1) com espaçamento entre fileiras simples de árvores de 14 metros e densidade de 357 árvores/ha; sistema de integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) com espaçamento entre fileiras simples de árvores de 22 metros e densidade de 227 árvores/ha; e sistema de integração lavoura-pecuária (iLP), testemunha, com apenas algumas árvores nativas remanescentes. O componente arbóreo dos sistemas iLPF-1 e iLPF-2 foram árvores de eucalipto (*Eucalyptus urograndis* H13), com espaçamento de 2 m entre árvores, e que apresentavam altura média inicial e final do período experimental de 16m e 20m, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas, subdivididas com quatro repetições. Na parcela, os tratamentos consistiram em três sistemas de integração (iLPF1), com 357 árvores/ha e distância entre linhas de árvores de 14 metros, iLPF2, com 227 árvores/ha e distância entre linhas de árvores de 22 metros; e iLP com algumas árvores nativas remanescentes). Na subparcela, os tratamentos consistiram nas estações do ano (outono, inverno primavera e verão) e na subsubparcela, ao período do dia (manhã e tarde).

Equipamentos para monitoramento dos principais parâmetros microclimáticos (temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro e velocidade do vento) foram instalados nos piquetes a fim de melhor caracterizar as condições térmicas do ambiente produtivo de cada sistema, durante quatro dias consecutivos nos meses de agosto (inverno), outubro e dezembro de 2011 e abril de 2012,

A mensuração das variáveis foi realizada em um transecto perpendicular às fileiras de árvores. Em cada transecto foram delimitados dois pontos (A e B), onde A estava a 2 m do da fileira de árvores e B entre as fileiras de árvores nos sistemas iLPF-1 e iLPF2 (Figura 1), e um ponto central no iLP.



**Figura 1.** Esquema dos pontos amostrais (A e B).

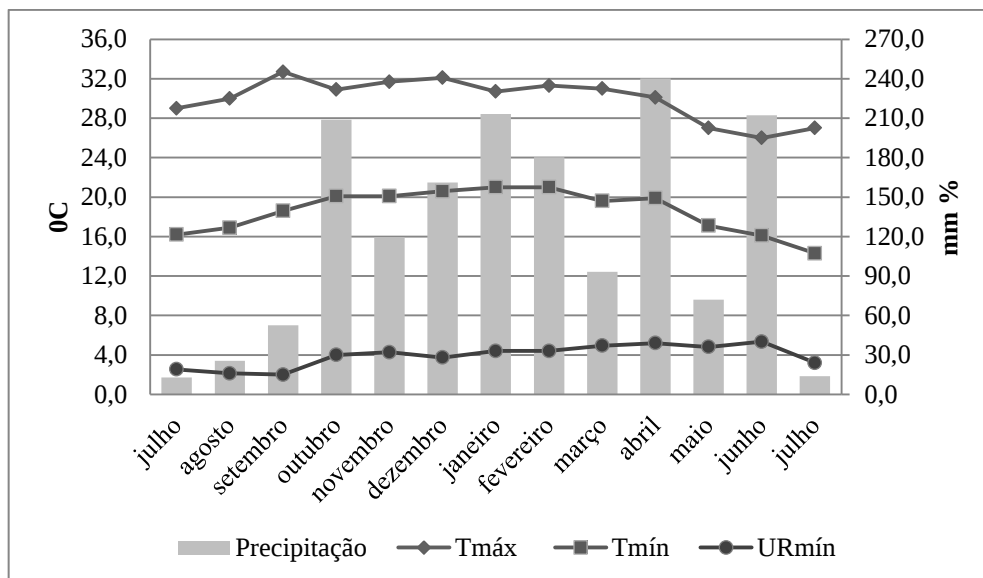
Temperaturas de bulbo seco foram mensuradas com termômetro digital tipo *data logger* (modelo Perceptec 1020), programados para registro de temperatura e umidade em intervalos de duas horas e as temperaturas de bulbo úmido foram medidas por um termohigrômetro de bulbo seco e úmido. A mensuração das temperaturas de globo negro foram obtidas por termômetro adaptado, segundo modelo proposto por Souza et al. (2002). A velocidade do vento por meio de um anemômetro portátil durante 3 minutos, obtendo-se a velocidade máxima e mínima do período, medida a uma altura de 1,5 metros da superfície do solo. Os horários de registro das variáveis foram as 07h00min, 09h00min e 11h00min, correspondentes ao período da manhã e 13h00min, 15h00min e 17h00mn correspondentes ao período da tarde.

A partir da média dos dados microclimáticos de cada sistema, nas quatro estações do ano, foram calculados índices comumente utilizados para avaliar as condições de conforto térmico animal.

Para o cálculo do índice de temperatura de globo e umidade, utilizou-se o modelo proposto por Buffington et al. (1981) e a carga térmica radiante baseado em Esmay (1978).

A disposição da sombra nos sistemas iLPF-1 e iLPF-2 foi mensurada durante quatro dias consecutivos, para cada estação do ano, a partir da medição entre duas linhas de árvores das áreas sombreadas e com sol, as 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00h.

Os dados meteorológicos do entorno dos sistemas agrossilvipastoris foram coletados, diariamente, por meio de uma estação meteorológica (A702 – INMET), distante cerca de 3 km da área experimental (Figura 2).



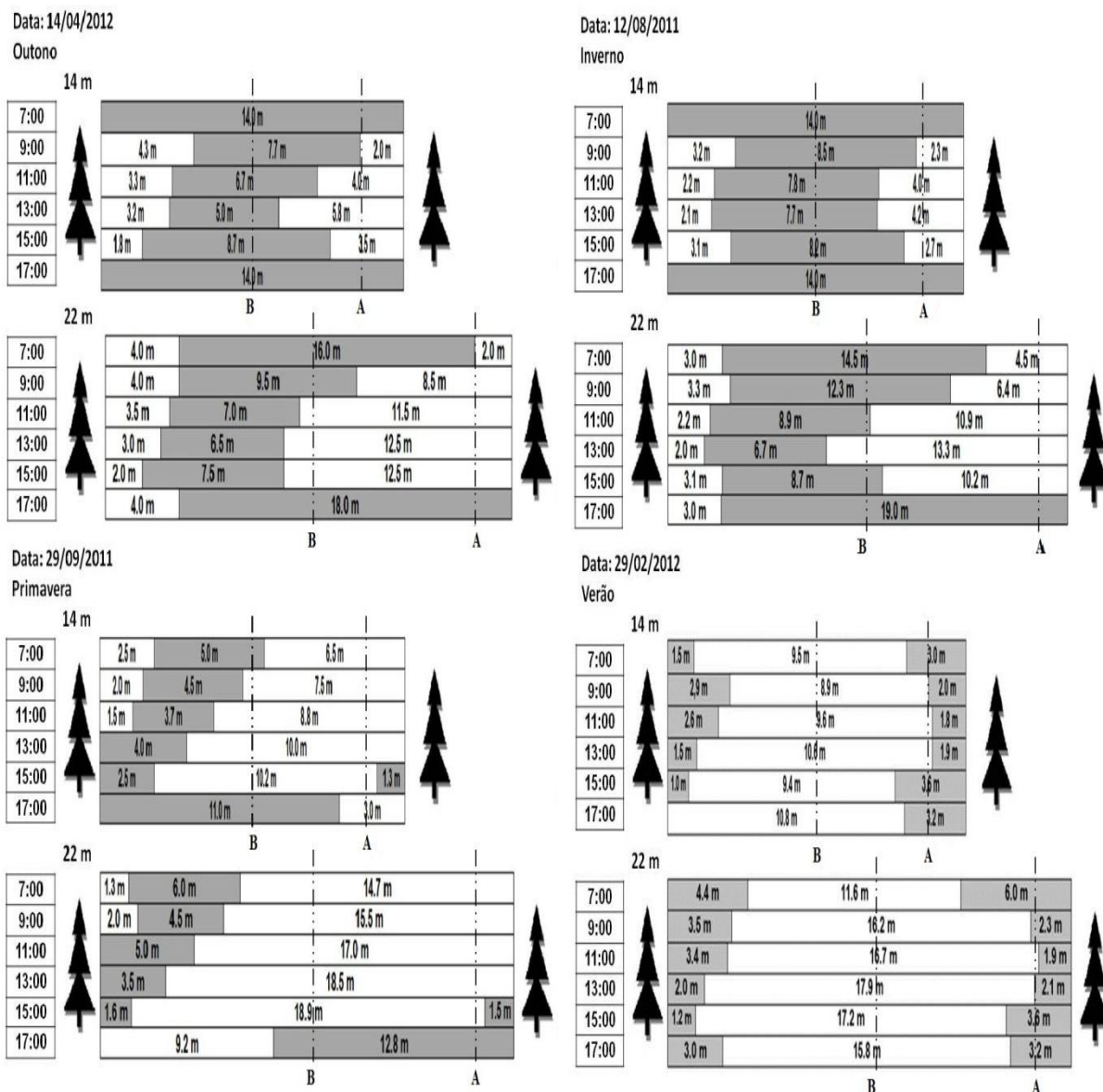
**Figura 2.** Variáveis climatológicas, temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín) e Umidade relativa mínima (URmín) do entorno da área experimental, com dados de julho de 2011 a julho de 2012.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de probabilidade de 5%, por meio do aplicativo estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O deslocamento da sombra ao longo do dia, nos sistemas com árvores de eucalipto, encontra-se ilustrado na Figura 3.

Pode-se observar que no outono e no inverno os piquetes apresentavam maior área sombreada, sendo a maior concentração de sombra nas regiões centrais das entrelinhas das árvores. Na primavera e verão, verificou-se menor sombreamento dos piquetes, com concentração de luz nas entrelinhas do piquete e sombras mais próximas às fileiras de árvores.



**Figura 3.** Distribuição do sombreamento (em cinza) nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1, com 14 metros entre fileiras de árvores) e integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2, com 22 metros entre fileiras de árvores) ocasionados pelo deslocamento solar no intervalo das 07:00 as 17:00h.

Nos sistemas iLPF-1, iLPF-2 e iLP, os valores de temperatura máxima e temperatura mínima de bulbo seco ( $T_{bs}$ ), bulbo úmido ( $T_{bu}$ ) e globo negro ( $T_{gn}$ ), e a velocidade do vento ( $V_v$ ) média nas estações do ano (outono, inverno, primavera e verão), encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Temperatura de bulbo seco (Tbs), bulbo úmido (Tbu), globo negro (Tgn), e velocidade do vento (Vv) média, nos sistemas de integração iLPF-1, iLPF-2 e iLP, nas estações do ano, outono, inverno, primavera e verão, em Campo Grande - MS.

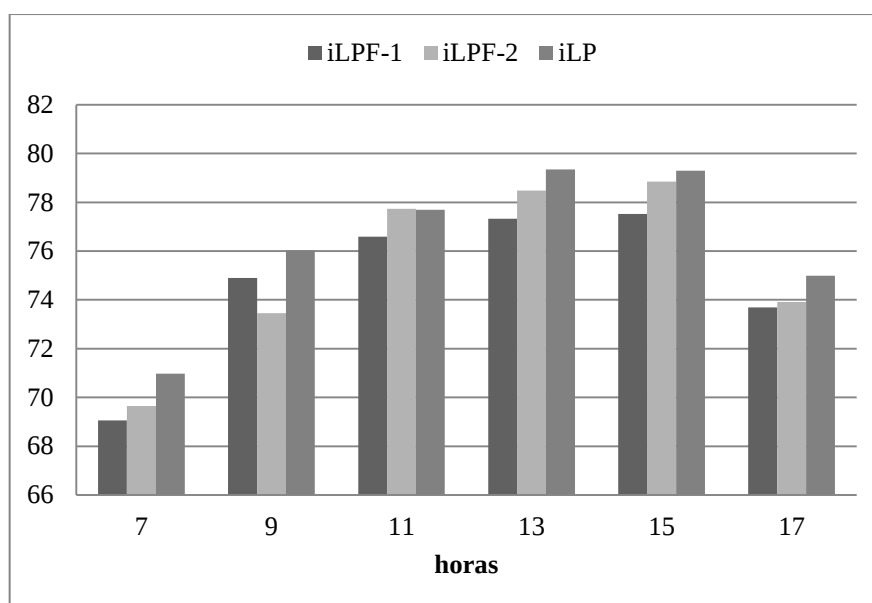
| Sistema | Estação   | Tbs (°C) |       | Tbu (°C) |       | Tgn (°C) |       | Vv (m/s) |
|---------|-----------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
|         |           | Máx      | Mín   | Máx      | Mín   | Máx      | Mín   |          |
| iLPF-1  | Outono    | 25,80    | 18,76 | 21,40    | 17,75 | 30,60    | 18,44 | 3,30     |
|         | Inverno   | 35,80    | 26,63 | 22,40    | 16,50 | 38,20    | 24,88 | 2,09     |
|         | Primavera | 26,25    | 20,45 | 20,63    | 17,88 | 29,73    | 23,05 | 3,30     |
|         | Verão     | 36,50    | 23,06 | 23,10    | 20,06 | 39,30    | 25,13 | 1,50     |
|         | Média     | 26,66    |       | 19,97    |       | 28,67    |       | 2,55     |
| iLPF-2  | Outono    | 27,30    | 19,04 | 26,40    | 19,25 | 31,60    | 18,80 | 1,80     |
|         | Inverno   | 35,30    | 26,06 | 22,10    | 17,56 | 40,70    | 23,74 | 1,66     |
|         | Primavera | 26,40    | 20,75 | 20,90    | 16,88 | 30,20    | 23,24 | 2,80     |
|         | Verão     | 38,00    | 22,91 | 24,60    | 22,41 | 39,30    | 24,01 | 1,70     |
|         | Média     | 26,97    |       | 21,27    |       | 28,95    |       | 1,99     |
| iLP     | Outono    | 26,80    | 19,65 | 22,50    | 18,00 | 33,50    | 19,93 | 5,10     |
|         | Inverno   | 35,80    | 25,25 | 23,00    | 20,00 | 41,30    | 29,00 | 2,45     |
|         | Primavera | 27,40    | 22,63 | 22,00    | 20,63 | 30,60    | 24,38 | 4,20     |
|         | Verão     | 37,90    | 24,23 | 26,00    | 21,03 | 45,20    | 27,90 | 2,50     |
|         | Média     | 27,46    |       | 21,65    |       | 31,48    |       | 3,56     |

A Tbs máxima registrada foi de 38,00 °C no verão, no sistema iLPF-2. No iLP a temperatura máxima registrada foi de 37,90 °C, próxima a encontrada no iLPF-2, no verão. Na mesma estação e sistema (iLP no verão), foi observado a maior temperatura de globo negro e de bulbo úmido registrada no período experimental (45,20° e 26°C, respectivamente). Apesar de a maior Tbs ser observada no iLPF-2 no verão, a Tgn foi 13,05% mais baixa que a do iLP no verão. Tal variação pode estar associada ao componente arbóreo que reduz a radiação direta no sistema e utiliza a mesma para a fotossíntese, absorvendo parte da radiação que poderia ser utilizada para o aquecimento do ar. De acordo com Kelly e Bond (1971), a Tgn pode fornecer informações de efeitos combinados de temperatura do ar, radiação e velocidade do vento. A Tgn foi regular nos sistemas com árvores de eucalipto e crítica em alguns momentos do dia de acordo com a classificação dada por Ferreira *et al.* (2006), que considera que Tgn a 23°C indica condições de conforto térmico e, de 44°C, condições severas de estresse por calor. A maior velocidade do vento foi registrada no outono, no sistema iLP.

Baêta e Souza (1997) consideram como melhores condições climáticas para bovinos, temperaturas entre 10 e 27°C, umidade relativa do ar entre 60 e 70% e velocidade do vento de 1,38 a 2,22 m/s. De acordo com Silva (2008), a temperatura crítica superior (TCS) para os zebuínos encontra-se acima de 35°C. Em todos os sistemas foram observadas temperaturas acima de 35°C, nas estações inverno e verão. Os valores médios encontrados nos sistemas

para Tbu foram superiores ao indicado por Ferreira *et al.* (2006) que afirmam condição de conforto térmico em Tbu de 18°C. Porém, nenhum valor registrado ultrapassou 36°C, considerada condição de calor severo para bovinos. O vento auxilia o animal a perder calor corporal por convecção. As Vv encontradas apresentam-se, em sua maioria, acima do intervalo proposto por Baeta e Souza (1997) para condição de conforto animal. As árvores, funcionam como barreiras nos sistemas de iLPF. Associada a tal característica, nota-se um decréscimo na Vv média à medida que aumenta-se a densidade arbórea.

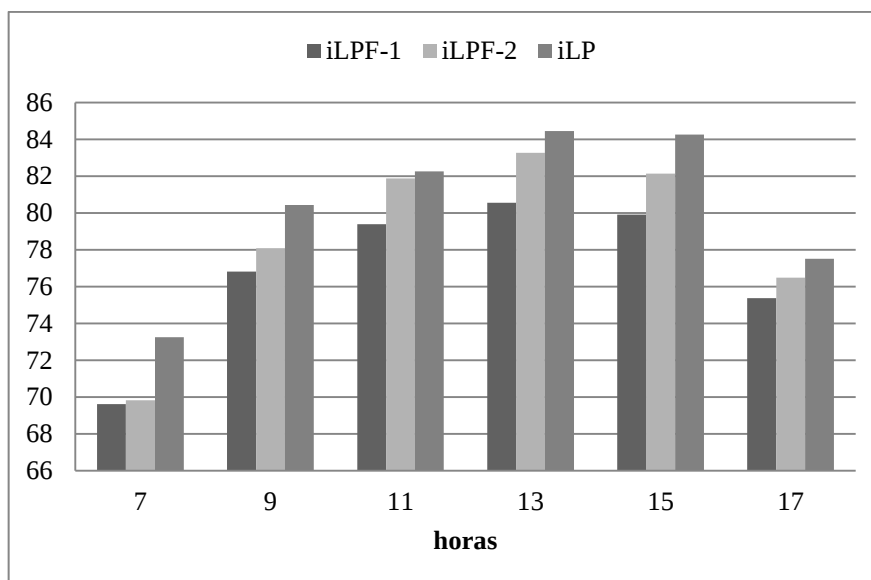
Na Figura 4 pode-se observar a variação do índice de temperatura e umidade (ITU) ao longo do dia nos sistemas avaliados, iLPF-1, iLPF-2 e iLP.



**Figura 4.** Índice de temperatura e umidade (ITU), nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP) no intervalo das 7:00 as 17:00h.

O sistema com menor valor médio de ITU ao longo do dia foi o iLPF-1, valores intermediários foram encontrados no iLPF-2. O iLP obteve as maiores médias de ITU, em todos os horários observados. O horário que proporcionou maior condição de estresse por calor foi às 13:00h com média de 77,32; 78,49 e 79,35 e, os menores valores, encontrados no início da manhã, 69,06; 69,65 e 70,97 para iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente.

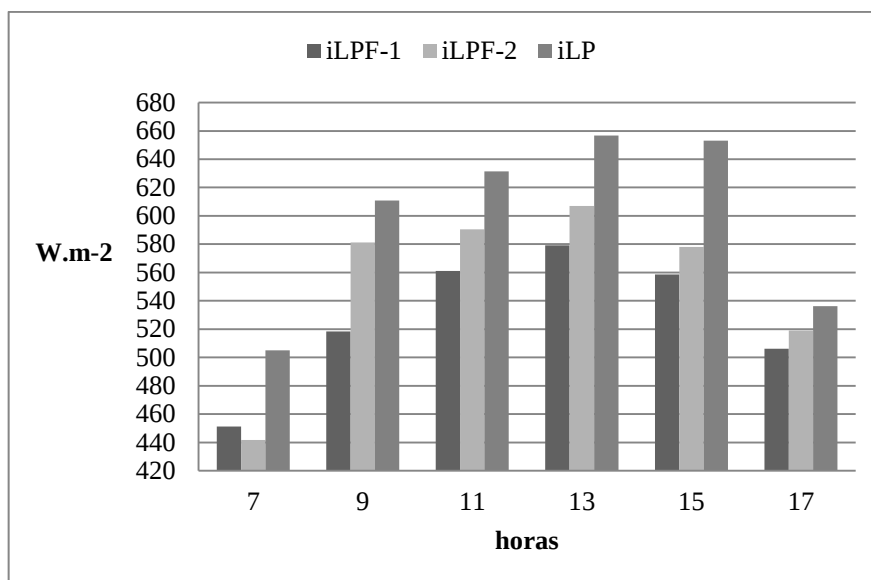
Na Figura 5 encontra-se a variação do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) ao longo do dia nos sistemas avaliados, iLPF-1, iLPF-2 e iLP.



**Figura 5.** Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP) no intervalo das 7:00 as 17:00h.

Para o ITGU, o sistema com menor valor ao longo do dia foi o iLPF-1, valores intermediários de ITGU também foram encontrados no iLPF-2. No iLP observou-se as maiores médias de ITGU, em todos os horários observados. O horário que proporcionou maior condição de estresse por calor foi às 13h00min com média de 80,56; 82,27 e 84,45 e os menores valores foram encontrados no início da manhã, 69,63; 69,83 e 73,26 para iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente. Horários com maiores e menores valores de ITGU foram iguais aos observados para o ITU.

A variação da carga térmica radiante (CTR) ao longo do dia nos sistemas avaliados, iLPF-1, iLPF-2 e iLP, encontra-se ilustrada na Figura 6.



**Figura 6.** Carga térmica radiante (CTR), nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP) no intervalo das 7:00 as 17:00h.

O sistema com menor valor de CTR ao longo do dia foi observado no iLPF-1, valores intermediários de CTR foram encontrados no iLPF-2. No iLP observou-se as maiores médias de CTR, em todos os horários observados, comparado aos demais sistemas. O horário que proporcionou maior condição de calor foi às 13h00min, com média de 579,28; 606,91 e 656,82 W.m<sup>-2</sup> e os menores valores, encontrados no início da manhã, 451,22; 441,75 e 505,13 W.m<sup>-2</sup> para iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente.

Em todos os índices de conforto, para avaliar as condições térmicas dos sistemas, foram observados aumentos nos valores até as 13h00min. A partir desse horário, os valores começaram a reduzir até o final da tarde, em todos os sistemas. Resultados semelhantes foram encontrados por Kawabata *et al.* (2005), com aumento de ITGU até as 12h, avaliando bezerreiros individuais com diferentes coberturas.

Foram observadas diferenças significativas no ITU entre os sistemas de produção (Tabela 2). O menor valor de ITU encontrado foi no sistema com maior densidade arbórea, o iLPF-1 (74,85) e o maior valor, no iLP (76,38). O sistema iLPF-2 não apresentou diferença entre os sistemas iLPF-1 e iLP. De acordo com Armstrong (1994), a classificação do estresse térmico baseado no ITU é dada como brandos (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). Assim, os valores de ITU encontrados nos sistemas foram caracterizados como brando. À medida que aumenta a densidade arbórea observa-se como resposta redução no valor de ITU nos sistemas de integração.

Houve efeito de sistema para o índice de temperatura de globo e umidade - ITGU (Tabela 2). O iLP apresentou valor de ITGU (80,35) superior aos sistemas iLPF-1 (76,95) e iLPF-2 (78,61). Valores de ITGU para o ambiente foram classificados pelo National Weather Service-USA, citado por Baêta (1985) em: situação de conforto (até 74), de alerta (74 a 79), de perigo (79 a 84) e emergência (acima de 84). Baseado nos valores encontrados de ITGU os sistemas iLPF-1 e iLPF-2 podem ser caracterizados em condição de alerta, e no iLP, situação de emergência. A condição térmica amenizada no iLPF-1 e iLPF-2 pode ser explicada pela presença de maior densidade arbórea, que reduz a incidência de radiação solar dentro do sistema.

**Tabela 2.** Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), em função do sistema de produção, em Campo Grande - MS.

| Sistema            | ITU      | ITGU    |
|--------------------|----------|---------|
| iLPF-1             | 74,85 b  | 76,95 b |
| iLPF-2             | 75,35 ab | 78,61 b |
| iLP                | 76,38 a  | 80,35 a |
| CV(%) <sup>1</sup> | 2,04     | 2,77    |

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação

Diferenças significativas foram encontradas para ITU e ITGU, em função das estações do ano (Tabela 3).

Valores altos de ITU foram observados no inverno e verão. O que se espera é valores maiores de ITU para o verão, comparado ao inverno, porém, ao se observar a temperatura média no verão e no inverno (Tabela 1), nota-se que os maiores valores são encontrados para essas duas estações. Como a Tbs faz parte da composição da fórmula do ITU, tais valores tendem também a ser próximos, 78,00 para o inverno e 79,46 para o verão. Os menores valores de ITU foram encontrados no outono e primavera. Caracterizando as estações de acordo com o estresse térmico, inverno, primavera e outono foram classificados como brando enquanto o verão o estresse térmico é moderado.

Os mesmos resultados foram encontrados para o ITGU, superior no inverno e verão e inferior no outono e primavera. As estações foram classificadas em situação de alerta para o outono e primavera e de perigo para inverno e verão.

**Tabela 3.** Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), em função da estação do ano, em Campo Grande - MS.

| Estação do ano     | ITU     | ITGU    |
|--------------------|---------|---------|
| Outono             | 72,41 b | 75,50 b |
| Inverno            | 78,00 a | 80,56 a |
| Primavera          | 72,25 b | 75,09 b |
| Verão              | 79,46 a | 83,39 a |
| CV(%) <sup>1</sup> | 4,5     | 5,41    |

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação

Os índices ITU, ITGU e CTR, apresentaram variação em função do período do dia (Tabela 4). Todos os índices apresentaram maiores valores no período da tarde, observando-se valores menores no período da manhã. A condição ambiental do período da manhã para o ITU foi considerada branda e para o ITGU em situação de alerta. Os maiores valores encontrados para esses índices no período da tarde se devem ao fato de que as temperaturas máximas registradas foram entre as 12h00min e 15h00min. Houve um incremento de 3,95; 4,48 e 6,11% no ITU, ITGU e CTR no período da tarde, comparado ao período da manhã. Valores superiores de ITGU no período da tarde também foram encontrados por Navarini *et al.* (2009).

**Tabela 4.** Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) ( $\text{W.m}^{-2}$ ), de acordo com o período do dia.

| Período do dia | ITU     | ITGU    | CTR ( $\text{W.m}^{-2}$ ) |
|----------------|---------|---------|---------------------------|
| Manhã          | 74,01 b | 76,84 b | 539,46 b                  |
| Tarde          | 77,05 a | 80,44 a | 574,57 a                  |
| CV             | 2,52    | 2,84    | 5,86                      |

Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação

Observou-se efeito (Tabela 5) da interação sistemas x estações do ano para carga térmica radiante (CTR).

Em se tratando de sistemas, não foram observadas diferenças significativas para CTR entre as estações do ano nos sistemas iLPF-1 e iLPF-2, com média de 526,72 e 549,08  $\text{W.m}^{-2}$ ,

respectivamente. O menor valor encontrado para CTR no iLP foi na primavera (549,15 W.m<sup>-2</sup>), e os maiores valores atribuídos às estações de outono e verão, com 583,6 e 643,93 W.m<sup>-2</sup>, respectivamente. A estação inverno, no sistema iLP, não diferiu dos demais sistemas (604,31 W.m<sup>-2</sup>).

Não foram observadas diferenças entre os sistemas nas estações de outono e primavera. Os menores valores encontrados para CTR foram observados no inverno e verão no sistema iLPF-1, comparado ao iLP. Para o sistema iLPF-2 não foram observadas diferenças em relação ao iLPF-1 e iLP. Os resultados demonstram uma tendência de redução e com menor variação na CTR ao longo das estações, à medida que se aumenta a densidade arbórea. A presença de árvores fornece ao ambiente de produção um microclima mais favorável ao componente animal. Resultados semelhantes foram encontrados por Baccari Jr. (2001), observando redução de 30 a 50% na carga de calor sobre os animais quando fornecida condição de sombreamento.

**Tabela 5.** Carga térmica radiante (CTR) (W.m<sup>-2</sup>) de acordo com o sistema e estação do ano.

| Sistemas | CTR (W.m <sup>-2</sup> ) |            |           |            |
|----------|--------------------------|------------|-----------|------------|
|          | Outono                   | Inverno    | Primavera | Verão      |
| iLPF-1   | 513,76 Aa                | 525,38 Ab  | 529,01 Aa | 538,73 Ab  |
| iLPF-2   | 518,16 Aa                | 554,95 Aab | 538,16 Aa | 585,03 Aab |
| iLP      | 583,6 Aba                | 604,31 ABa | 549,15 Ba | 643,93 Aa  |

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Navarini *et al.* (2009), avaliando o conforto térmico em condições de pleno sol e em sistemas com árvores, encontraram menores valores de ITGU e CTR em condições de pequenos bosques, semelhante ao encontrado nesse estudo. A CTR torna-se um dos principais componentes no estudo do balanço energético com a finalidade de avaliar o meio ambiente (SILVA *et al.*, 1990).

## CONCLUSÕES

A presença do componente arbóreo nos sistemas de produção de bovinos proporciona melhores resultados quanto aos indicadores de estresse térmico, em decorrência das condições de sombreamento aos animais.

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com maior densidade de árvores demonstrou ser o melhor para criação de bovinos em regime de pastagem, por proporcionar melhores resultados quanto aos indicadores de conforto térmico animal.

## REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**. v.77, p.2044-2050, 1994.

BACCARI JR., F. 2001. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Ed. UEL, 2001, 142 p.

BAÊTA, F.C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. 1985. 218 f. Thesis (Ph.D.) - University of Missouri, Columbia, 1985.

BAETA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.

BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.34, p.285-295, 1994.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. 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.

DIAS, P.F., SOUTO, S.M. Análise de fatores aplicada na avaliação da influência de leguminosas arbóreas, nas características químicas de solo sob pastagem. **Revista Universidade Rural**. v.26, n.1: p.24-32, 2006.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: AVI, 1978. 358 p. (Environmental engineering in agriculture and food series).

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 66p.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.1-9, 2006.

KAWABATA, C.Y.R.C.; CASTRO, E.H.; SAVASTANO JUNIOR. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3 p.598-607, 2005.

KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurement. In: NATIONAL ACADEMIC OF SCIENCES (Ed.). **A guide to environmental research on animals**. Washington: National Academic of Sciences, 1971. p.71-92.

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M. de F.A.; VERNEQUE, R. da S. et al. 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.

NAVARINI, F.C.; KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T. et al. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.508-517, 2009.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental**: os animais e seu ambiente. Jaboticabal: Funep, 2008, 393 p.

SILVA, I.J.; GHELFI FILHO, O.K.; CONSIGLERO, F.R.. Materiais de cobertura para instalações animais; **Engenharia Rural**, v.1, n.1, p.51-60. 1990.

SLEUTJES, M.A.; LIZIEIRE R.S. Conforto térmico do gado leiteiro. IN: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS, **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1991, 10 p.

SOUZA, C.F.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C; FERREIRA, W.P.M.; SILVA, R.S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.1, p.157-164, 2002.

### ARTIGO III

#### **Desempenho de novilhas Nelore, características estruturais e nutricionais do capim-piatã, em sistemas integrados de produção**

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, fevereiro de 2013. 84p. **Desempenho de novilhas Nelore, características estruturais e nutricionais do capim-piatã, em sistemas integrados de produção.** Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-orientador: Roberto Giolo de Almeida. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)

#### **RESUMO**

Objetivou-se estimar a produção, valor nutritivo e capacidade suporte de pastos de capim-piatã e o desempenho de bezerras Nelore em pastejo em sistemas integrados de produção, com duas densidades de árvores. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS. Adotou-se delineamento em blocos casualizados, com os tratamentos em esquema de parcelas subsubdivididas, com duas repetições. Os tratamentos da parcela corresponderam a um fatorial 3x2, sendo três sistemas de integração (integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), com 357 árvores/ha, integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2), com 227 árvores/ha e integração lavoura-pecuária (iLP)) e duas alturas de pastejo (baixo e alto), os da subparcela as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão, e os da subsubparcela ao local de amostragem (linha e entrelinha). As estações que apresentaram maior porcentagem de área sombreada nos sistemas foram o outono e o inverno. Maior porcentagem de lâmina foliar foi encontrado no sistema de iLPF-1 na altura de pastejo baixo, superior também no verão, comparadas as demais estações. A disponibilidade de matéria seca do capim-piatã foi maior no outono e no sistema iLP. Maior produção foi encontrada também na entrelinha das árvores e na maior altura de pastejo. Maior teor de proteína bruta da lâmina foliar foi encontrado no sistema de iLPF-1. A primavera apresentou-se como a estação com menor valor nutritivo. O ganho médio diário dos animais foi superior no iLPF-1 e nas estações verão e outono, já o ganho por área e a taxa de lotação foi maior no iLP no outono. Os pastos mais baixos apresentaram maior ganho por área e maior taxa de lotação.

**Palavras-Chave:** agrossilvipastoril, pastejo, sombreamento.

**Perfomance of Nellore heifers, structural and nutritional characteristics of piatã grass,  
in integrated production systems**

OLIVEIRA, Caroline Carvalho de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, february 2010. 84p. **Performance of Nellore heifers, structural and nutritional characteristics of piatã grass in integrated production systems**. Adviser: Severino Delmar Junqueira Villela. Co-adviser: Roberto Giolo de Almeida. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

**ABSTRACT**

This study aimed to estimate yield, nutritive value and support capacity of pastures of piatã grass and performance of Nelore heifers grazing in integrated production systems, with two densities of trees. The experiment was conducted at Embrapa Beef Cattle, Campo Grande-MS. Adopted was randomized block design in a split plot with two replications. The plot treatments corresponded to a 3x2 factorial, with three integrated systems (integrated crop-livestock-forest-1 (ICLF-1), with 357 trees / ha, integrated crop-livestock-forest-2 (ICLF-2), with 227 trees / ha and crop-livestock integration (ICL)) and two grazing heights (low and high), the split plot of the seasons (fall, winter, spring and summer, and the eplit pilot the place of sampling (line and spacing). The stations that presented higher percentage of shaded area systems were the fall and winter. Higher percentage of leaf blade was found in the system ICLF-1 in low grazing height, also higher in summer compared to other seasons. The availability of dry matter of Piatã grass was higher in autumn and ICL system. Increased production was also found between rows of trees and larger grazing height. Higher crude protein content of the leaf blade was found in the system ICLF-1. Spring has presented itself as the station with lower nutritional value. The average daily gain of the animals was higher in ICLF-1 and in the summer and fall seasons, already gains per area and stocking rate was higher in the ICL in the fall. The low pastures had higher gain per area and higher stocking rate.

**Keywords:** agrosilvopastoral , grazing, shadowing

## INTRODUÇÃO

É natural que a produção animal no Brasil predomine no sistema a pasto, considerando a vastidão territorial e o clima tropical. Nos últimos anos, tem-se dado mais atenção e importância às áreas de pastagem, principalmente às gramíneas tropicais, para o desenvolvimento da pecuária de corte brasileira, pois a maior parte das pastagens já se encontra em algum estágio de degradação. Tal processo de degradação acarreta, diretamente, a redução da produtividade e da capacidade suporte do pasto (DIAS-FILHO, 2006), sendo um dos principais problemas da baixa sustentabilidade da pecuária brasileira (KLUTHCOUSKI e AIDAR, 2003).

MACEDO (2009) reporta que, a exploração racional e ambientalmente correta, tem sido introduzida cada vez mais na sociedade. A intensificação dos sistemas de produção tem-se tornado uma alternativa sustentável, com intuito de recuperar áreas degradadas e reduzir o desflorestamento para estabelecimento de novas pastagens. De acordo com Paciullo *et al.* (2007), os sistemas agrossilvipastoris que integram numa mesma área, árvores, componente agrícola, pastagens e animais, trazem benefícios pela ciclagem de nutrientes, conservação do solo, conforto térmico aos animais e diversificação da renda da propriedade.

As gramíneas forrageiras implantadas nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) devem apresentar tolerância ao sombreamento (PORFÍRIO-DA-SILVA e MORAES, 2010). O sucesso na produção de forragem em iLPF, depende da interação entre a densidade arbórea com crescimento e qualidade do pasto em áreas sombreadas (BARRO *et al.*, 2008). A maneira como os animais utilizam a forragem é essencial para o entendimento da relação planta:animal, tornando importante o conhecimento da estrutura do dossel para determinar qual a melhor estratégia de manejo para elevar a produtividade do sistema. De acordo com Hodgson e da Silva (2002), as estratégias de manejo do pastejo devem ser utilizadas de forma a gerar condição de estrutura do dossel que favoreça respostas positivas em relação ao acúmulo de forragem e desempenho animal. Ainda são escassos os estudos com *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, principalmente sob condições de sombreamento natural, como também a resposta animal.

Objetivou-se com este estudo estimar a produção e valor nutritivo de pastos de capim-piatã e o desempenho produtivo de novilhas Nelore em sistemas de integração, com três densidades de árvores.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande - MS (Latitude 20°27' Sul; Longitude 54°37' Oeste; Altitude de 530 m). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido com precipitação média anual de 1.560 mm, e a época seca compreende os meses de maio a setembro, com cerca de 20 a 30% da precipitação anual.

A área experimental, de 18 ha, consistiu de sistemas de integração implantados em 2008, em Latossolo Vermelho Distrófico sendo caracterizado por textura argilosa, pH ácido, baixa saturação por bases e alta concentração de alumínio como estratégia de recuperação de pastagens, por meio do cultivo de soja seguido do estabelecimento do capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã).

O delineamento utilizado para avaliação do componente forrageiro foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com duas repetições. Na parcela, os tratamentos corresponderam a um fatorial 3x2, com três sistemas (iLPF-1, iLPF-2 e iLP) e duas alturas de da pastagem (baixo e alto). Na subparcela, os tratamentos secundários consistiram nas estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e na subsubparcela aos locais de amostram (linha e entrelinha) e para avaliação do desempenho animal, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas.

Em agosto-setembro de 2008, foi efetuada calagem e gessagem, na base de 3,0 e 1,0 t/ha, respectivamente, em área total. Em setembro-outubro de 2008, esta área sofreu dessecação com herbicidas e foi preparada com subsolagem e duas gradagens pesadas. No primeiro decêndio de novembro de 2008, foi realizada adubação a lanço, em área total, com 300 kg/ha da fórmula 05:25:15, e posterior gradagem niveladora. A semeadura da soja foi realizada no terceiro decêndio de novembro de 2008, utilizando-se a cultivar BRS 255 RR, com espaçamento entrelinhas de 0,45 m e uma densidade de semeadura de 30 sementes/m, deixando-se ruas de 2,0 m de largura em espaçamentos pré-determinados, para inclusão de mudas de eucalipto nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.

Em janeiro de 2009, mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis* - clone H13), foram transplantadas no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta 1 (iLPF-1) e integração lavoura-pecuária-floresta 2 (iLPF-2), em fileira simples com densidade arbórea de 357 árvores/ha e 227 árvores/ha, e distância entre linhas de árvores de 14 m e 22 m e entre árvores de 2 m, respectivamente. O sistema integração lavoura-pecuária (iLP) foi implantado como testemunha, com algumas árvores nativas remanescentes (5 árvores/ha).

As mudas de eucalipto foram transplantadas com alinhamento seguindo as curvas de nível do terreno. No segundo decêndio de abril, foi realizada semeadura simultânea do sorgo grânífero cv. BRS 310 com capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã). As taxas de semeadura e espaçamentos das gramíneas foram realizadas de acordo com recomendações de Gontijo Neto *et al.* (2006). A área experimental foi dividida em 12 piquetes com 1,1 a 1,3 ha, além de uma área reserva constituída com capim-piatã ,para manutenção dos animais reguladores utilizados para ajuste das alturas de pastejo.

No período antecedente ao início do pastejo, os pastos foram mantidos sob cortes para fenação até que as árvores de eucalipto atingissem diâmetro a altura do peito (DAP), maior que 60 mm, a fim de evitar possíveis danos causados pela inclusão componente animal. A análise química de amostras de solo de 2010, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, apresentou médias de teores de P (Mehlich-1) de 2,90 mg/dm<sup>3</sup>; K de 61,44 mg/dm<sup>3</sup>; Ca de 2,11 cmolc/dm<sup>3</sup>, Mg de 1,44 cmolc/dm<sup>3</sup>; matéria orgânica de 45,70 g/kg e saturação por bases de 46,35%.

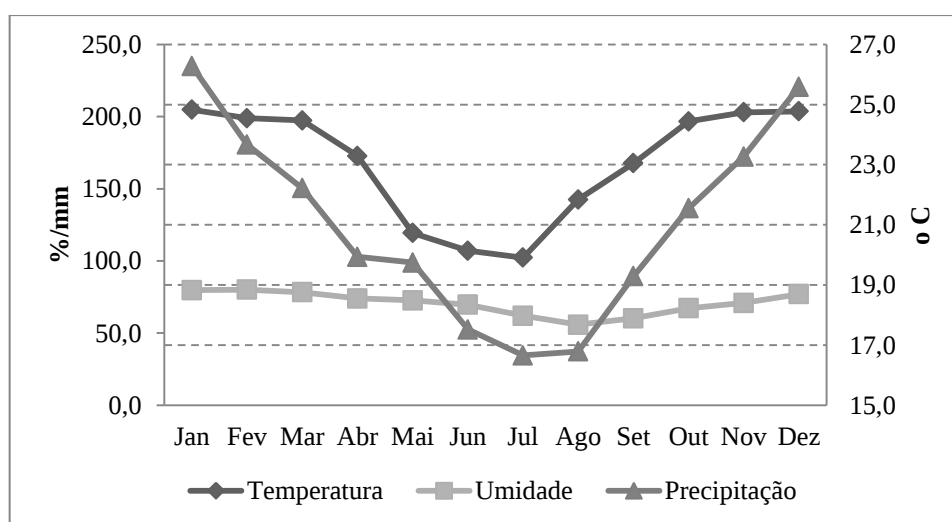
Em cada arranjo de árvore foram avaliadas duas alturas de pastejo, baixo e outra alta, com média de 26,99 ±4,63 cm e 38,68±5,81 cm, respectivamente, de julho de 2011 a junho de 2012. O método de pastejo adotado foi o contínuo com taxa de lotação variável, utilizando novilhas Nelore desmamadas, com peso vivo inicial de 150 kg. Para cada piquete, foram utilizados dois animais testes, sendo adicionados animais reguladores com peso semelhante para manutenção das alturas do dossel pré-determinadas. Os animais receberam água e suplemento mineral completo *ad libitum*, e manejo sanitário conforme recomendado pela Embrapa Gado de Corte.

A disposição da sombra nos sistemas iLPF-1 e iLPF-2 foi avaliada durante quatro dias consecutivos, para cada estação do ano, a partir da mensuração da área sombreada entre duas fileiras de árvores, nos horários de 07:00, 09:00, 11:00,13:00,15:00 e 17:00h.

Os dados meteorológicos do entorno dos sistemas agrossilvipastoris foram coletados, diariamente, por meio de uma estação meteorológica (A702 – INMET), distante cerca de 3 km da área experimental (Tabela 1), assim como as normais climatológicas (Figura 1). As árvores apresentavam em média 15,16 m em agosto de 2011 e 18,00 m em julho de 2012, sendo que, em julho de 2011, foi realizada desrama das árvores de eucalipto, até altura de 4,0 m.

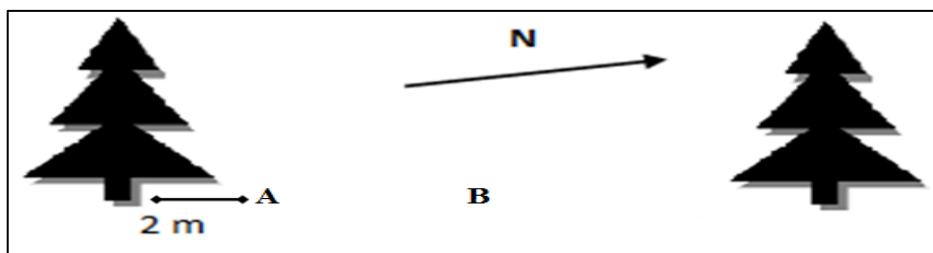
**Tabela 1.** Valores médios de temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmín), umidade relativa do ar mínima (URmín), velocidade do vento (Vv) e precipitação, em 2011 e 2012.

| Mês       | Ano 2011  |           |           |                   | Ano 2012  |           |           |                   |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
|           | Tmáx (°C) | Tmín (°C) | Urmín (%) | Precipitação (mm) | Tmáx (°C) | Tmín (°C) | Urmín (%) | Precipitação (mm) |
| Janeiro   | 30,6      | 21,3      | 45        | 267,0             | 30,7      | 21,0      | 33        | 213,3             |
| Fevereiro | 30,2      | 21,2      | 58        | 361,9             | 31,3      | 21,0      | 33        | 180,4             |
| Março     | 29,1      | 20,6      | 55        | 434,7             | 31,0      | 19,6      | 37        | 93,3              |
| Abril     | 30,1      | 19,2      | 36        | 152,0             | 30,1      | 19,9      | 39        | 240,3             |
| Maio      | 27,8      | 16,2      | 32        | 5,9               | 27,0      | 17,1      | 36        | 71,9              |
| Junho     | 27,2      | 14,8      | 30        | 34,8              | 26,0      | 16,1      | 40        | 212,2             |
| Julho     | 29,0      | 16,2      | 19        | 12,9              | 27,0      | 14,3      | 24        | 13,8              |
| Agosto    | 30,0      | 16,9      | 16        | 25,6              | 30,7      | 18,2      | 19        | 1,1               |
| Setembro  | 32,7      | 18,6      | 15        | 52,5              | 32,7      | 19,2      | 17        | 118,9             |
| Outubro   | 30,9      | 20,1      | 30        | 208,8             | 32,4      | 21,3      | 25        | 123,9             |
| Novembro  | 31,7      | 20,1      | 32        | 119,4             | 31,8      | 21,2      | 38        | 202,3             |
| Dezembro  | 32,1      | 20,6      | 28        | 161,0             | -         | -         | -         | -                 |



**Figura 1.** Normais climatológicas do entorno da área experimental, com dados de 1973 a 2012 (exceto dezembro de 2012).

Para avaliação da forragem, foram realizados cortes com ceifadeira costal, nos meses de fevereiro, abril, agosto e outubro. Os pontos amostrados foram escolhidos, aleatoriamente, sendo dois pontos (A1 e A2) a uma distância de 2 m da fileira de árvores e dois pontos (B1 e B2) a 7 m e 11 m da fileira de árvores no iLPF-1 e iLPF-2 (Figura 2), respectivamente, totalizando quatro amostras por parcela. Para o iLP os quatro pontos foram escolhidos aleatoriamente ao longo do piquete. A área amostral por ponto foi de 1,0 m x 1,0 m.



**Figura 2.** Esquema dos pontos amostrais (A e B) nos sistemas com árvores de eucalipto.

As amostras verdes foram pesadas, logo após o corte, para estimação da produção de forragem. Em seguida, encaminhadas ao laboratório para separação dos componentes, lâmina foliar (folha), colmo com bainha (colmo), material senescente e invasoras (outras braquiárias). As frações foram, então, secas em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura de 55°C, por 72 horas, obtendo-se a massa seca total para avaliação da produtividade, da relação folha: colmo, relação material vivo: morto e quantificação das invasoras.

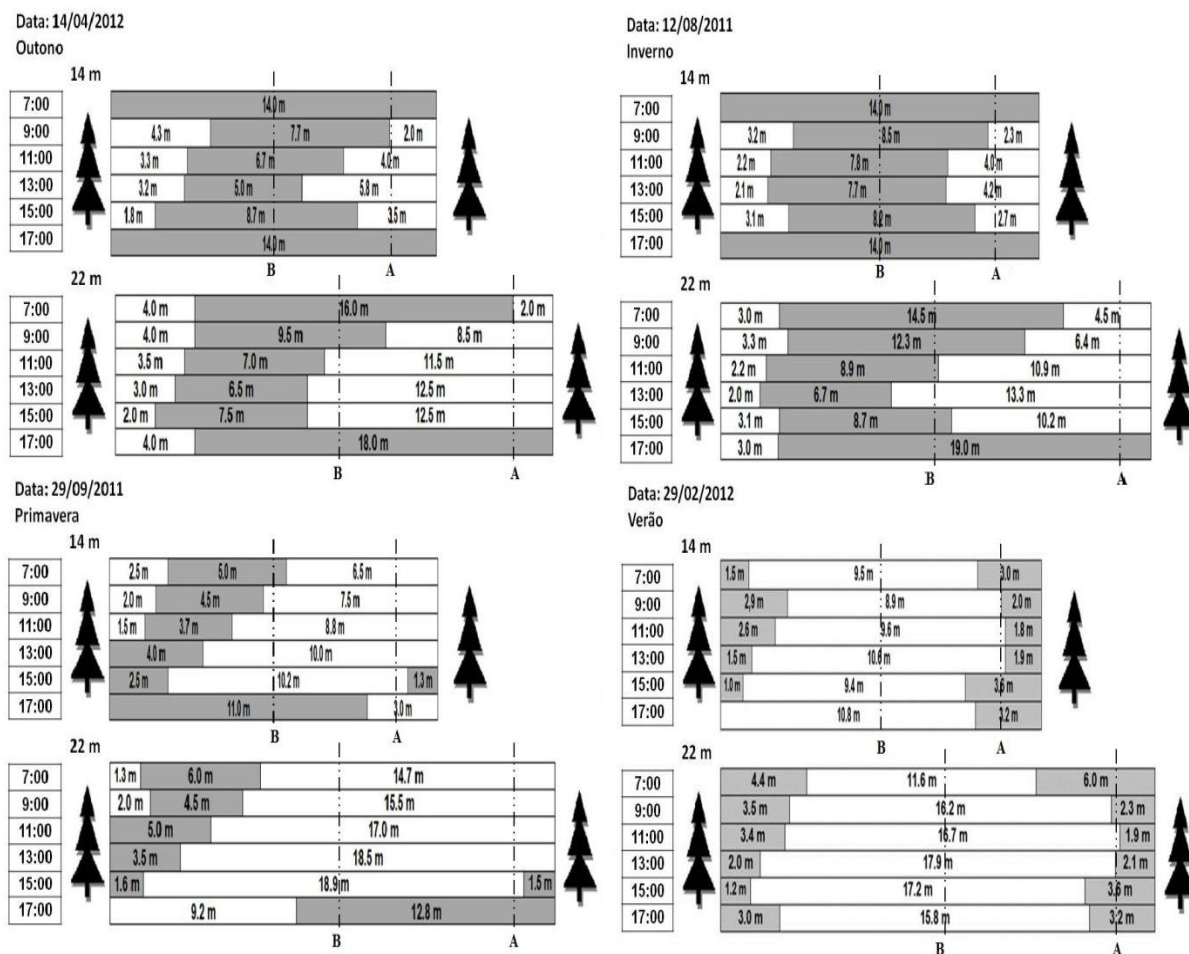
Para estimar o valor nutritivo da forragem, as frações foram moídas em moinho de facas com peneiras de malha de 1 mm. A avaliação bromatológica foi realizada por aparelho de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS, Modelo NR5000), de acordo com Marten *et al.* (1985). Foram estimadas as porcentagens de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO).

Foram utilizadas 80 novilhas Nelores, com peso médio de entrada nos piquetes de 150 kg. Os animais foram pesados a cada 30 dias, com jejum prévio de 12 horas, para possibilitar a avaliação da qualidade do pasto a partir do ganho de peso médio diário (GMD) e ganho de peso vivo por área (GPV). A taxa de lotação (TL) foi estimada a partir do número de animais-teste e reguladores dispostos em cada sistema, para cada estação do ano.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, por meio do aplicativo estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área sombreada dentro dos sistemas foi maior nas estações outono e inverno para os dois sistemas com árvores de eucalipto e menor nas estações primavera e verão, com maior incidência de radiação solar nas entrelinhas dos sistemas (Figura 3)



**Figura 3.** Distribuição do sombreamento (em cinza) nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1, com 14 metros entre fileiras de árvores) e integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2, com 22 metros entre fileiras de árvores) ocasionados pelo deslocamento solar no intervalo das sete às dezessete horas.

A porcentagem média das frações lâmina foliar, colmo, material morto e invasoras encontradas foram 19,00; 22,97; 56,61 e 1,41 para o iLP, 21,27; 20,62; 54,78 e 3,33 para iLPF-1 e 20,52; 24,98; 50,77 e 3,72 para iLPF-2. A porcentagem de colmo apresentou diferença significativa entre os sistemas. A composição botânica da forragem disponível permaneceu, em média, com 97,18% de capim-piatã e 2,82% de outras braquiárias, com predominância de capim-marandu.

A Tabela 2 apresenta o desdobramento da interação sistemas x altura de pastejo, para a variável porcentagem de lâmina foliar.

Para sistemas, os valores variaram em decorrência da altura de pastejo. No sistema de iLPF-1 foi encontrada média superior para o pasto mantido mais baixo na variável porcentagem lâmina foliar. Nos sistemas iLPF-2 e iLP, não foi observado efeito ( $p>0,05$ ) vda altura de pastejo. Carloto *et al.* (2011) e Flores *et al.* (2008), avaliando outras cultivares de

*Brachiaria brizantha* (Marandu e Xaraés), também observaram maior porcentagem de lâmina foliar em pastos sob maior intensidade de pastejo.

Quando comparado os sistemas de produção, dentro de cada altura, nos pastos baixos, a porcentagem de lâmina foliar apresentou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) sendo maior no sistema iLPF-1, comparado ao iLP. O iLPF-2 não apresentou diferença dos demais sistemas.

**Tabela 2.** Porcentagem de lâmina foliar na amostra total, de acordo com as alturas de pastejo (baixo e alto) e dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP), em Campo Grande-MS.

| Altura de pastejo | iLPF-1   | iLPF-2    | iLP      |
|-------------------|----------|-----------|----------|
| Baixo             | 26,76 Aa | 20,23 Aab | 17,28 Ab |
| Alto              | 15,78 Ba | 20,82 Aa  | 20,71 Aa |

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Diferenças estatísticas foram encontradas entre as estações do ano ( $p < 0,05$ ), para algumas variáveis analisadas, apresentadas na tabela 3.

A maior porcentagem de lâmina foliar ocorreu no verão (30,94%) seguido das estações outono (18,24%) e inverno (18,82%), que não apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ). Observou-se menor proporção de lâmina foliar na primavera (12,06%).

Nas estações outono, inverno e primavera, o capim-piatã foi o predominante com 100% da composição da pastagem. No verão essa porcentagem reduziu para 88,75% de capim-piatã, período este caracterizado por maior precipitação pluviométrica (Tabela 1), o que pode facilitar o aparecimento das invasoras no verão.

**Tabela 3.** Porcentagem de lâmina foliar na amostra total e porcentagem de capim-piatã na amostra total (em kg/ha) de acordo com as estações do ano, em Campo Grande-MS.

| Estações           | Lâmina foliar (%) | Piatã (%) |
|--------------------|-------------------|-----------|
| Outono             | 18,24 b           | 100,00 a  |
| Inverno            | 18,82 b           | 100,00 a  |
| Primavera          | 12,06 c           | 100,00 a  |
| Verão              | 30,94 a           | 88,75 b   |
| CV(%) <sup>1</sup> | 34,20             | 4,58      |

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação

A disponibilidade de matéria seca do capim-piatã variou em função dos sistemas, das alturas de pastejo, das estações do ano e do local ( $p < 0,05$ ), apresentados na Tabela 4.

O sistema iLP apresentou maior DMSpi (7274 kg/ha), comparado aos demais sistemas. O sistema iLPF-2 diferiu do iLPF-1 com disponibilidade de 4781 e 3441 kg/ha de matéria seca, respectivamente. Souza *et al.* (2007) e Castro *et al.* (1999) observaram que o sombreamento reduz a produtividade da forragem, condizendo com os resultados encontrados neste estudo. As braquiárias são plantas do tipo C4 e necessitam de mais energia para realizar a fotossíntese. Ao submeter essas plantas a sistemas com reduzido acesso à luz, ocorrerá menor taxa fotossintética com consequente redução na produção de biomassa (LEONEL *et al.*, 2009). Dependendo da espécie, maiores rendimentos forrageiros podem ser obtidos, em condições de sombra moderada (CARVALHO, 2001). Ressaltando que, para escolha das espécies forrageiras, não basta apenas que estas sejam tolerantes ao sombreamento, é necessário também que tenham boa capacidade produtiva e sejam adaptadas ao manejo e às condições edafoclimáticas da região (GARCIA e ANDRADE, 2001).

Nos pastos mantidos mais baixos a DMSpi foi inferior a dos pastos mantidos altos. Quando comparadas as estações do ano, o outono foi o que se apresentou com maior disponibilidade de matéria seca do capim-piatã. Inverno, primavera e verão não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ). À medida que aumenta a densidade arbórea, ou seja, maior quantidade de área sombreada dentro dos sistemas, a tendência é que a produção de matéria seca reduza devido a uma menor incidência de radiação solar.

A DMSpi foi diferente em virtude da distância das árvores, sendo superior na entrelinha (5642 kg/ha), local de amostragem mais distante das árvores, comparado a linha (4688 kg/ha), próximo às árvores. A redução de 39,01% na DMSpi pode estar associada a seleção de alimentos realizado pelos animais e também pela competição direta das árvores por água, luz e nutrientes. Pacciulo *et al.* (2011) avaliando a característica produtiva e nutritiva de *Brachiaria decumbens*, em diversas distâncias das árvores, encontraram maior produção de forragem entre 7 a 10 m das árvores. Oliveira *et al.* (2007), avaliando a produção de capim-marandu em consórcio com árvores de eucalipto em diferentes arranjos em Minas Gerais, verificaram também maior produção de forragem na entrelinha de árvores em todos os sistemas, resultados semelhantes aos encontrados nas condições de estudo desse trabalho.

**Tabela 4.** Disponibilidade de matéria seca de capim-piatã (DMSpi), em kg/ha, para as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão), sistemas (integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP)), local (linha e entrelinha) e duas alturas de pastejo (baixo e alto), em Campo Grande-MS.

| <b>Estações</b> |                |                   |              | CV <sup>1</sup> (%) |
|-----------------|----------------|-------------------|--------------|---------------------|
| <i>Outono</i>   | <i>Inverno</i> | <i>Primavera</i>  | <i>Verão</i> |                     |
| 7378 a          | 3579 b         | 5032 b            | 4672 b       | 36,25               |
| <b>Sistemas</b> |                |                   |              |                     |
| <i>iLPF-1</i>   | <i>iLPF-2</i>  | <i>iLP</i>        |              |                     |
| 3441 c          | 4781 b         | 7274 a            |              | 22,13               |
| <b>Local</b>    |                |                   |              |                     |
| <i>Linha</i>    |                | <i>Entrelinha</i> |              |                     |
| 4688 b          |                | 5642 a            |              | 22,13               |
| <b>Altura</b>   |                |                   |              |                     |
| <i>Baixo</i>    |                | <i>Alto</i>       |              |                     |
| 4476 b          |                | 5855 a            |              | 23,59               |

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

Com relação à avaliação do valor nutritivo do capim piatã, as variáveis fibra em detergente neutro da lâmina (FDNlf), fibra em detergente ácido da lâmina foliar (FDAlf) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica da lâmina foliar (DIVMOLF), sofreram efeito da estação do ano (p<0,05) (Tabela 5).

Observou-se teor de FDNlf superior nas estações primavera e verão e inferior no outono e inverno. A FDNlf não exibiu respostas significativas em função das duas condições de sombreamento (iLPF-1 e iLPF-2) e a pleno sol (iLP). Segundo Van Soest (1994) o teor de FDN está associado também às condições de luminosidade sendo que a medida que aumenta-se a quantidade de luz reduz os componentes da parede celular causando efeito de diluição devido a formação de carboidratos estruturais, aminoácidos e ácidos orgânicos. Ao se associar o teor de FDN ao consumo voluntário, valores superiores a 55-60% na matéria seca interferem negativamente no consumo de forragem. Os resultados encontrados no presente estudo demonstram valores superiores, o que pode levar a uma menor ingestão de matéria seca ocasionado pelo enchimento do rúmen.

A FDAlf apresentou menor valor no inverno e maior valor na primavera. Nas estações, outono e verão, foram encontrados valores intermediários, não apresentando diferenças significativas entre ambas.

Não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas para a variável fibra em detergente ácido da amostra total (FDA<sub>t</sub>) com média de 45,58% nos sistemas iLPF-1, não se adequando a justificativa de Sousa *et al.* (2007) que explica o incremento da FDA em áreas sombreadas ocasionado pelo aumento de tecidos de sustentação para o alongamento da folha. A FDA<sub>t</sub> foi maior nos pastos com maior altura de pastejo (46,06%), do que nos mantidos mais baixos (45,10) ( $p < 0,05$ ). Moreira *et al.* (2009) encontraram teores superiores de FDA em plantas sombreadas de *Brachiaria brizantha* do que pleno sol e atribuíram o resultado encontrado a maior altura encontrada para plantas sombreadas.

A DIVMOlf foi inferior na primavera com valor médio de 51,76%, não apresentando diferença significativa entre o outono, inverno e verão ( $p > 0,05$ ). Euclides *et al.* (2009), avaliando o valor nutritivo em pastagens de *Brachiaria brizantha*, obteve valores de  $58,3 \pm 0,6\%$  nas águas e  $52,4 \pm 0,6\%$  nas secas, semelhantes aos encontrados nesse estudo.

Teores superiores de FDNlf e FDAlf e inferior DIVMOlf na primavera podem estar associados à menor porcentagem de área sombreada (Figura 3), comparado ao outono e inverno. Maior incidência de luminosidade aumenta as taxas fotossintéticas da planta e consequentemente acréscimo na deposição de matéria seca. A correlação entre a redução da DIVMS e o aumento dos teores de FDN e FDA são frequentemente significativas (VAN SOEST, 1965; MOIR *et al.*, 1975; WILSON *et al.*, 1983; WILSON e HATTERSLEY, 1989; e MASAOKA *et al.*, 1991).

De acordo com Van Soest (1994), a proporção lâmina: colmo deve ser utilizada como uma das ferramentas que indicam a qualidade da forragem, visto que a qualidade das folhas em forragens maduras são superiores aos colmos, que possuem maior teor de lignina e FDN. A razão L:C foi menor no outono comparado ao inverno e primavera.

**Tabela 5.** Razão lâmina: colmo (L: C) Porcentagem de fibra em detergente neutro da lâmina foliar (FDNlf), fibra em detergente ácido da lâmina foliar (FDAlf) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da lâmina foliar (DIVMOlf) nas estações do ano, outono, inverno, primavera e verão, em Campo Grande -MS.

| Estações            | L:C     | FDNlf (%) | FDAlf (%) | DIVMOlf (%) |
|---------------------|---------|-----------|-----------|-------------|
| Outono              | 0,64 c  | 71,09 b   | 37,25 b   | 55,64 a     |
| Inverno             | 1,64 a  | 70,67 b   | 34,26 c   | 56,13 a     |
| Primavera           | 1,32 ab | 73,33 a   | 39,63 a   | 51,76 b     |
| Verão               | 0,91 bc | 72,70 a   | 37,44 b   | 56,04 a     |
| CV <sup>1</sup> (%) | 66,52   | 2,69      | 4,09      | 6,98        |

Médias seguidas por letras iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

A variável, proteína bruta da lâmina foliar (PBlf), sofreu efeito da interação sistema x estação do ano (Tabela 6).

O teor de proteína bruta da folha não variou entre as estações para o sistema iLPF-1. No iLPF-2, as estações que apresentaram maior teor de PBlf foram o outono e o inverno, o menor teor encontrado na primavera e o verão não diferiu das demais estações. O teor de PBlf no iLP foi superior nas estações outono (9,52%) e verão (9,27%), comparado ao inverno e primavera que não apresentaram diferença significativa entre si.

Quando comparado os sistemas de produção (iLPF-1, iLPF-2 e iLP), dentro de cada estação, para o outono, primavera e verão não foram observados diferenças significativas entre os sistemas ( $p>0,05$ ). Apenas no inverno observou-se diferenças entre os sistemas com valores médios de PBlf superiores no iLPF-1 (9,60%) e iLPF-2 (9,34%), sistemas com árvores, comparados ao iLP (7,21%), sem árvores. O estudo demonstra que o sombreamento promoveu alterações no teor de PBlf. Em condições de sombreamento, o valor nutritivo das gramíneas forrageiras é favorecido pelo incremento no teor de proteína bruta e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca, além da redução no teor de fibra em detergente neutro (CARVALHO *et al.* 2002; BUERGLER *et al.*, 2006; PACIULLO *et al.*, 2007).

Euclides *et al.* (2009) avaliando o valor nutritivo de capim-piatã em Mato Grosso do Sul, encontraram valores médios de proteína bruta, digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica e fibra em detergente neutro da lâmina foliar de: 8,2, 55,1 e 73% respectivamente. No presente estudo, foram encontrados valores superiores, similares e inferiores, respectivamente.

O teor mínimo de proteína bruta na matéria seca, exigida para que as bactérias ruminais reproduzam e desenvolvam suas atividades adequadamente é de 7%. Cerca de 80% da ingestão de MS pelo animal é proveniente da fração lamina foliar. Os valores encontrados de PBlf acima de 8,75% atendem a essa exigência. Na tabela 6 podemos observar que em todas as estações no sistema iLPF-1 e no iLPF-2 com exceção da primavera atendem a necessidade. No iLP apenas no outono e verão a exigência é suprida.

**Tabela 6.** Teor de proteína bruta da lâmina foliar (PBlf) de acordo com estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e os sistemas (integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP)), em Campo Grande-MS.

| Estações  | iLPF-1  | iLPF-2   | iLP     |
|-----------|---------|----------|---------|
| Outono    | 9,15 Aa | 9,50 Aa  | 9,52 Aa |
| Inverno   | 9,60 Aa | 9,34 Aa  | 7,21 Bb |
| Primavera | 9,04 Aa | 8,07 Ba  | 7,71 Ba |
| Verão     | 9,89 Aa | 8,96 Aba | 9,27 Aa |

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

Em relação à avaliação do componente animal, as variáveis, ganho médio diário (GMD), ganho por área (GPA) e taxa de lotação (TL) sofreram efeito da interação sistema x estação do ano ( $p<0,05$ ) (Tabela 7).

O ganho médio diário (GMD) não diferenciou entre os sistemas iLPF-1, iLPF-2 e iLP, dentro de cada estação do ano. Na avaliação das estações do ano para cada sistema, o GMD foi maior no outono e verão e menor no inverno e primavera, nos três sistemas de integração. Esses resultados demonstram um incremento de 68,91% no GMD das estações outono e verão no iLPF-1 em relação ao inverno e primavera, 62,64% no iLPF-2 e 41,20% no iLP. Euclides *et al.* (2009) em estudo com novilhos em pasto de capim-piatã sob lotação contínua durante três anos encontrou ganhos de peso médios diários de  $770\pm 7,2$  g no período das águas e  $385\pm 33$ g no período seco.

O ganho médio por área (GPA) foi diferente no sistema iLPF-1 nas estações outono ( $142,25$  kg PV/ha) e verão ( $228,50$  kg PV/ha) resultando em ganho médio por área menor que o obtido no iLPF-2 e iLP. Os sistemas iLPF-2 e iLP não diferiram entre si em todas as estações do ano. O iLPF-1 obteve GPA maior no verão, seguido do outono. Inverno e primavera foram as estações com menor GPA no iLPF-1, não diferindo entre si ( $p>0,05$ ). Resultados semelhantes foram encontrados para o sistema iLPF-2 e iLP, com maior GPA no verão, seguido do outono, inverno e primavera, sendo que os dois últimos não apresentaram diferença significativa. Houve um incremento no GPA no verão de 91,25; 86,66 e 82,10% comparado ao inverno no iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente.

No outono, a maior taxa de lotação (TL) foi observada no iLP, comparado ao iLPF-1 e iLPF-2 que não apresentaram diferença significativa. No inverno a maior TL foi encontrada no iLPF-2 comparado ao iLPF-1, com menor TL. O sistema iLP no inverno não diferiu do iLPF-1 e iLPF-2. Os mesmos resultados do inverno foram encontrados para a primavera, com TL maior no iLPF-2 comparado a menor TL no iLPF-1 e o iLP não diferindo dos demais

sistemas. Já no verão, o iLP se sobressaiu em relação ao iLPF-1, com capacidade 40,27% maior na TL, e, o iLPF-2 não apresentando diferença significativa.

A TL no iLPF-1 e iLPF-2 foi maior no outono em relação as estações inverno, primavera e verão. No iLP a maior taxa de lotação também foi encontrada no outono, em seguida o verão e por último inverno e primavera, sendo os dois últimos não apresentando diferença significativa entre si. Paciullo *et al.* (2009) comparando *Brachiaria decumbens* em sistemas silvipastoris e convencionais, demonstram a semelhança na capacidade de suporte do pasto dos sistemas arbóreos e em monocultivo, o que se assemelha ao encontrado entre os sistemas iLPF-2 e iLP.

**Tabela 7.** Ganho médio diário (GMD), em g/dia, ganho médio por área (GPA), em kg PV/ha e taxa de lotação (TL), em UA/ha de acordo com as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e os sistemas (integração lavoura-pecuária-floresta-1 (iLPF-1), integração lavoura-pecuária-floresta-2 (iLPF-2) e integração lavoura-pecuária (iLP)), em Campo Grande-MS.

| Estações              | iLPF-1    | iLPF-2    | iLP       |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>GMD (g/dia)</i>    |           |           |           |
| Outono                | 574,00 Aa | 563,00 Aa | 494,75 Aa |
| Inverno               | 151,50 Ba | 161,75 Ba | 278,78 Ba |
| Primavera             | 213,25 Ba | 237,25 Ba | 291,25 Ba |
| Verão                 | 599,25 Aa | 505,00 Aa | 474,75 Aa |
| <i>GPA (kg PV/ha)</i> |           |           |           |
| Outono                | 142,25 Bb | 235,25 Ba | 304,5 Ba  |
| Inverno               | 20,00 Ca  | 45,00 Ca  | 65,75 Ca  |
| Primavera             | 33,25 Ca  | 74,25 Ca  | 75,00 Ca  |
| Verão                 | 228,50 Ab | 337,25 Aa | 367,25 Aa |
| <i>TL (UA/ha)</i>     |           |           |           |
| Outono                | 1,47 Ab   | 1,79 Ab   | 2,64 Aa   |
| Inverno               | 0,63 Bb   | 1,10 Ba   | 0,92 Cab  |
| Primavera             | 0,75 Bb   | 1,22 Ba   | 0,97 Cab  |
| Verão                 | 0,89 Bb   | 1,21 Bab  | 1,49 Ba   |

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

Efeito da interação, altura de pastejo x estação do ano (Tabela 8) ,foram observados, no ganho médio por área (GPA) e na taxa de lotação (TL) .

O GPA no outono e verão (285,50 e 346,00 kg PV/ha, respectivamente), foi maior nos pastos mais baixos, comparado aos pastos mantidos mais altos. Nas estações, inverno e primavera, não foram observadas diferenças significativas entre as alturas de pastejo ( $p>0,05$ ). Nos pastos com altura de pastejo baixo, o GPA foi superior no verão (346,00 kg PV/ha), em

relação às outras estações. Os menores GPAs foram observados nas estações inverno e primavera, sem diferença significativa entre si. O outono obteve um GPA intermediário (285,50 kg PV/ha), abaixo da média do verão e superior às médias do inverno e primavera. O mesmo pode ser observado nos pastos, com os mesmos manejados com maior altura, com maior ganho no verão (276,00 kg PV/ha), menor no inverno e primavera (41,17 e 58,17 kg PV/ha, respectivamente) e intermediário no outono (169,17 kg PV/ha).

A TL no outono e verão foi superior nos pastos mais baixos, comparado aos pastos mantidos mais altos. Nas estações, inverno e primavera, não foram observadas diferenças significativas entre as alturas de pastejo ( $p>0,05$ ). Nos pastos manejados mais baixos, a TL foi maior no outono, seguido do verão e a menor TL no inverno e primavera, não diferindo entre si. Já nos pastos manejados com maior altura de pastejo, nas estações inverno, primavera e verão não foram observadas diferenças significativas. Apenas no outono a TL foi superior às demais estações do ano com média de 1,56 UA/ha.

**Tabela 8.** Ganho médio por área (GPA), em kg PV/ha e taxa de lotação (TL), em UA/ha de acordo com as estações do ano (outono, inverno, primavera e verão) e altura de pastejo (baixo e alto), em Campo Grande-MS.

| Estações              | Baixo     | Alto      |
|-----------------------|-----------|-----------|
| <i>GPA (kg PV/ha)</i> |           |           |
| Outono                | 285,50 Ba | 169,17 Bb |
| Inverno               | 46,00 Ca  | 41,17 Ca  |
| Primavera             | 63,50 Ca  | 58,17 Ca  |
| Verão                 | 346,00 Aa | 276,00 Ab |
| <i>TL (UA/ha)</i>     |           |           |
| Outono                | 2,38 Aa   | 1,56 Ab   |
| Inverno               | 0,92 Ca   | 0,85 Ba   |
| Primavera             | 1,01 Ca   | 0,95 Ba   |
| Verão                 | 1,35 Ba   | 1,05 Bb   |

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

## CONCLUSÕES

O sistema iLPF-1, com maior densidade arbórea, apresentou maior teor de proteína bruta relacionado a lâmina foliar.

Em relação ao desempenho animal, o iLPF-1 se sobressaiu, comparado aos demais sistemas, apresentando o maior ganho de peso médio diário. O iLP, principalmente no outono, se destacou pelo ganho de peso por área e a taxa de lotação superior aos demais, o que está

correlacionado com o maior disponibilidade de matéria seca do capim-piatã encontrado neste sistema.

Verão e inverno se destacaram como as estações com forragens apresentando melhor valor nutritivo.

Os pastos mantidos baixos apresentaram maior ganho de peso por área e maior taxa de lotação.

## REFERÊNCIAS

BARRO, R.S.; SAIBRO, J.C. de; MEDEIROS, R.B. de *et al.* Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao plano sol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1721-1727, 2008.

BUERGLER, A.L.; FIKE, J.H.; BURGER, J.A. *et al.* Forage nutritive value in an emulated silvopasture. **Agronomy Journal**, Madison, v.98, p.1265-1273, 2006.

CARLOTO, M.N.; EUCLIDES, V.P.; MONTAGNER, D.B. *et al.* Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.1, p.97-104, jan. 2011.

CARVALHO, M.M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, Juiz de Fora. Anais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p.717-7229, 2002.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

DIAS-FILHO, M.B. 2006. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M. da C. (Eds.) SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006 (Suplemento Especial da Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, 2006. p.535-553.

EUCLIDES, V.P. .; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B. de et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.98-106. 2009.

FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000. 66p.

FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 1355-1365. 2008.

GARCIA, R.; ANDRADE, C.M.S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL; FAO, 2001. p.173-187.

GONTIJO NETO, M.M.; ALVARENGA, R.C.; PEREIRA FILHO, I.A. et al. **Recomendações de densidades de plantio e taxas de semeadura de culturas anuais e forrageiras em plantio consorciado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 137).

HODGSON, J.; SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife:SBZ, p.180-202.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.405-441

LEONEL, F. de P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G. *et al.* Comportamento produtivo e características nutricionais do capim braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.177-189, 2009.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, suplemento especial, p.133-146, 2009.

MARTEN, G.C.; SHENK, J.S.; BARTON, F.E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis of forage quality**. Washington: USDA; ARS, 1985. 110 p. (Agriculture Handbook, 643).

MASAOKA, Y., WILSON, J.R., HACKER, J.B.. Selecting for nutritive value in *Digitaria milanijana*. 3. Relation of chemical composition and morfological and anatomical characteristics to the difference in digestibility of divergently selected full sibs, and comparison with *D. eriantha* ssp. *pentzii* (pangola grass). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.31, n.5, p.631-638, 1991.

MOIR, K.W., LAWS, L., BLIGT, G. The relative importance of the total cell and quantity of digested cell wall in the regulation of the voluntary intake of grass hays by sheep. **Journal Agriculture Science**, v.85, n.1, p.39-43, 1975.

MOREIRA, G.R.; SALIBA, E.O.S.; MAURÍCIO, R.M. et al. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.706-713, 2009.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. dos et al. 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.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B. de; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.573-579, abr. 2007.

PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; MALAQUIAS JUNIOR, J.D. et al. A. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1528-1535, 2009.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. de et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistemas agrossilvipastoril, conforme distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1176-1183, 2011.

PORFÍRIO-DA-SILA, V.; MORAES, A. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implantação. In: Pires, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**, Piracicaba: FEALQ, 2010, v.2, p.1421-1461.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

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

VAN SOEST, P. J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Jornal of. Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University 6 Press. 1994. 476p.

WILSON, J.R., BROWN, R.H., WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, and C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> intermediate types of *Panicum* species. **Crop Science**, v.23, n.1, p.141-146, 1983.

WILSON, J.R., HATTERSLEY, P.W. Anatomical characteristics and digestibility of leaves of *Panicum* and other grass genera of C<sub>4</sub> photosynthetic pathway. **Aust. Journal of Agricultural Research**, v.40, n.1, p.125-136, 1989.

## **CONCLUSÃO GERAL**

Os sistemas de criação, que em sua composição apresentam o componente arbóreo para fornecimento de sombra, têm demonstrado melhorias no valor nutritivo da forrageira e nas condições de conforto térmico animal.