

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

HEMERSON MACIEL VEIT

**COMPORTAMENTO EM PASTEJO E CONFORTO TÉRMICO DE NOVILHAS  
GIROLANDO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (iLP) E  
FLORESTA (iLPF)**

ROLIM DE MOURA

2016

HEMERSON MACIEL VEIT

**COMPORTAMENTO EM PASTEJO E CONFORTO TÉRMICO DE NOVILHAS  
GIROLANDO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (iLP) E  
FLORESTA (iLPF)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, sob a orientação do Dr. Eduardo Schmitt e co-orientação da Dr.<sup>a</sup> Ana Karina Dias Salman e Dr. Pedro Gomes da Cruz.

ROLIM DE MOURA

2016

Ficha catalográfica elaborada por Nágila  
Nerval Chaves CRB 6/363

V428c Veit, Hemerson Maciel-

Comportamento em pastejo e conforto térmico de novilhas Girolando em sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF). / Hemerson Maciel Veit; orientação Eduardo Schmitt. - 2016.

60 f. ; il.

Dissertação (Pós-Graduação)- Fundação Universidade Federal de Rondônia. Campus de Rolim de Moura. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PGCA), Rolim de Moura - RO, 2016.

1. Ambiência. 2. Bem-estar animal. 3. Estresse térmico. I. Schmitt, Eduardo. II. Título.


CDU- 631.147

HEMERSON MACIEL VEIT


**Comportamento em pastejo e conforto térmico de novilhas Girolando em sistema de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Floresta (ILPF)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Schmitt e co-orientação da Pesq. Dr.<sup>a</sup> Ana Karina Dias Salman e Pesq. Dr. Pedro Gomes da Cruz.

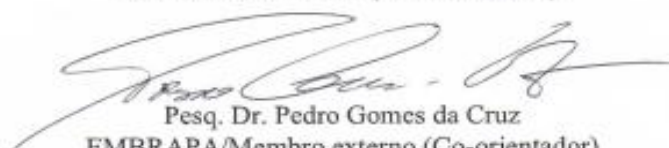
APROVADA: 02 de setembro de 2016




Prof. Dr. Eduardo Schmitt  
UFFel/PGCA (Orientador)



Pesq. Dr.<sup>a</sup> Ana Karina Dias Salman  
EMBRAPA/PGDRA (Co-orientadora)



Pesq. Dr. Pedro Gomes da Cruz  
EMBRAPA/Membro externo (Co-orientador)



Pesq. Dr. Fábio da Silva Barbieri  
EMBRAPA/PGCA



Prof. Dr. Artur de Souza Moret  
UNIR/PGDRA (Membro externo)

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Rondônia-UNIR em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pela oportunidade de cursar o mestrado.

À Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária - EMBRAPA/RO pela oportunidade de realizar o estudo em suas instalações.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos, e pela oportunidade de dedicação exclusiva aos estudos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Schmitt, pela oportunidade concedida, pela confiança em mim depositada, pela dedicação e ensinamentos a mim concedido.

À minha co-orientador Dr.<sup>a</sup> Ana Karina Dias Salman, pela ajuda na realização do experimento, pela orientação na elaboração desta dissertação, pela forma de tratamento simpática e educada que sempre teve para comigo, e por sua amizade.

Ao meu co-orientador Dr. Pedro Gomes da Cruz, por sua ajuda na realização do experimento, por realizar as análises estatísticas, por me orientar na elaboração da dissertação, pela forma simpática, atenciosa e educada que sempre teve para comigo, e por sua amizade.

À colega de estágio Elaine Coimbra, pela avaliação dos áudios, pela colaboração nas atividades de campo e laboratório.

Aos colegas de grupo de pesquisa Giovanna, Cássia, Francyele, Vanessa, Luiza, Adriele, Veronice, Adonias e Bruno, pela contribuição, dedicação e responsabilidade.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização do experimento e confecção desta dissertação.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi validar o uso de dados bioacústicos para avaliar o comportamento em pastejo e o conforto térmico de novilhas Girolando em sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF). O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Rondônia em Porto Velho em delineamento *crossover* 2x2 (dois sistemas e dois períodos de 30 dias, 10 para adaptação seguidos de 20 dias para coleta de dados). Foram utilizadas oito novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) com média de 25 ( $\pm 6,8$ ) meses de idade e 268 ( $\pm 83$ ) kg de peso vivo (PV) mantidas em pastagens de capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) manejadas com lotação intermitente (10 dias de ocupação e 30 de descanso). O sistema iLPF era sombreado por árvores de eucalipto plantadas em renques em março de 2013, permitindo cobertura de copa de 65%. A coleta de dados bioacústicos foi realizada com gravadores MP3 durante 48 horas e para identificação dos tempos despendidos com as atividades de pastejo, ruminação e ócio foi utilizando o *software* Audacity®. Concomitantemente, foram coletados dados de temperatura interna (TI) dos animais com termômetros *datalogger* adaptados em dispositivos intravaginais. A temperatura (°C) e umidade do ar (%) foram registradas por termohigrômetros localizados na parte central de cada sistema para cálculos dos Índices de Temperatura e Umidade (ITU). O comportamento também foi avaliado por observação visual a cada 15 minutos no período de 8:00 a.m a 04:00 p.m. A análise de variância foi feita pelo MIXED do SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os métodos de bioacústica e de avaliação visual considerando as médias dos tempos (minutos) de pastejo, ruminação e ócio. Os ITUs dos sistemas iLP e iLPF foram 82,4 e 82,0, respectivamente, o que indica que em ambos os sistemas as novilhas estavam em situação de estresse por calor. Porém, houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre as médias de TI das novilhas mantidas nos sistemas iLP (39,5°C) e iLPF (39,4°C). No período diurno, o maior tempo de pastejo ( $P < 0,05$ ) foi observado no sistema iLPF (581 vs. 436 min.). Conclui-se que o método da bioacústica pode ser utilizado para avaliar o comportamento em pastejo e que o sombreamento natural com eucalipto muda o microclima da pastagem, o que resulta em maior tempo em pastejo e redução da temperatura interna de novilhas Girolando.

**Palavras-chave:** Ambiência. Silvipastoril. Estresse térmico.

## ABSTRACT

This work aimed to validate the use of bioacoustic data for evaluation of grazing behavior and thermal comfort of Girolando heifers in integrated crop, livestock (ICLS) and forestry (ICLFS) systems. Trial was carried out in the experimental field of Embrapa Rondônia in Porto Velho city according to a 2x2 crossover design (two systems and two periods of 30 days, 10 days for adaptation followed by 20 days for data collection). Eight Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holstein x  $\frac{1}{4}$  Gir) heifers with  $25 \pm 6.8$  months of age and  $268 \pm 83$  kg live weight (LW) grazing xaraés palisade grass (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés). Pasture was managed with intermittent grazing (10 days for occupation and 30 for resting). In the ICLFS there was Eucalyptus trees planted in March 2013 allowing of 65% of crown tree shading. Bioacoustic data were collected by MP3 recorder during 48 hours and the times spent with grazing, rumination and resting were identified by Audacity® software. Concomitantly, datalogger thermometers adapted to intravaginal devices collected data of animal internal temperature (IT). Thermohygrometers located within center of each system registered environmental temperature (°C) and humidity (%), with these data the Temperature and Humidity Indexes (THI) were calculated. Grazing behavior was evaluated by visual observations in intervals of 15 minutes from 8:00 a.m. to 04:00 p.m. The variance analysis was performed by MIXED of SAS and means were compared Tukey-Kramer test at 5% significance level. Considering the means of times (minutes) spent with grazing, rumination and resting, there was no difference ( $P > 0.05$ ) between bioacoustic method and visual observation. The THI of ICLS and ICLFS were 82.4 and 82.0, respectively, indicating that in both systems heifers were under heat stress. However, there was difference ( $P < 0.05$ ) between IT means of heifers maintained within ICLS ( $39.5^{\circ}\text{C}$ ) and ICLFS ( $39.4^{\circ}\text{C}$ ). During the diurnal period, the higher ( $P < 0.05$ ) grazing time was observed in the ICLFS (581 vs. 436 min.). In conclusion, the bioacoustic method can be used for evaluating grazing behavior and the natural shading by eucalyptus tree change the pasture microclimate, which increases grazing time and reduces internal temperature of Girolando heifers.

**Key words:** Ambience. Silvopastoral. Thermal stress.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Croqui da área experimental, apresentando os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF), com as divisões dos piquetes e área em hectares e praças de alimentação no centro de cada sistema.....25
- Figura 2 - Esquema representativo do delineamento *crossover* 2x2.....26
- Figura 3 - Gravador de áudio acoplado em cabresto (A), gravador de áudio (B).....26
- Figura 4 - Registro do áudio no programa Audacity® (frequência por tempo) em novilhas Girolando nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) (A) e integração Lavoura-Pecuária (iLP) (B).....27
- Figura 5 - Animais no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) (A), animais no sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP) (B), planilha e binóculo utilizados para observação visual do comportamento (C).....27
- Figura 6 - Tempos gastos por novilhas Girolando em atividades de pastejo, ruminação e ócio obtidos por avaliação bioacústica (■) ou observação visual (▣), ( $P>0,05$ ).....30
- Figura 7 - Croqui da área experimental, apresentando os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF), com as divisões dos piquetes e área em hectares e praças de alimentação no centro de cada sistema.....41
- Figura 8 - Esquema representativo do delineamento *crossover* 2x2.....42
- Figura 9 - Gravador de áudio acoplado em cabresto (A), novilhas na praça de alimentação em dia de coleta de dados (B), novilha com gravador de áudio acoplado em cabresto no curral (C).....42
- Figura 10 - Dispositivo intravaginal com termômetro interno (A), dispositivos intravaginal com termômetros e aparelho utilizado para introdução em novilhas (B).....43
- Figura 11 - Abrigo com termohigrômetro na praça de alimentação do sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) (A), termohigrômetro dentro do abrigo (B), abrigo com termohigrômetro na praça de alimentação do sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP) (C).....44
- Figura 12 - Média de umidade relativa (UR, %) e temperatura ambiente (TA, C°) ao longo de 24 h nos dois períodos de avaliação nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).....46
- Figura 13 - Média do índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura interna (TI) de novilhas Girolando (¾ Holandês x ¼ Gir) ao longo de 24 h nos dois períodos de



avaliação nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).....	47
------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).....25
- Tabela 2 - Comparação entre o método de bioacústica e de avaliação visual no horário compreendido entre 8:00 AM até 04:00 PM, considerando as médias dos tempos gastos (minutos) nas atividades de pastejo, ruminação e ócio realizadas por novilhas Girolando em sistemas iLP e iLPF.....29
- Tabela 3 - Tempo gasto em pastejo (minutos) por novilhas Girolando, coletado pelo método bioacústica durante as 96 h de coleta de dados (48 h em cada período), nos horários diurno e noturno nos sistemas iLP e iLPF.....31
- Tabela 4 - Composição químico-bromatológica do capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF)....41
- Tabela 5 - Valores médios de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura e umidade (ITU) ( $\pm$  desvio padrão), e temperatura interna (TI  $\pm$  erro padrão) de novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) nos horários diurno e noturno nos sistema iLP e iLPF.....45
- Tabela 6 - Valores médios de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura e umidade (ITU) ( $\pm$  desvio padrão), e temperatura interna (TI  $\pm$  erro padrão) de novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) nos horários da manhã e da tarde nos sistema iLP e iLPF.....49
- Tabela 7 - Valores médios de tempo (min.) em pastejo, ruminação, ócio e outras atividades registrados pelo método de bioacústica em novilhas Girolando nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).....50
- Tabela 8 - Porcentagem de tempo em pastejo, ruminação, ócio e outras atividade em relação ao tempo total em cada horário diurno e noturno nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).....51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>ad libitum</i>	à vontade
AM	<i>Ante Meridiem</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa
cv.	cultivar
cm	centímetro
°C	graus Celsius
Dr.	doutor
Dr. <sup>a</sup>	doutora
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
et al.	e colaboradores
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FR	Frequência Respiratória
h	hora
ha	hectare
iLP	integração Lavoura-Pecuária
iLPF	integração Lavoura-Pecuária-Floresta
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
ITGU	Índice de Temperatura de Globo e Umidade
LIG	Lignina
mm	milímetro
m	metro
MS	Matéria Seca
min.	minuto
O. A.	Outras Atividades
Prof.	Professor
PGCA	Pós-Graduação em Ciências Ambientais
Pesq.	pesquisador
PV	Peso Vivo
PB	Proteína Bruta
PM	<i>Post Meridiem</i>

PGDRA	Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente
RO	Rondônia
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
TA	Temperatura Ambiente
TI	Temperatura Interna
TR	Temperatura Retal
UA	Unidade Animal
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
UNIR	Universidade Federal de Rondônia
vs.	versus
Kg	quilograma
%	porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos .....</b>	<b>17</b>
<i>1.1.1 Objetivo geral.....</i>	<i>17</i>
<i>1.1.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>18</i>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>2 BIOACÚSTICA COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO EM PASTEJO DE NOVILHAS GIROLANDO.....</b>	<b>23</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>23</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 Introdução .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Material e métodos.....</b>	<b>26</b>
<i>2.2.1 Local do experimento .....</i>	<i>26</i>
<i>2.2.2 Animais utilizados no experimento.....</i>	<i>26</i>
<i>2.2.3 Descrição dos sistemas, manejo da pastagem e composição químico-bromatológica do capim.....</i>	<i>26</i>
<i>2.2.4 Delineamento experimental .....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.5 Coleta de dados da bioacústica .....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.6 Avaliação visual do comportamento .....</i>	<i>29</i>
<i>2.2.7 Análise estatística .....</i>	<i>30</i>
<b>2.3 Resultados e discussão .....</b>	<b>30</b>
<b>2.4 Conclusão.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>
<b>3 COMPORTAMENTO EM PASTEJO E CONFORTO TÉRMICO DE NOVILHAS GIROLANDO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (iLP) E FLORESTA (iLFP).....</b>	<b>38</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>38</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1 Introdução .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Material e métodos.....</b>	<b>41</b>
<i>3.2.1 Local de realização do experimento.....</i>	<i>41</i>
<i>3.2.2 Animais utilizados no experimento.....</i>	<i>42</i>
<i>3.2.3 Descrição dos sistemas, manejo da pastagem e composição químico-bromatológica do capim.....</i>	<i>42</i>

<i>3.2.4 Delineamento experimental</i> .....	43
<i>3.2.5 Coleta de dados do comportamento</i> .....	44
<i>3.2.6 Coleta da temperatura interna</i> .....	44
<i>3.2.7 Coleta da temperatura e umidade relativa do ar e cálculo do ITU</i> .....	45
<i>3.2.8 Análise estatística</i> .....	46
<b>3.3 Resultados e discussão</b> .....	47
<b>3.4 Conclusão</b> .....	55
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
<b>4 CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	60

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A atividade pecuária no Brasil encontra-se com grande quantidade de área de pastagens degradadas e também sofre pressão para tornar-se mais eficiente e causar menor impacto ao meio ambiente. A humanidade enfrenta desafios cada vez maiores para produzir alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de forma compatível com a disponibilidade de recursos naturais, em especial solo e água (CORDEIRO et al., 2015). De acordo com Kluthcouski et al. (2003), os sistemas de exploração agropecuários devem levar em conta os fatores ambientais, econômicos e sociais, tendo como objetivo aumentar a produção e a diversidade de produtos por área, diminuir o desmatamento e recuperar áreas degradadas.

O iLPF pode ser definido como:

Uma estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (EMBRAPA, 2009; BALBINO et al., 2011).

Os benefícios do sistema iLPF são classificados de acordo com Balbino et al. (2011), como sendo tecnológicos, ecológico-ambiental, e socio-econômico. Dentre os principais benefícios temos melhora dos atributos físicos do solo em relação à pastagens degradadas (ASSIS et al., 2015), melhora das condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumento da ciclagem e da eficiência na utilização dos nutrientes do solo, redução dos custos de produção dos sistemas agrícola e pecuário, diversificação e estabilização da renda na propriedade rural, viabilização da recuperação de áreas com pastagens degradadas (ALVARENGA et al., 2010a), neutralização dos gases emitidos pelos animais na exploração pecuária e na agricultura, aumento da renda na agropecuária (SILVA et al., 2014) fixação do homem no campo, diminuição do êxodo rural (ALVARENGA; GONTIJO NETO, 2012; SILVA et al., 2014), melhora o aproveitamento dos recursos financeiros, da mão de obra e de máquinas e equipamentos durante todo o ano, reduz custos de produção, tudo isso contribui para o melhor fluxo de caixa (ALVARENGA; GONTIJO NETO, 2012). A preocupação com a preservação de floresta é tema de grande importância atualmente, com isso, o iLPF reduz a pressão por desmatamento de áreas com vegetação nativa para expansão e possibilita a intensificação da produção agropecuária, por usar áreas já antropizadas (CORDEIRO et al.,

2015), com isso, garante a preservação de florestas, tais como a floresta Amazônica, garantindo a preservação de grande biodiversidade.

O manejo adequado do solo, o sequestro e a baixa produção de gases, a interação entre habitat e organismos são fatores determinantes nos sistemas de produção, assim o sistema reduz riscos de erosão e melhora da recarga e qualidade da água, mitigação do efeito estufa, resultante da maior capacidade de sequestro de carbono, menor emissão de metano animal por quilograma de produto produzido, promoção da biodiversidade e favorecimento de novos nichos, habitat para os agentes polinizadores das culturas e inimigos naturais de insetos-praga e doenças (ALVARENGA et al., 2010b).

Os resíduos de adubação deixados no solo pela prática agrícola beneficiam a pecuária pelo aumento da produtividade das pastagens, maior lotação animal, maior produtividade de carne por área e melhor qualidade da pastagem durante a estação chuvosa e, durante a seca, maior oferta de pastagem aos animais (SALTON et al., 2015).

O ambiente assume grande importância nos sistemas de produção que utilizam bovinos, pelo fato do clima interferir de forma direta na produção animal. Com isso, sistemas silvipastoris contribuem com o conforto térmico, pois o sombreamento diminui a carga térmica radiante que incide sobre o solo e sobre os animais, proporcionando a redução no aquecimento corporal e facilitando a termorregulação dos animais (SILVA et al., 2008; SALLA et al., 2009). Nos sistemas que fornecem sombra, os animais regulam a frequência respiratória, temperatura retal e batimentos cardíacos dentro dos parâmetros fisiológicos normais. O sombreamento também influencia o comportamento de pastejo, ruminação e ócio do animal (MARTELLO et al., 2004). Sendo o desempenho animal dependente desse comportamento, podendo ser alterado em sistemas de criação que não fornecem condições ideais de conforto ou nutricionais, alterando tempo e horário que os mesmos acontecem.

O pastejo é definido como o processo de coleta de plantas pelos animais. O tempo de pastejo sofre influência das condições da pastagem, sistema de pastejo empregado e variações ambientais (MILNE, 1991). Segundo Bürger et al. (2000), o tempo de pastejo dos bovinos caracteriza-se por períodos longos de alimentação, de 4 a 12 horas por dia, para dietas com baixo teor de energia. A temperatura está entre os principais fatores que influenciam o consumo de matéria seca em ruminantes (FAVERDIN et al., 1995). Vacas em lactação expostas a altos índices de temperatura e umidade (ITU) diminuem o tempo de pastejo e o deslocamento, aumentam o tempo de pastejo noturno, buscando sombra e imersão em água durante o dia.



A ruminação acontece depois de um período de pastejo, os animais ruminantes mastigam o alimento e este é transportado até o rúmen e retículo e, após um intervalo de tempo, o alimento segue em sentido contrário, em direção à boca para o processo de ruminação, que consiste de um processo de remastigações e insalivações mais demoradas e completas até a redução do alimento em partículas ainda mais reduzidas (BAGGIO et al., 2008). Animais adultos despendem em torno de 8 horas por dia para a atividade de ruminação, com variações entre 4 e 9 horas, o tempo total é dividido em 15 a 20 períodos, sofrendo influência pela natureza da dieta e sendo proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos (VAN SOEST, 1994). No estudo realizado por Damasceno et al. (1999), observou preferência dos animais em ruminar deitados, principalmente no período de menor temperatura ambiental, com maiores frequências de ruminação ocorrendo entre 22 e 05 h. Já com temperaturas elevadas os animais passaram a ruminar mais tempo em pé, devido ao estresse pelo calor.

A atividade de ócio é definida por Marques (2000), como aquela em que os animais estão em descanso ou repouso, não ingerindo alimento ou água ou em ruminação. O tempo despendido na atividade de ócio está ligado às condições ambientais e tempo gasto com ruminação, pastejo e reprodução (GLASER, 2008). Há uma interação entre as altas temperaturas ambientes e o tempo em ócio dos animais. Nos períodos com elevada temperatura ambiente e umidade relativa do ar, os animais reduzem o tempo de alimentação e ruminação e aumentam o tempo em ócio, para diminuir sua produção de calor metabólico (PIRES; CAMPOS, 2004). Em trabalho realizado por Damasceno et al. (1999), constatou-se maior frequência de ócio dos animais das 11 às 14 h, decrescendo essa frequência a partir das 14 h, com o decréscimo culminando com aumento da frequência de alimentação.

O Brasil possui dois terços de seu território localizado na faixa tropical do planeta, que se caracteriza por uma alta exposição a radiação solar e temperatura média acima de 20 °C, com máximas alcançando 35 e 38 °C (TITTO, 1998). Tal condição somada a períodos de alta umidade podem promover o estresse térmico em animais de produção, com alteração dos parâmetros comportamentais e fisiológicos levando significativas perdas produtivas em sistemas pecuários (CRUZ et al., 2011).

Em animais homeotérmicos o estresse térmico pelo calor acontece quando os mecanismos de controle de temperatura interna não são suficientes para dissipar o calor produzido por reações metabólicas, assim como uma eventual absorção de calor ambiental, alterando a homeostasia (PEGORER, 2006). Segundo Hillman et al. (2005), os animais entram em estado de estresse por calor quando a temperatura ambiente aumenta rapidamente

ou permanece alta por vários dias, com pouca, ou nenhuma queda nos períodos noturnos. Com isso, o animal não consegue dissipar o calor excedente através de mecanismos de radiação, condução e convecção, elevando a temperatura interna acima dos parâmetros fisiológicos, culminando em baixa produtividade animal. As alterações fisiológicas se fazem por aumento da frequência respiratória, aumento da temperatura corporal, redução da ingestão de alimentos e aumento da ingestão de água (ROSSAROLLA, 2007). Segundo Martello et al. (2004), o aumento da frequência respiratória é o primeiro sinal visível de animais em estresse calórico.

A elevação da temperatura corpórea do animal inibe o apetite (BACCARI JÚNIOR., 1998), reduzindo a ingestão alimentar, além de aumentar o gasto de energia para manutenção da homeotermia (MADER et al., 1999). Causa também diminuição de imunidade deixando os animais susceptíveis a agentes patogênicos, altera a reprodução diminuindo a fertilidade do rebanho.

A principal forma de amenizar o estresse é através do fornecimento de sombra para os animais (RICCI et al., 2013). De acordo com Leme et al. (2005), a criação de animais em ambientes de conforto e bem-estar, poderá refletir diretamente na melhora de seus desempenhos produtivo e reprodutivo.

O ambiente ideal para sistemas de exploração com bovinos, se encontra em ambientes que forneçam temperaturas amenas para os animais, atingindo a zona de conforto térmico. Definida como aquela onde a temperatura ambiente propicia aos animais homeotérmicos, não utilizar seu sistema termorregulador, não necessitando realizar termólise ou termogênese (TITTO, 1998). Segundo Pereira (2005), a zona de conforto para bovinos leiteiros (*Bos taurus*), zebuínos (*Bos indicus*) e para mestiços, seria de 0 a 16 °C, 10 a 27 °C e 5 a 31 °C, respectivamente. Com a temperatura dentro da zona de termoneutralidade o animal mantém sua temperatura corporal e frequência respiratória normais, assim o apetite e produção são ótimos, gastando pouca energia para manutenção e maximizando a retenção de energia da dieta (BACCARI JÚNIOR, 2001).

Para avaliar o ambiente em que os animais estão expostos são utilizados índices de conforto, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente físico sobre a habilidade dos animais em dissipar calor. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) leva em consideração a temperatura e a umidade relativa do ar. O outro índice também utilizado é o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) que leva em consideração a radiação térmica, fator ambiental importante para os animais criados a pasto (SILVA et al., 2009).

O Brasil possui sistema de produção de leite a pasto, sistema em expansão e se caracteriza por custos reduzidos quando a alimentação se faz à base de pastagem, utilizando forrageira de boa qualidade (SILVA et al., 2008). Com isso o conhecimento do comportamento dos animais de produção se torna importante, pela interferência que os meios de criação, com suas técnicas de manejo alimentar e instalações tem causado no comportamento (COSTA, 2005).

Através do comportamento ingestivo, os bovinos transmitem sinais que são uteis para o entendimento do ambiente pastoril ao qual estão submetidos, podendo ser utilizados como ferramenta para gestão do animal em pastejo (CARVALHO; MORAES, 2005).

Clima, alimento e sistema de produção são fatores que afetam o comportamento ingestivo dos bovinos leiteiros, conhecer as atividades realizadas pelos animais e seus hábitos alimentares contribui para a melhora do seu bem-estar e desempenho (BRÂNCIO et al., 2003).

Para a coleta de dados em estudos de comportamento ingestivo ou em pastejo, existem técnicas e equipamentos, como gravadores do som emitido pelo animal em pastejo (bioacústica) (CARVALHO et al., 2007). Porém, a realização de observação visual tem sido mais utilizada, por não demandar custo com equipamentos, e se realizada de forma correta, proporciona boa descrição do comportamento ingestivo animal (MEZZALIRA et al., 2011).

A avaliação visual de comportamento é realizada por pessoas, tendo algumas desvantagens como dificuldade em avaliação no horário noturno, possível interferência nas atividades dos animais e registros incorretos de atividades.

A busca por metodologia que seja eficiente e de baixo custo é importante para que estudos de comportamento continuem sendo realizados, gerando conhecimento das atividades dos animais em pastejo ou na ingestão de alimentos, e servindo de base para melhorar práticas de manejo e melhorar as instalações utilizadas nas explorações pecuárias.

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo geral***

Avaliar o comportamento em pastejo e o conforto térmico de novilhas Girolando em sistemas integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

### ***1.1.2 Objetivos específicos***

- a) avaliar o tempo despendido em pastejo, ruminação, ócio e outras atividades por novilhas Girolando em sistema iLP e iLPF;
- b) relacionar temperatura interna de novilhas Girolando com índice de conforto térmico para bovinos em sistemas iLP e iLPF;
- d) validar a metodologia bioacústica através da comparação com a avaliação visual de comportamento, para avaliação de comportamento em pastejo de bovinos.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; SILVA, V. P.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema Integração lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 31, n. 257, p. 59-67, 2010a.
- ALVARENGA, R. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, M. C. M.; VILELA, L. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 1-9, 2010b.
- ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M. Inovações tecnológicas nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta ilpf. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 8., 2012, Viçosa. **Anais eletrônicos...** Viçosa: Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/927330/1/Inovacoestecnologicas.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2016.
- ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. M.; WRUCK, F. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v. 19, n. 4, p. 309-316, 2015.
- BACCARI JÚNIOR, F. **Adaptação de sistema de manejo na produção de leite em clima quente**. In: Silva, I. J. O. (Ed.) *Ambiência na produção de leite*. Piracicaba: FEALQ, p. 24-65, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: UEL, 2001. 142 p.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, C. F. C.; SILVA, J. L. da S.; ROCHA, L. M. da; BREMM, C.; SANTOS, D. T. dos; MONTEIRO, A. L. G. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual e aveia-preta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1912-1918, 2008.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial: integração-lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa, 2011. 130 p.
- BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1045-1053, 2003.
- BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 236-242, 2000.
- CARVALHO, P. C. de F.; KOZLOSKI, G. V.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços metodológicos na determinação do

consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007, (supl. especial).

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.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; MARCHÃO, R. L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 15-43, 2015.

COSTA, M. J. R. P. O bem-estar no ambiente de produção. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CR-ROM.

CRUZ, L. V. da; ANGRIMANI, D. de S. R.; RUI, B. R.; SILVA, M. A. da. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano IX – Número 16, 2011.

DAMASCENO, J. C.; BACCARI JUNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso a sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 34, p. 709-715, 1999.

EMBRAPA. Documento síntese do workshop de ILPF da Embrapa. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA EMBRAPA, Resumos e Palestras... 2009. Brasília, 2009. CD.

FAVERDIN, P.; BAUMONT, R.; INGVAERTSEN, K. L. Control and prediction of feed intake in ruminants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4., 1995, Paris, FR. **Proceedings...** Paris, FR: Inra, 1995. p. 95-120.

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2008. 117p. Tese (Doutorado em qualidade e produtividade animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2008.

HILLMAN, P. E.; GEBREMEDHIN, K. G.; BROWN-BRANDL, T. M.; LEE, C. V. Thermal analysis and behavior activity of heifers in shade or sunlight. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM LIVESTOCK ENVIRONMENT, 7, 2005. Beijing. **Proceedings...** Beijing, 2005. p. 151-161.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. 21 ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvopastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

MADER, T. L.; DAHLQUIST, J. M.; HAHN, G. L.; GAUGHAN, J. B. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2065-2072, 1999.

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

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas em Lactação Submetidas a Diferentes Ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M. V.; POLI, C. H. E. C.; TRINDADE, J. K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1114-1120, 2011.

MILNE, J. A. Diet selection by grazing animals. In: NUTRITION SOCIETY, 50., 1991. **Proceedings...**[S.I.], 1991. p.77-85.

PEGORER, M. F. **Influência do estresse calórico na reprodução de vacas leiteiras de alta produção**. Tese (Doutorado em Reprodução Animal)- Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2006.

PEREIRA, C. C. J. **Fundamentos de Bioclimatologia Aplicados à Produção Animal**. 1.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005, 195 p.

PIRES, M. F. Á.; CAMPOS, A. T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. **Comunicado técnico** 42, Juiz de Fora, MG, 2004.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite – Revisão. **Veterinária e Zootecnia** v. 20, 2013.

ROSSAROLLA, G. **Comportamento de vacas leiteiras da raça Holandesa, em pastagem de milho com e sem sombra**. 2007. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SALLA, L. E.; PIRES, M. F. A.; MORAES, D. F.; DIAS, M.; OLIVEIRA, P.; CUNHA SANTOS, B. Efeito da disponibilidade de sombra sobre o conforto térmico de novilhas leiteiras. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 3343-3346, 2009.

SALTON, J. C. (Ed.). PEZARICO, C. R.; TOMAZI, M.; COMAS, C. C.; RICHETTI, A.; MERCANTE, F. M.; CONCENÇO, G. **20 Anos de Experimentação em Integração Lavoura-Pecuária na Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 167 p. (Documentos 130).

SILVA, É. C. L. da; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M. de; FERREIRA, M. de A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, H. A. da; KOEHLER, H. S.; MORAES, A. de; GUIMARÃES, V. Di A.; HACK, E.; CARVALHO, P. C. de F. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 445-450, 2008.

SILVA, R. A.; CRESTE, J. E.; MEDRADO, M. J. S.; RIGOLIN, I. M. Sistemas integrados de produção – o novo desafio para a agropecuária brasileira. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. 1, p. 55-68, 2014.

TITTO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1998. p. 10-23.

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



## 2 BIOACÚSTICA COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO EM PASTEJO DE NOVILHAS GIROLANDO

### RESUMO

Objetivou-se validar o método de análise de dados bioacústicos na descrição do comportamento em pastejo de novilhas em área de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF). Foram utilizadas oito novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) com média de 25 ( $\pm 6,8$ ) meses de idade e 268 ( $\pm 83$ ) kg de peso vivo (PV), distribuídas em delineamento *crossover* 2x2 (dois sistemas x dois períodos de avaliação). A coleta de dados para análise bioacústica foi realizada utilizando gravadores MP3. Esses dados foram analisados pelo *software* Audacity® para identificação das atividades de pastejo, ruminação e ócio. Concomitantemente, o comportamento também foi avaliado pelo método de observação visual realizada no período de 8:00 AM a 04:00 PM em intervalos de 15 minutos. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre médias dos tempos (minutos) de pastejo, ruminação e ócio registrados pelos métodos de bioacústica e avaliação visual, sendo respectivamente 127 vs. 137; 122 vs. 112 e 238 vs. 216 no sistema iLP e; 134 vs. 103; 130 vs. 165 e 233 vs. 202, no sistema iLPF. Através destes resultados foi possível concluir que o método da bioacústica é uma importante ferramenta para avaliar o comportamento de pastejo em diferentes sistemas de produção a pasto, com a vantagem de possibilitar o registro de atividades durante o período noturno, além de maior praticidade, precisão que o método observacional.

**Palavras-chave:** Ambiência. Bem-estar animal. Estresse térmico. Sistema agroflorestal.

## ABSTRACT

Aiming to validate the analysis of bioacoustic data for describing grazing behavior of heifers in integrated crop, livestock (ICLS) and forestry (ICLFS) systems. Eight 25 ( $\pm 6,8$ ) month-old Girolando ( $\frac{3}{4}$ Holstein  $\times$   $\frac{1}{4}$ Gir) heifers with  $268 \pm 83$  kg of live weight (LW) were distributed in 2x2 crossover design (two systems  $\times$  two evaluation periods). Data collection for bioacoustic analysis was done with MP3 recorders. These data were analyzed by Audacity® software for identification the activities of grazing, rumination and resting. Concomitantly, behavior was also described by the method of visual observation realized from 8:00 AM to 04:00 PM in intervals of 15 minutes. There was no difference ( $P > 0.05$ ) between the methods of bioacoustic data and visual observation considering the means of time (minutes) of grazing, rumination and resting, being them, respectively: 127 vs. 137, 122 vs. 112 and 238 vs. 216 in ICLS system and; 134 vs. 103, 130 vs. 165 and 233 vs. 202, in ICLFS system. In conclusion, the bioacoustic method is a tool that can be useful for evaluating bovine grazing behavior within different grazing systems, with the advantage to allow registering the activities during the night with higher practicality and precision than the visual observation method.

**Key words:** Ambience. Animal welfare. Thermal stress. Agroforestry system.

## 2.1 Introdução

O estudo do comportamento em pastejo é importante para conhecer a relação da interface planta-animal (MEZZALIRA et al., 2011), sendo o desempenho animal determinado pela quantidade e qualidade da forragem consumida (SANTANA JUNIOR et al., 2013). Estudando o comportamento dos animais é possível apresentar soluções para problemas relacionados com a redução do consumo em épocas críticas para produção de leite (ALBRIGTH, 1993). Os resultados de pesquisas podem descrever os principais problemas que limitam a produtividade e bem-estar animal de vacas lactantes e podem ser utilizados para orientar extensionistas, pesquisadores e formuladores de políticas públicas (COSTA et al., 2013). Desta forma, medidas nutricionais ou de manejo podem ser aplicadas na melhoria produtiva nos sistemas de produção a pasto, tanto explorações de corte como de leite.

Carvalho et al. (2007) citam várias técnicas ou equipamentos para o estudo do comportamento de bovinos em pastejo. Entretanto, a principal metodologia utilizada em estudos de avaliação do comportamento de bovinos em pastagem é a observação visual (FISCHER et al., 1998; SALLA et al., 2003; OLIVO et al., 2006; BAGGIO et al., 2008; SILVA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; LOPES et al., 2016). Essa técnica consiste no registro do comportamento em pastejo do animal em intervalos de tempo predeterminados com auxílio de binóculos para melhor observação das atividades realizadas pelos mesmos. Entretanto, a avaliação visual apresenta algumas limitações, tais como, dificuldade de avaliações comportamentais no período noturno, áreas extensas de pastagem com a presença de obstáculos para visualização, possibilidade de interferência dos observadores no comportamento dos animais e o registro incorreto de atividades por observadores sem treinamento prévio.

Uma alternativa para o estudo do comportamento em pastejo é o método da bioacústica, que consiste no registro dos sons produzidos pelos animais em pastejo gerando áudios com características acústicas discriminadas em frequência (Hz), intensidade (dB), duração (s) e intervalos de tempo (s) (TRINDADE et al., 2011). A bioacústica é um método não invasivo, com baixo custo e que possibilita a identificação de atividades dos ruminantes de forma contínua, sem afetar o comportamento do animal. O princípio da metodologia consiste em identificar pelos padrões de sons as atividades de pastejo, ruminação e ócio dos animais em intervalos longos e ininterruptos. Outra possibilidade do método está relacionada à intensidade e o tipo de ondas sonoras produzidas pelo pastejo que podem ser associadas com

a quantidade de forragem ingerida pelos animais (NELSON et al., 2005; CARVALHO et al., 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo validar o método de bioacústica em relação ao método de avaliação visual para caracterização do comportamento em pastejo de novilhas Girolando em sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

## **2.2 Material e métodos**

### ***2.2.1 Local do experimento***

A pesquisa foi conduzida no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, localizada no município de Porto Velho, Rondônia, Brasil - com as coordenadas geográficas 8°48'03.89" S e 63°50'53.08" O. O clima segundo o sistema de classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com estação relativamente seca durante o ano e temperaturas médias anuais de 25,5 °C. O regime pluviométrico é caracterizado por período chuvoso com média anual próxima de 2.400 mm, que está compreendido entre os meses de novembro a abril e período seco, entre os meses de maio e setembro.

### ***2.2.2 Animais utilizados no experimento***

O experimento teve sessenta dias de duração, com início em setembro de 2015 e término em novembro de 2015. Foram utilizadas oito novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) com média de idade de 25±6,8 meses e 268±83 kg de peso vivo divididas em dois grupos homogêneos para idade, grau de sangue e peso. Os animais experimentais foram mantidos em pastagem de capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés).

### ***2.2.3 Descrição dos sistemas, manejo da pastagem e composição químico-bromatológica do capim***

Em ambos os sistemas a área de pastagem era de cinco hectares dividida em quatro piquetes de 1,25 ha com praça de alimentação localizada no centro de cada sistema contendo bebedouro e cocho, onde os animais receberam suplementação mineral e água *ad libitum*. O

sistema iLPF estava sombreado por árvores de eucalipto plantadas em março de 2013 em renques com quatro linhas em espaçamento 3x3 m. No período de realização do estudo as árvores apresentavam, em média, 11,9 cm de diâmetro e 13,8 m de altura total, sendo a média de cobertura de copa de 65%. A pastagem foi manejada com lotação intermitente com dez dias de ocupação e trinta dias de descanso, com oferta de 41,9 e 32,3 kg de MS/100 kg de peso vivo (PV) nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente, e lotação média de 2,5 UA/ha. Na Tabela 1 encontram-se os valores de matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG) e proteína bruta (PB) do capim-xaraés nos sistemas iLP e iLPF.

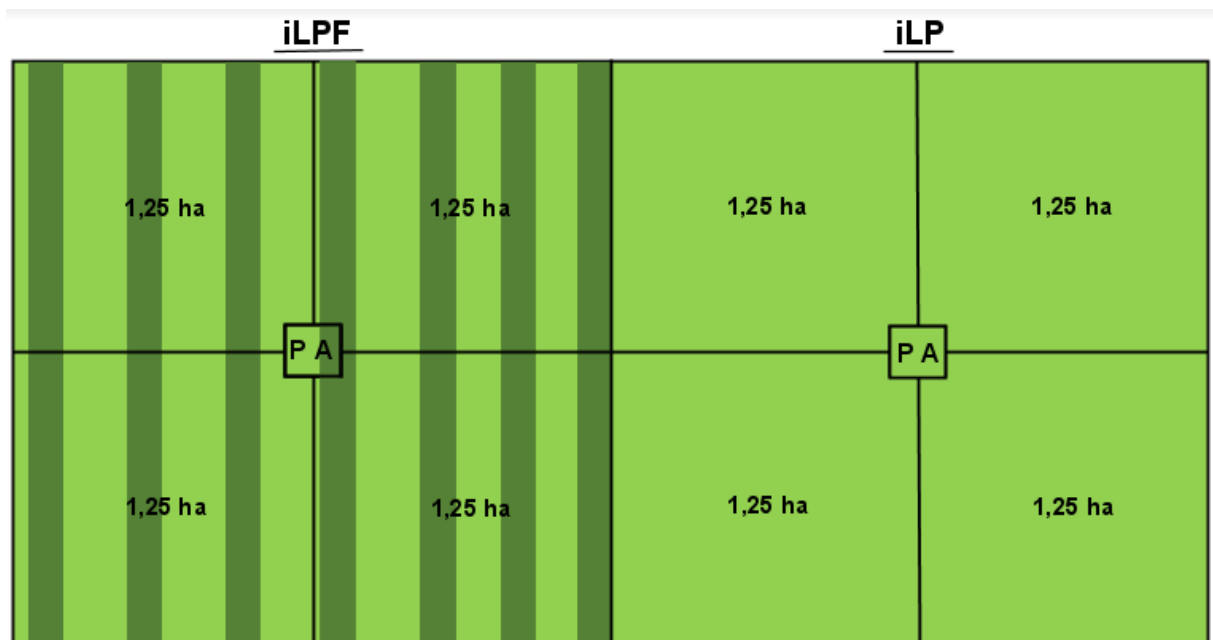


Figura 1- Croqui da área experimental, apresentando os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF), com as divisões dos piquetes e área em hectares e praças de alimentação no centro de cada sistema.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

Sistema	MS (%)	PB	FDN	FDA	LIG
iLP	30,6	9,5	59,9	27,5	2,2
iLPF	25,9	12,5	60,2	28,8	2,5

MS - Matéria Seca, PB - Proteína Bruta, FDN - Fibra em Detergente Neutro, FDA - Fibra em Detergente Ácido, LIG - Lignina.

### 2.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o *crossover* 2x2, considerando dois sistemas de integração (iLP e iLPF) e dois períodos experimentais (Figura 2). Cada período experimental compreendeu 10 dias de adaptação, seguidos de 20 dias para coleta de dados, com a troca de grupos de animais entre os sistemas no final do primeiro período experimental.

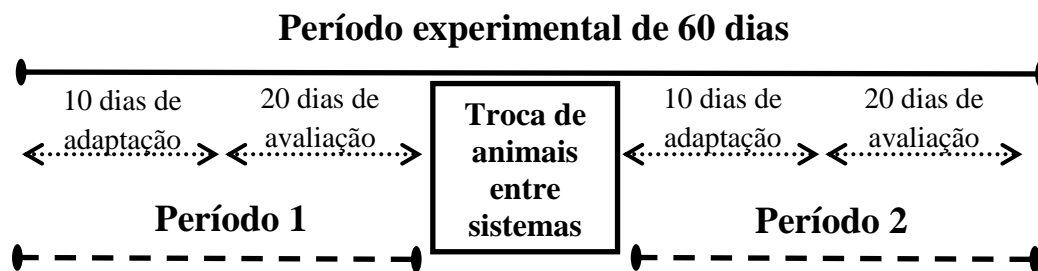


Figura 2 - Esquema representativo do delineamento *crossover* 2x2.

### 2.2.5 Coleta de dados da bioacústica

Os dados de bioacústica foram coletados com gravadores de áudio adaptados em cabrestos por 48 h (no 5º e no 6º dia de ocupação de um piquete escolhido ao acaso). Após esse período, os áudios foram analisados com auxílio do programa Audacity® para identificação dos tempos gastos com as atividades de pastejo, ruminação e ócio.



Figura 3 - Gravador de áudio acoplado em cabresto (A), gravadores de áudio (B).

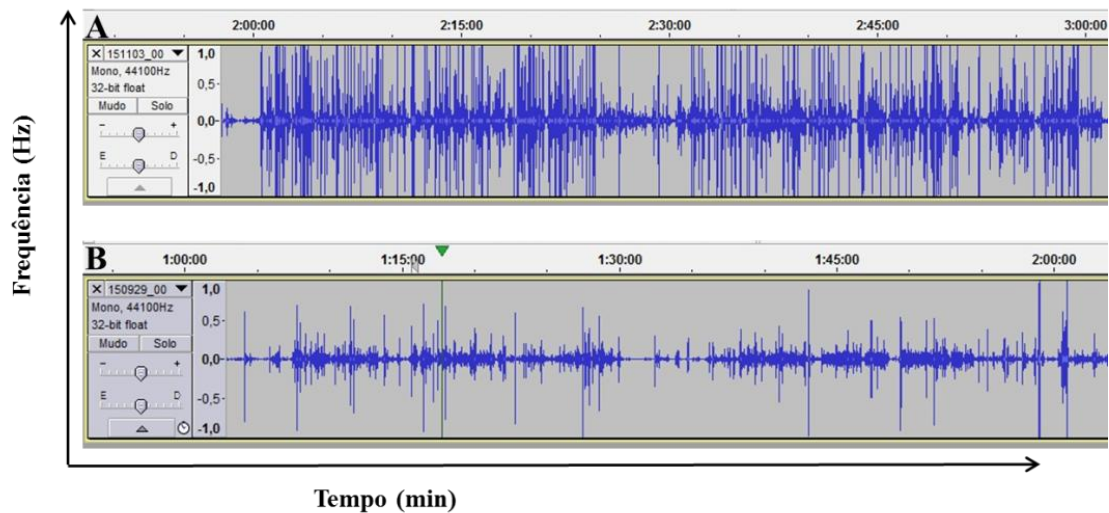


Figura 4 - Registro do áudio no programa Audacity® (frequência por tempo) em novilhas Girolando nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) (A) e integração Lavoura-Pecuária (iLP) (B).

### 2.2.6 Avaliação visual do comportamento

A avaliação visual de comportamento foi realizada durante o primeiro dia de coleta de dados de bioacústica (5º dia de ocupação do piquete) por duplas de observadores no período de 8:00 AM até 04:00 PM, com observações feitas em intervalos de 15 minutos. Os animais experimentais foram numerados com tinta óleo nos flancos. As atividades observadas (pastejo, ruminação e ócio) foram registradas em planilhas para posterior cálculo de tempo gasto em cada atividade.

Para comparação do método de bioacústica com o de avaliação visual, foi considerado somente o tempo de registro de 8:00 AM até 04:00 PM do primeiro dia de avaliação.



Figura 5 - Animais no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), (A); animais no sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP), (B); planilha e binóculo utilizados para observação visual de comportamento (C).

### 2.2.7 Análise estatística

A análise de variância no delineamento *crossover* 2x2 foi realizada utilizando o procedimento MIXED do SAS (*Statistical Analysis System*) conforme o modelo abaixo, eq. (1).

$$Y_{ijklm} = \mu + S_{ij} + P_k + T_l + H_m + TH_{lm} + e_{ijklm} \quad (1)$$

Onde:

$Y_{ijklm}$ : é a variável resposta;

$\mu$ : é a média geral;

S: efeito do i-ésimo indivíduo (1 a 8) na j-ésima sequência (1 e 2)

P: efeito fixo do k-ésimo período (1 e 2)

T: é o efeito fixo do l-ésimo sistema de produção (iLP e iLPF)

H: é o efeito fixo do m-ésimo horário (Diurno e Noturno)

$e_{ijklm}$ : é o erro aleatório

As médias dos tempos despendido em cada atividade foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância.

### 2.3 Resultados e discussão

As médias dos tempos despendidos com as atividades de pastejo, ruminação e ócio nos sistemas iLP e iLPF não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) em relação aos métodos de avaliação utilizados (Tabela 2).



Tabela 2 - Comparação entre o método de bioacústica e de avaliação visual no horário compreendido entre 8:00 AM até 04:00 PM, considerando as médias dos tempos gastos (minutos) nas atividades de pastejo, ruminação e ócio realizadas por novilhas Girolando em sistemas iLP e iLPF.

<b>Atividade</b>	<b>Método</b>	<b>Sistema</b>	<b>Tempo (min.)</b>	<b>Erro Padrão</b>
Pastejo	iLP	Bioacústica	127	±19,72
		Visual	137	±19,72
	iLPF	Bioacústica	134	±21,04
		Visual	103	±19,72
Ruminação	iLP	Bioacústica	122	±15,10
		Visual	112	±16,21
	iLPF	Bioacústica	130	±15,10
		Visual	165	±15,10
Ócio	iLP	Bioacústica	238	±15,03
		Visual	216	±15,95
	iLPF	Bioacústica	233	±15,03
		Visual	202	±15,03

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância.

Como não houve interação entre o método de avaliação e os sistemas de integração iLP e iLPF (Tabela 2), foi possível fazer a comparação entre os métodos de bioacústica e de avaliação visual, considerando as médias dos tempos gastos em pastejo, ruminação e ócio realizadas por novilhas Girolando em ambos os sistemas (Figura 6).

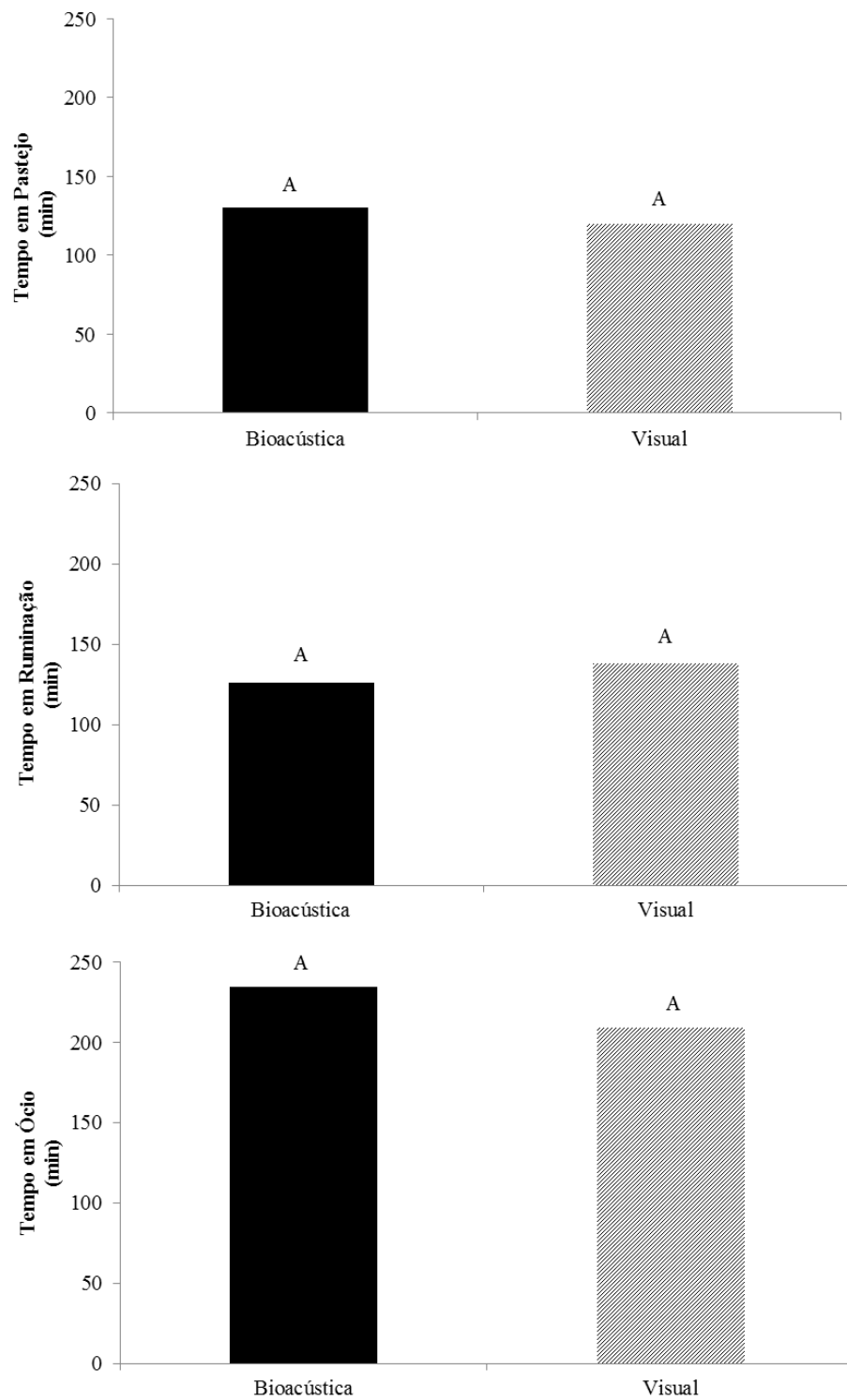


Figura 6 - Tempos gastos por novilhas Girolando em atividades de pastejo, ruminação e ócio obtidos por avaliação bioacústica (■) ou observação visual (▨), ( $P > 0,05$ ).

Considerando o tempo total de coleta de dados (48 horas) pelo método da bioacústica (Tabela 3), a atividade de pastejo no horário diurno (06:00 às 17:59) apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) entre os dois sistemas de integração. Essa diferença não foi observada pelo método

de avaliação visual. Caracterizando maior precisão da bioacústica na avaliação do tempo de pastejo das novilhas.

Tabela 3 - Tempo gasto em pastejo (minutos) por novilhas Girolando, coletado pelo método bioacústica durante as 96 h de coleta de dados (48 h em cada período), nos horários diurno e noturno nos sistemas iLP e iLPF.

Horário	Sistema	Tempo	Pr
Diurno	iLP	436,88 B	0,0083
	iLPF	581,35 A	
Noturno	iLP	228,00 C	
	iLPF	238,06 C	

Médias seguidas de letras iguais na coluna não se diferenciam pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância.

Os métodos da bioacústica e de avaliação visual não apresentaram diferença ( $P>0,05$ ) considerando as médias de tempo de pastejo, ruminação e ócio no período de 8:00 e 16:00 horas. A bioacústica se caracteriza como metodologia de avaliação da atividade de comportamento de bovinos em pastejo pouco invasiva por permitir registrar as atividades realizadas pelos animais sem que os mesmos sofram interferência em seu comportamento por ação do homem (TRINDADE et al., 2011). Ainda possui como características o baixo custo para execução (NELSON et al., 2005), a economia de mão de obra e a possibilidade de registros noturnos com maior facilidade.

A literatura apresenta vários trabalhos realizados com o objetivo de aprimorar a metodologia de avaliação visual considerando diferentes intervalos entre as observações para registro das atividades realizadas pelos animais, variando de cinco, dez, quinze e trinta minutos. Segundo Oliveira et al. (2011), os intervalos de cinco minutos são mais indicados, pois intervalos maiores podem subestimar os resultados. Silva et al. (2008) encontraram diferenças ao avaliar intervalos de 10, 20 e 30 minutos, concluindo que intervalos de até 30 minutos podem ser utilizados para avaliar tempo total de atividade diária, porém recomenda intervalos de no máximo dez minutos para séries discretas de atividades.

Com a bioacústica é possível obter registros contínuos, com o tempo variando de acordo com a capacidade de armazenamento e durabilidade da bateria do gravador. Com isso, eleva-se a precisão das informações por eliminar o intervalo entre observações, quando comparado com a observação visual de comportamento dos animais, além de eliminar os problemas com

a observação no período noturno (FORBES, 1986). A avaliação no horário noturno com a metodologia visual apresenta algumas limitações, principalmente relacionado à iluminação artificial que pode interferir no comportamento dos animais.

Desta forma, a bioacústica se mostra potencialmente mais eficaz para identificar as alterações comportamentais conforme sistema de criação ou ambiente em que os animais são expostos, tal qual em situações de estresse térmico (SILVA, 2000). Neste estudo nossos resultados mostraram a possibilidade de identificar as alterações relacionadas ao horário do dia em que acontece o pastejo, ruminação e ócio, assim como o tempo exato despendido nestas atividades de acordo com o sistema de produção.

Embora não apresentado neste estudo, durante a avaliação dos dados bioacústicos foi possível detectar a frequência respiratória dos animais em pastejo, permitindo o cálculo do número de respirações por minuto, o que seria de grande impacto para determinação do nível de estresse térmico segundo o índice de Benezra que utiliza temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR). Também é possível realizar o cálculo da taxa de bocados e avaliar o consumo realizado pelos animais como apresentado por trabalhos de Galii et al. (2011) e Ungar e Rutter (2006). O movimento do bocado apresenta-se de forma distinta no áudio, composto pela apreensão e corte do bocado, com isso é possível realizar o cálculo da taxa de bocado.

As principais desvantagens do método da bioacústica são o tempo limitado de gravação de áudio, já que a fonte de energia dos gravadores utilizados são pilhas alcalinas e as mesmas não possuem tempo de duração longo. Além disso, há risco de perda de registro das atividades no caso de os gravadores serem danificados em brigas entre animais ou quando os animais se coçam em árvores ou cercas. Outra desvantagem é não ser possível distinguir as atividades de ócio e ruminação, no caso de os animais estarem realizando essas atividades em pé ou deitados na pastagem, ou em casos de avaliações em que o local é determinante no tratamento (ex. sombra e/ou pleno sol). Essas posições também estão relacionadas com a condição de conforto térmico dos animais. Segundo Damasceno et al. (1999), em ambientes com temperatura elevada os animais tendem a ruminar maior tempo em pé. Um exemplo claro foi demonstrado por Camargo (1988), onde observou para atividade de ócio que durante o dia os animais nas horas de maior temperatura ambiente preferem ficar em ócio em pé e no período noturno tendem a realizar ócio deitado.

## **2.4 Conclusão**

O método de bioacústica foi eficiente na avaliação do comportamento em pastejo de novilhas Girolando em sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF), permitindo o registro das atividades nos períodos diurno e noturno. Esse método permite registro mais preciso e por período contínuo das atividades de pastejo, ruminação e ócio, o que diminui a possibilidade de subestimação ou superestimação dos resultados.

## REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, J. L. Nutrition, feeding and calves: feeding behaviour of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 485-498, 1993.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. de R.; SILVA, J. L. S. da; ROCHA, L. M. da; BREMM, C.; SANTOS, D. T. dos; MONTEIRO, A. L. G. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual e aveia-preta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1912-1918, 2008.
- CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça holandês em confinamento do tipo “free stall”, no Brasil Central**. 1988. 146f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz.
- CARVALHO, P. C. de F.; KOZLOSKI, G. V.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; REFFATTI, M. V.; GENRO, T. C. M.; EUCLIDES, V. P. B. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151-170, 2007 (supl. especial).
- CARVALHO, P. C. de F.; TRINDADE, J. K. da; MEZALLIRA, J. C.; POLI, C. H. E. C.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; GONDA, H. L. Do bocado ao pastejo de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 109-122, 2009 (supl. especial).
- COSTA, J. H. C.; HÖTZEL, M. J.; , LONGO, C.; BALCÃO, L. F. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 307-317, 2013.
- DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília , v. 34 , n. 4 , p. 709-715, 1999.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Padrões Nectemerais do Comportamento Ingestivo de Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 362-369, 1998.
- FORBES, J. M. **The voluntary food intake of farm animals**. Londres: Butterworth and Co, 206 p, 1986.
- GALLI, J. R.; CANGIANO, C. A.; MILONE, D. H.; LACA, E. A. Acoustic monitoring of short-term ingestive behavior and intake in grazing sheep. **Livestock Science**, v. 140, p. 32–41, 2011.
- LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Trop Anim Health Prod**, v. 48, p. 755–761, 2016.
- MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. de F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M. V.; POLI, C. H. E. C.; TRINDADE, J. K. da. Aspectos metodológicos do comportamento

ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40. n. 5, p. 1114-1120, 2011.

NELSON, D. E.; ALKON, P. U.; KRAUSMAN, P. R. Using acoustic telemetry to monitor foraging by penned mule deer. **Wildlife Society Bulletin**, v. 33, p. 624-632, 2005.

OLIVEIRA, P. A. de; MARQUES, J. de A.; BARBOSA, L. P.; OLIVEIRA, G. J. C. de; PEDREIRA, T. M.; SILVA, L. L. da. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastejo de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 166-175, 2011.

OLIVO, C. J.; CHARÃO, P. S.; ZIECH, M. F.; ROSSAROLLA, G.; MORAES, R. S. Comportamento de vacas em lactação em pastagem manejada sob princípios agroecológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2443-2450, 2006.

SALLA, L. E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E. X.; MORENO, C. B.; STUMPF JUNIOR, W.; D'ALMEIDA DUARTE, L. Comportamento Ingestivo de Vacas Jersey Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Fontes de Gordura nos Primeiros 100 Dias de Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 683-689, 2003.

SANTANA JUNIOR, H. A.; SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P. de; SILVA, F. F. da; BARROSO, D. S.; PINHEIRO, A. A.; ABREU FILHO, G.; CARDOSO, E. O.; DIAS, D. L. S.; TRINDADE JÚNIOR, G. Correlação entre desempenho e comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 367-376, 2013.

SILVA, É. C. L. da; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M. de; FERREIRA, M. de A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, R. G. **Introdução á bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000.

SILVA, R. R.; PRADO, I. N. do; CARVALHO, G. G. P. de; SANTANA JUNIOR, H. A. de; SILVA, F. F. da; DIAS, D. L. S. Efeito da utilização de três intervalos de observações sobre a precisão dos resultados obtidos no estudo do comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 319-326, 2008.

TRINDADE, J. K. da; CARVALHO, P. C. de F.; NEVES, F. P.; PINTO, C. E.; GONDA, H. L.; NADIN, L. B.; CORREIA, L. H. S. Notas Científicas Potencial de um método acústico em quantificar as atividades de bovinos em pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 8, p. 965-968, 2011.

UNGAR, E. D.; RUTTER, S. M. Classifying cattle jaw movements: Comparing IGER Behaviour Recorder and acoustic techniques. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 98, p. 11-27, 2006.

### 3 COMPORTAMENTO EM PASTEJO E CONFORTO TÉRMICO DE NOVILHAS GIROLANDO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA (iLP) E FLORESTA (iLPF)

#### RESUMO

Com o objetivo de comparar os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF) em relação ao conforto térmico, ao comportamento em pastejo e à temperatura interna (TI) de oito novilhas ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir), conduziu-se um ensaio em delineamento *crossover* 2x2 com dois períodos de 10 dias de adaptação seguidos de 20 dias para coleta de dados. As novilhas estavam sob condição de pastejo em uma área de capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) manejado com lotação intermitente com 10 dias de ocupação e 30 de descanso. O sistema iLPF era sombreado por árvores de eucalipto plantadas em renques, permitindo 65% de cobertura de copa. Os parâmetros de comportamento foram estimados pela avaliação de dados de bioacústica obtidos por gravadores de áudio durante 48 h entre o 5º e o 6º dia de ocupação de dois piquetes escolhidos ao acaso durante um ciclo de pastejo. Simultaneamente, foram coletados dados de temperatura interna (TI) dos animais por termômetros com *datalogger* acoplados em dispositivos intravaginais; e de temperatura (°C) e umidade do ar (%) por termohigrômetros localizados na praça de alimentação de cada sistema, com estes últimos calculou-se o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) em cada sistema. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo MIXED do SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância. Houve diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os sistemas iLP e iLPF com relação as médias de TI no horário diurno (39,5 vs. 39,4, respectivamente) e aos valores de ITU (82,4 vs. 82,0, respectivamente). Os animais apresentaram maior tempo de pastejo diurno ( $P < 0,05$ ) no sistema iLPF (581,35 vs. 436,88 min.). Em ambos os sistemas, o tempo de ruminação foi maior ( $P < 0,05$ ) a noite, perfazendo 48% do tempo total do horário noturno. O sombreamento natural com eucalipto muda o microclima da pastagem, o que resulta em maior tempo em pastejo e redução da temperatura interna de novilhas Girolando.

**Palavras-chave:** Ambiência. Bem-estar animal. Bovinos. Estresse por calor.



## ABSTRACT

Aiming to compare integrated Crop-Livestock (iCL) and Forestry (iCLF) systems in terms of thermal comfort, grazing behavior and internal temperature (IT) of eight  $\frac{3}{4}$  Holstein x  $\frac{1}{4}$  Gir heifers, a 2x2 crossover trial was carried out during two periods with 10 days for adaptation followed by 20 days for data collection. Heifers grazed xaraés grass (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) managed with rotational stocking method with 10-day occupation and 30-day resting periods. The iCLF system was shaded by *Eucalyptus* trees planted in strips, allowing 65% of crown cover. Estimation of behavior parameters were done by evaluation of bioacoustic data taken by sound recorders during 48 h from 5th to 6th of the occupation period in two paddocks randomly chosen during one grazing cycle. Simultaneously, were collected data of internal temperature (IT) by datalogger thermometers adapted to intervaginal devices; and air temperature (°C) and humidity (%) by datalogger termohygrometers located in the feeding station of each system, with these last the Temperature and Humidity Index (THI) of both system was calculated. Data were submitted variance analysis by MIXED proceeding by SAS and means were compared by Tukey-Kramer test at 5% of significance. There were differences ( $P<0.05$ ) between iCL and iCLF systems in relation to IT means of the diurnal period (39.5 vs. 39.4, respectively) and to THI values (82.4 vs. 82.0, respectively). Animals grazed more time during the day ( $P<0.05$ ) in the iCLF (581.35 vs. 436.88 min.). In both systems, rumination time was higher ( $P<0.05$ ) during the night, comprehending 48% of the total nocturne period. The natural shading by eucalyptus trees changes pasture microclimate, which results increase in grazing time and reduction of internal temperature of Girolando heifers.

**Key words:** Ambience. Animal Welfare. Bovine. Heat Stress.

### 3.1 Introdução

O rebanho leiteiro brasileiro tem sua origem em regiões temperadas o que torna um problema para adaptação dos animais ao clima tropical e ao sistema de produção do Brasil (LEME et al., 2005). As raças bovinas leiteiras necessitam de condições climáticas favoráveis que não interfiram na fisiologia animal e no comportamento em pastejo para expressarem seu potencial produtivo. Por isso, regiões com temperatura e umidade do ar ameno favorecem as explorações leiteiras.

O clima tropical na Amazônia se caracteriza por apresentar índices de temperatura e umidade elevados na maior parte do ano (GARCIA et al., 2011), o que impõe um grande desafio para as raças leiteiras expressarem todo o seu potencial genético para a produção (DAMASCENO et al., 1998).

O ambiente pode influenciar a temperatura interna dos animais levando ao estresse. O estresse acontece quando o calor metabólico é maior que o calor dissipado para o ambiente, podendo gerar inúmeras alterações fisiológicas devido ao esforço realizado pelo mesmo com a finalidade de manter sua homeostasia, variando desde mudança comportamental a queda da imunidade e produtividade animal (VIANA et al., 2013). Os efeitos do estresse térmico afetam de forma direta o bem-estar dos animais causando perdas econômicas nos sistemas de exploração (DELFINO et al., 2012).

As principais atividades realizadas por bovinos criados a pasto são o pastejo, ruminação, ócio e a ingestão de água, sendo influenciadas pelas condições ambientais. Com o estresse os animais alteram o tempo e o período de realização dessas atividades. O tempo de pastejo e ruminação geralmente diminuem, aumentando o tempo em ócio, além de alterações na postura dos animais para realizar as atividades, como relatado por Allen et al. (2015), onde vacas submetidas a ambientes estressantes permanecem maior tempo em pé e elevam sua temperatura interna.

Para avaliar o conforto térmico dos animais em sistemas de produção em pastagens pode ser utilizado a temperatura retal (TR), que é um parâmetro fisiológico relacionado ao conforto e a adaptabilidade às condições ambientais (HEMSWORTH et al., 1995). Outros parâmetros que também podem ser utilizados são os índices de conforto, como o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) que permite avaliar o impacto do ambiente sobre os animais. O cálculo do ITU leva em consideração a temperatura e a umidade relativa do ar (SILVA et al., 2009).

Dentre as medidas utilizadas para amenizar os efeitos do estresse térmico nos sistemas de produção pecuários, está o fornecimento de sombra. De acordo com West (2003) e Titto et al. (2011), o uso de sombra diminui a incidência da radiação direta nos animais beneficiando o conforto térmico, favorecendo o controle homeotérmico e o comportamento em pastejo. Costa et al. (2013) observaram em propriedades leiteiras no Estado de Santa Catarina que o sombreamento é uma medida pouco utilizada no sistema para amenizar o efeito do estresse térmico.

O cruzamento entre raças zebuínas e europeias é uma medida também utilizada para amenizar os efeitos do clima, aproveitando a adaptação que raças zebuínas tem a climas tropicais e a alta produção das raças europeias (FACÓ et al., 2005). O principal cruzamento utilizado é entre o Gir e o Holandês, formando o Girolando, animal que tem como característica uma boa adaptação ao clima, parasitas e boa produção.

O sistema silvipastoril pode ser utilizado para oferecer sombra, além de apresentar vários outros benefícios para a pecuária. Segundo Garcia (2013), esse sistema oferece conforto animal, proporcionado pela redução dos índices bioclimatológicos. Silva et al. (2008), pontuam que o sombreamento proporcionado pelas árvores do sistema, diminui em 26% a carga de calor sobre os animais, comparando com animais a pleno sol. Com a utilização do Girolando aliado ao uso de sistema silvipastoril é possível melhorar a produção e fornecer ambiente que aumenta o conforto térmico para os animais.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou comparar os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF) em relação ao conforto térmico, à temperatura interna e ao comportamento em pastejo de novilhas Girolando em Porto Velho, Rondônia.

## **3.2 Material e métodos**

### ***3.2.1 Local de realização do experimento***

A pesquisa foi conduzida no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, localizada no município de Porto Velho, Rondônia, Brasil - com as coordenadas geográficas 8°48'03.89" S e 63°50'53.08" O. O clima segundo o sistema de classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso, com estação relativamente seca durante o ano e temperaturas médias anuais de 25,5 °C. O regime pluviométrico é caracterizado por período chuvoso com média anual próxima de 2.400 mm, que está

compreendido entre os meses de novembro a abril; e o período seco entre os meses de maio e setembro.

### ***3.2.2 Animais utilizados no experimento***

O experimento teve sessenta dias de duração, com início em setembro de 2015 e término em novembro de 2015. Foram utilizadas oito novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) com média de idade de  $25 \pm 6,8$  meses e  $268 \pm 83$  kg de peso vivo, divididas em dois grupos homogêneos para idade, grau de sangue e peso. Os animais experimentais foram mantidos em pastagem de capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés).

### ***3.2.3 Descrição dos sistemas, manejo da pastagem e composição químico-bromatológica do capim***

Em ambos os sistemas a área de pastagem era de cinco hectares dividida em quatro piquetes de 1,25 ha com praça de alimentação localizada no centro de cada sistema contendo bebedouro e cocho, onde os animais receberam suplementação mineral e água *ad libitum*. O sistema iLPF estava sombreado por árvores de eucalipto plantadas em março de 2013 em renques com quatro linhas em espaçamento 3x3 m. No período de realização do estudo as árvores apresentavam, em média, 11,9 cm de diâmetro e 13,8 m de altura total, sendo a média de cobertura de copa de 65%. A pastagem foi manejada com lotação intermitente com dez dias de ocupação e 30 dias de descanso, com oferta de 41,9 e 32,3 kg de MS/100 kg de peso vivo (PV) nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente, e lotação média de 2,5 UA/ha. Na Tabela 1 encontram-se os valores de matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina (LIG) e proteína bruta (PB) do capim-xaraés nos sistemas iLP e iLPF.

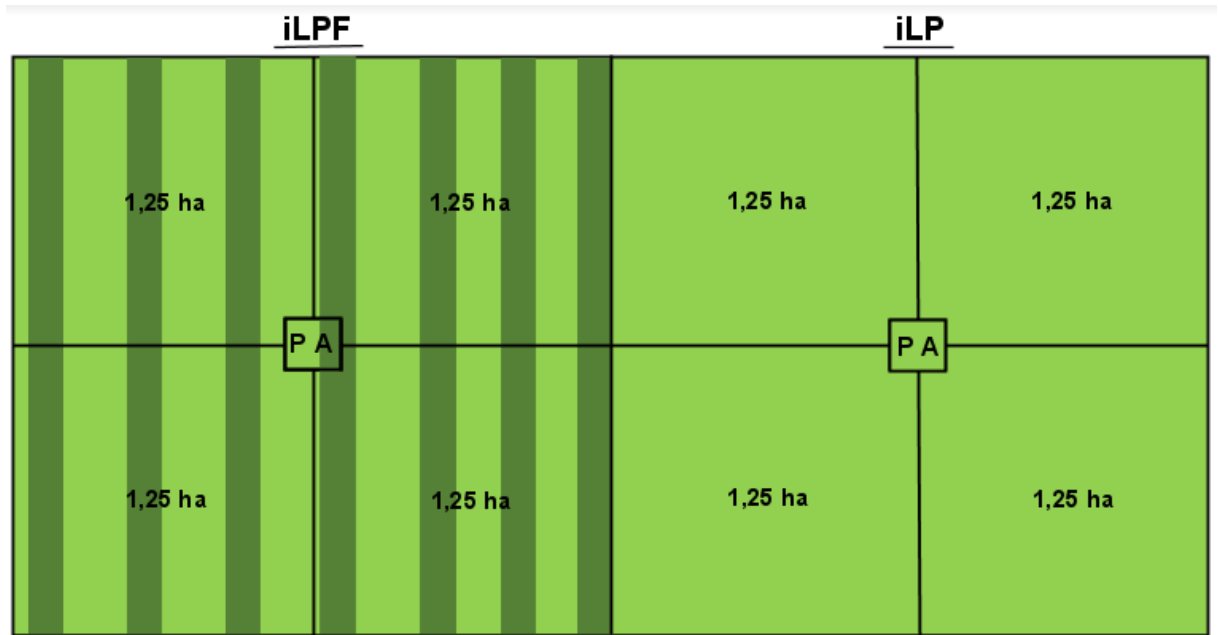


Figura 7- Croqui da área experimental, apresentando os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF), com as divisões dos piquetes em hectares e praças de alimentação no centro de cada sistema.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica do capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

Sistema	MS (%)	% na MS			
		PB	FDN	FDA	LIG
iLP	30,6	9,5	59,9	27,5	2,2
iLPF	25,9	12,5	60,2	28,8	2,5

MS - Matéria seca em %, PB - Proteína bruta, FDN - Fibra em detergente neutro, FDA - Fibra em detergente ácido, LIG – Lignina.

### 3.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o *crossover* 2x2, considerando dois sistemas de integração (iLP e iLPF) e dois períodos experimentais. Cada período experimental compreendeu 10 dias de adaptação, seguidos de 20 dias para coleta de dados, com a troca de grupos de animais (*crossover*) entre os sistemas no final do primeiro período (Figura 2).



novilha recebeu um termômetro programado para registro em intervalos de 10 minutos. A coleta desses dados foi simultânea com a avaliação do comportamento.

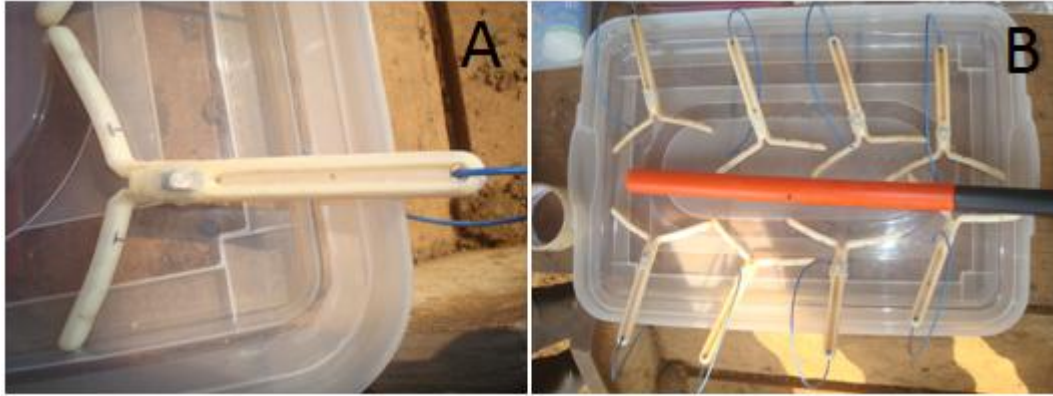


Figura 10 - Dispositivo intravaginal com termômetro interno (A), dispositivos intravaginal com termômetros e aparelho utilizado para introdução em novilhas (B).

### 3.2.7 Coleta da temperatura e umidade relativa do ar e cálculo do ITU

Para cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi feita a coleta da temperatura e umidade do ar por termohigrômetros com *datalogger* adaptados em abrigos de PVC fixados na praça de alimentação de ambos os sistemas a 1,5 metros de altura do solo (TRUMBO et al., 2012). Os registros foram realizados em intervalos de 10 minutos por 48 h em cada período de avaliação. Os termohigrômetros foram trocados entre os sistemas ao final do primeiro período experimental. Para cálculo do ITU utilizou-se a eq. (1) de Kibler (1964), os resultados foram relacionados com definição de Armstrong (1994) para conforto térmico de bovinos, onde valores de ITU entre 72 a 78 são considerados estresse ameno ou brando, valor entre 79 a 88 moderado e valores entre 89 a 98 severo.

$$ITU = 1,8Ta - (1 - UR/100)(Ta - 14,3) + 32 \quad (1)$$

Onde:

Ta é a temperatura ambiente em °C;

UR é a umidade relativa do ar em %.



Figura 11 - Abrigo com termohigrômetro na praça de alimentação do sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), (A); termohigrômetro dentro do abrigo (B); abrigo com termohigrômetro na praça de alimentação do sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP), (C).

### 3.2.8 Análise estatística

A análise de variância no delineamento *crossover* 2x2 foi realizada utilizando o procedimento MIXED do SAS (*Statistical Analysis System*) conforme o modelo abaixo, eq. (2).

$$Y_{ijklm} = \mu + S_{ij} + P_k + T_l + H_m + TH_{lm} + e_{ijklm} \quad (2)$$

Onde:

$Y_{ijklm}$ : é a variável resposta;

$\mu$ : é a média geral;

S: efeito do i-ésimo indivíduo (1 a 8) na j-ésima sequência (1 e 2)

P: efeito fixo do k-ésimo período (1 e 2)

T: é o efeito fixo do l-ésimo sistema de produção (iLP e iLPF)

H: é o efeito fixo do m-ésimo horário (Diurno e Noturno)

$e_{ijklm}$ : é o erro aleatório

As médias dos tempos foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância.



### 3.3 Resultados e discussão

As médias de temperatura ambiente observadas nos dois sistemas apresentaram diferença numérica de 1,05% e 0,57%, sendo diurna (32,11 vs. 31,93) e noturna (24,65 vs. 24,91) para iLP e iLPF, respectivamente. Em ambos os sistemas, as médias diurnas são superiores aos valores descritos na literatura para zona de conforto térmico em bovinos leiteiros entre 10 e 27 °C (BAETA e SOUZA, 1997). De acordo com Cerutti et al. (2013), temperaturas ambiente registradas acima da faixa de conforto são facilmente verificados na maioria das regiões do Brasil, durante boa parte do ano, caracterizando um problema para a pecuária leiteira. No Estado do Pará, Garcia et al. (2011) observaram em sistemas silvipastoris valores médios de temperatura no período chuvoso de 28,4 °C e no período seco 29,7 °C. Souza et al. (2010a), em trabalho realizado no Estado do Paraná para comparar áreas de pastagem sem sombra com três sistemas silvipastoris, encontraram valores que variaram de 30,3 a 33,7 °C.

Tabela 5 - Valores médios de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura e umidade (ITU) ( $\pm$  desvio padrão), e temperatura interna (TI  $\pm$  erro padrão) de novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) nos horários diurno e noturno nos sistema iLP e iLPF.

	iLP		iLPF	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
<b>TA (°C)</b>	32,11 $\pm$ 4,1	24,65 $\pm$ 1,4	31,93 $\pm$ 3,6	24,91 $\pm$ 1,4
<b>UR (%)</b>	58,85 $\pm$ 16,5	92,24 $\pm$ 6,1	58,04 $\pm$ 14,6	91,06 $\pm$ 6,7
<b>ITU</b>	82,47 $\pm$ 4,1	75,62 $\pm$ 1,8	82,06 $\pm$ 3,7	75,89 $\pm$ 1,7
<b>Estresse*</b>	Moderado	Ameno	Moderado	Ameno
<b>TI (°C)</b>	39,51 $\pm$ 0,11A	39,39 $\pm$ 0,11	39,41 $\pm$ 0,11B	39,35 $\pm$ 0,11

\*Classificação Armstrong (1994), para vacas holandesas em lactação

Médias de TI seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância.

Para a UR, os valores médios encontrados no horário diurno em ambos os sistemas se situaram próximos dos valores desejados para conforto térmico em bovinos, que segundo Souza et al. (2010a), é de 60 a 70%.

As médias do ITU em ambos os sistemas nos horários diurno e noturno indicaram desconforto térmico para os animais, classificado segundo Armstrong (1994). No horário diurno, considerado com estresse moderado para bovinos, apesar das médias de temperatura

ambiental não serem diferentes entre sistemas, o iLP, interferiu na temperatura interna dos animais, possivelmente pela ação da radiação solar, o que salienta a importância desta variável ao considerarmos diferentes sistemas de produção. Apesar disso, nossos resultados demonstraram que a média da temperatura ambiental registrada no horário noturno foi maior no sistema iLPF. Isto possivelmente se deu em consequência ao efeito das copas das árvores sobre as trocas de camadas de ar no horário noturno (SOARES et al., 2009).

As médias de TI (Tabela 5) das novilhas no horário noturno em ambos os sistemas se encontram no limite superior da variação fisiológica considerada normal para raças leiteiras, que segundo Robinson (1999), variam entre 38,0 a 39,3 °C. As médias de TI registradas no horário diurno estão acima dos valores fisiológicos normais, com valores superiores de TI registrados nos animais expostos ao sol no sistema iLP. O sombreamento, proporcionado pelo sistema iLPF, pode ter diminuído o calor recebido pelos animais e ter influenciado nos valores de TI, registrando menor valor nos animais alocados no sistema iLPF.

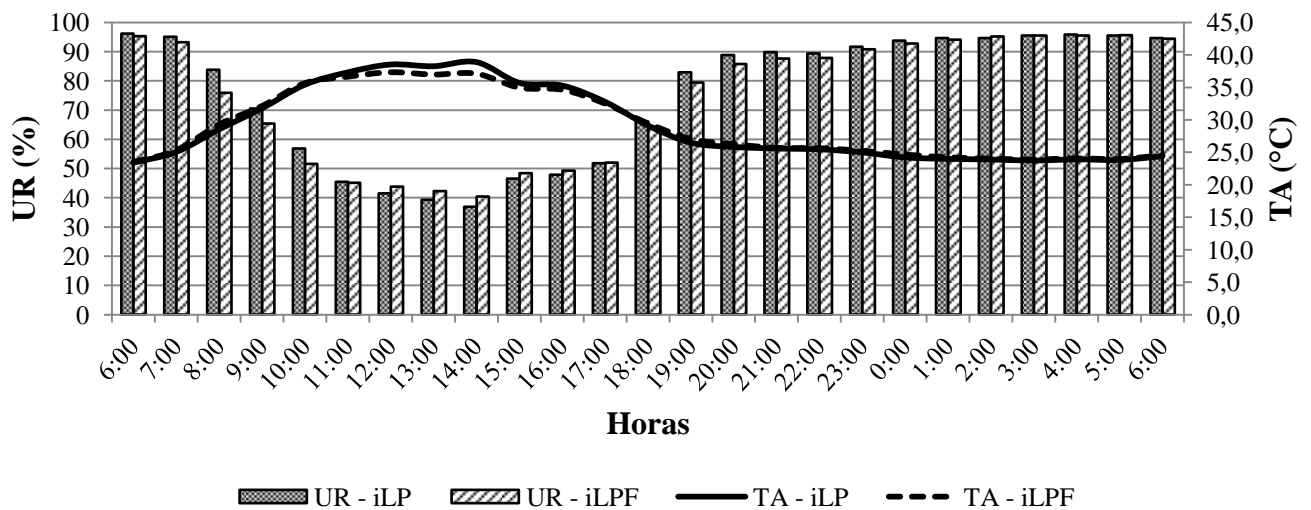


Figura 12 - Média de umidade relativa (UR, %) e temperatura ambiente (TA, °C) ao longo de 24 h nos dois períodos de avaliação nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

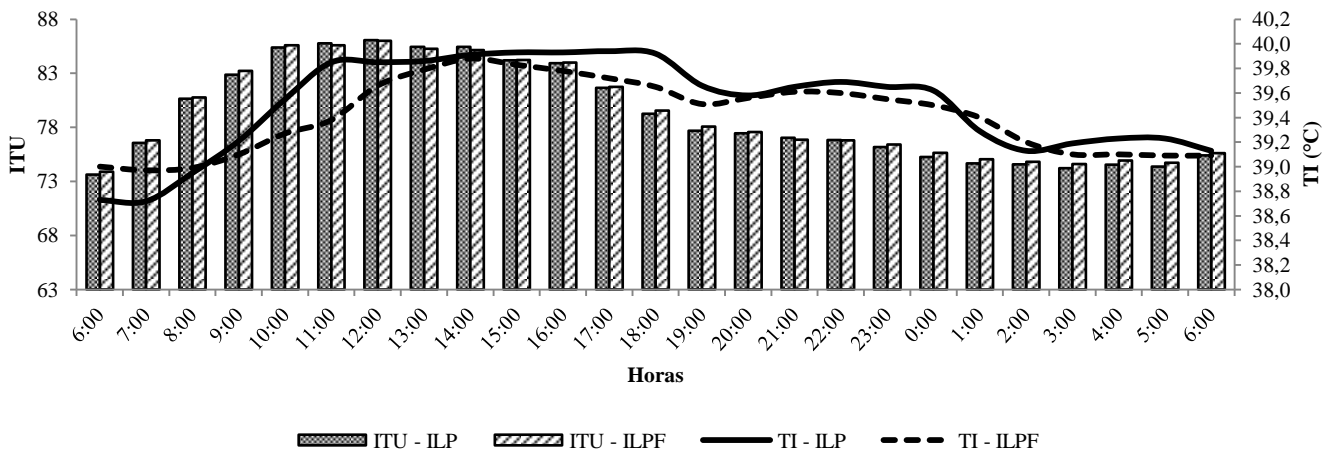


Figura 13 - Média do índice de temperatura e umidade (ITU) e temperatura interna (TI) de novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) ao longo de 24 h nos dois períodos de avaliação nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

A TA sofreu variação ao longo de 24 horas de observação, no horário noturno a mínima registrada foi próxima a 25 °C em ambos os sistemas, esse valor encontra-se próximo ao limite máximo de 26 °C aceitável para bovinos de leite (BERMAN et al., 1985). Durante o horário diurno os valores registrados em ambos os sistemas ultrapassaram 35 °C, com temperaturas maiores no sistema iLP. O sombreamento do sistema iLPF contribuiu para menores valores em comparação ao sistema iLP, as copas das árvores diminuíram a incidência de raios solares o que fez com que diferenças de temperaturas fossem registradas entre os dois sistemas. O horário do dia em que as maiores temperaturas foram registradas foi no intervalo entre 11 e 15 h, demonstrando que nestes horários os animais estão propensos as influências ambientais, e possíveis medidas de manejo podem ser aplicadas neste intervalo de tempo com o objetivo de auxiliar a dissipação de calor.

Os valores de UR também registraram variação ao longo de 24 horas de observação, sendo registrados menores valores no horário diurno em comparação com o horário noturno em ambos os sistemas. A TA e a UR possuem correlação negativa (ROSSELLE et al., 2013), como observado na avaliação das 24 h. Segundo Renaudeau et al. (2012), a perda de calor por processo evaporativo se torna a principal via quando a TA é superior à temperatura do corpo, e este processo é mais eficiente quando a UR é baixa.

No horário entre 12 a 14 h foram registrados os menores valores de UR nos sistemas avaliados, e entre 10 às 17 h os valores registrados foram inferiores aos valores para conforto animal. Nestes horários a perda de calor por processo evaporativo pode ter sido maior, apesar de não ser refletida na temperatura interna dos animais conforme Figura 13. Os valores

registrados estão ligados a TA que neste intervalo alcançou maiores valores, causando interferência nos valores de UR. Nas horas mais quentes do dia os valores de UR registrados estão abaixo dos valores ideais para conforto térmico de bovinos. Durante a noite aconteceu elevação da UR, ultrapassando 90%, com diminuição da TA, permitindo durante a madrugada um ambiente confortável para os bovinos, comparado com o horário diurno. As variações registradas de TA e UR no presente estudo corroboram com Titto et al. (2011), que em trabalho realizado no Estado de São Paulo registraram maiores TA após 11 h e menores no início da manhã, maior UR na madrugada e menor próximo às 15 horas e valores de ITU superior a 84 após 12 h.

Durante a noite após às 22 horas a TA e UR mostraram valores mais próximos do conforto térmico para os animais de ambos os sistemas. Com isso, é esperado efeitos benéficos do resfriamento natural que acontece durante a noite, onde os animais expostos ao calor durante o horário diurno recuperam seus parâmetros fisiológicos no horário noturno (SILANIKOVE et al., 2009).

Os valores de ITU registrados apresentaram variação entre o dia e a noite sendo os maiores valores registrados no horário diurno. O ITU calculado para ambos os sistemas indicaram estresse ameno a moderado para os animais (Tabela 5). Os maiores valores registrados foram no horário compreendido entre 10 e 16 horas, provavelmente devido ao efeito da alta temperatura ambiente como demonstrado na Figura 12. Os valores de ITU registrados durante o dia são numericamente maiores no sistema iLP pela ação do calor produzido pela radiação solar (Figura 12).

A TI das novilhas também apresentou variação entre o horário diurno e noturno, acompanhando a variação do ITU. Os maiores valores de TI foram registrados no horário diurno em comparação ao horário noturno, sendo a TI maior nos animais do sistema iLP ( $P < 0,05$ ; Tabela 5). Os maiores valores de TI nos dois sistemas foram registrados entre 10 e 16 horas, essa variação acompanha as variações de TA, UR e ITU, demonstrando a ação da radiação solar no ambiente e conseqüentemente nos animais (Figura 12 e 13).

A partir das 9 horas, o ITU se eleva em ambos os sistemas sendo acompanhado pelo aumento da TI dos animais. Esses resultados corroboram com Schutz et al. (2009), que registraram aumento de TI em vacas holandesas acompanhando a elevação do ITU no horário entre 10 até as 17 horas. Comparando a elevação da TA Figura 12 com a TI Figura 13, podemos inferir que o registro de TI dos animais por meio da temperatura vaginal é um parâmetro eficiente em descrever as condições estressantes em que os animais estão expostos,

corroborando com Kendall et al. (2006), que registraram estresse térmico em vacas por meio da temperatura vaginal.

Segundo Silanikove et al. (2009), ambientes em que a TA no horário noturno permanece de 3 a 6 h por 21 °C, oferecem condições para o animal dissipar o calor produzido durante o dia. Os valores registrados no presente estudo para a TA no horário noturno ficaram acima dos 21 °C, porém, observando a (Figura 13) é possível acompanhar que a diminuição da TA causou o declínio da TI dos animais.

Tabela 6 - Valores médios de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura e umidade (ITU) ( $\pm$  desvio padrão), e temperatura interna (TI  $\pm$  erro padrão) de novilhas Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) nos horários da manhã e da tarde nos sistemas iLP e iLPF.

	iLP		iLPF	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
<b>TA (°C)</b>	32,7 $\pm$ 5,2	36,1 $\pm$ 2,4	32,7 $\pm$ 4,7	35,2 $\pm$ 1,8
<b>UR (%)</b>	65,4 $\pm$ 21,3	44,4 $\pm$ 6,2	62,4 $\pm$ 19,4	46,4 $\pm$ 4,9
<b>ITU</b>	83,5 $\pm$ 4,1	84,8 $\pm$ 1,7	82,9 $\pm$ 3,6	84,1 $\pm$ 1,4
<b>Estresse*</b>	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
<b>TI (°C)</b>	39,2 $\pm$ 0,43 A	40,0 $\pm$ 0,02 A	39,2 $\pm$ 0,26 A	39,8 $\pm$ 0,05 B

\*Classificação ITU segundo Armstrong (1994)

Médias de TI seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância.

As médias de TA, UR e ITU registradas no horário da tarde em ambos os sistemas encontram-se fora dos valores indicados para conforto térmico de bovinos. No horário da manhã apenas a UR registrada no sistema iLP encontra-se entre 60 a 70%, que é o valor indicado para conforto térmico. O horário da tarde nos dois sistemas avaliados apresentou maior desconforto para os animais, sendo confirmado pela TI das novilhas. No horário da manhã, a TI dos animais em ambos os sistemas registrados foi de 39,2 °C, que está dentro da variação fisiológica para raças leiteiras que é 38 a 39,3 °C (ROBINSON, 1999). No horário da tarde a TI dos animais em ambos os sistemas registraram valores acima da variação normal, sendo 40 °C no sistema iLP e 39,8 °C no sistema iLPF, o sombreamento não foi eficiente para manter a TI nos valores fisiológicos normais, porém, contribuiu para uma menor elevação do valor de TI das novilhas no sistema iLPF.

Os animais homeotérmicos têm capacidade de manter uma temperatura corporal constante, entretanto, essa capacidade é prejudicada quando condições ambientais limitam a perda metabólica de calor ou contribuem com a carga térmica do animal (DIKMEN e HANSEN, 2009). Nos sistemas de produção a pasto, a incidência da radiação solar direta representa a maior fonte de calor recebida pelos animais no ambiente (DELFINO et al., 2012). As médias de TA registradas encontram-se acima dos valores desejados para raças leiteiras, com médias ainda superiores no horário da tarde, o que causou a elevação da TI dos animais, podendo afetar comportamento em pastejo e conseqüente desempenho. Os valores de ITU registrados no horário da tarde indicam estresse moderado para os animais (ARMSTRONG, 1994), e a elevação do ITU como relatado por Kanjanapruthipong et al. (2015), afeta a ingestão de alimento pelos animais, por alterar frequência e duração da alimentação.

Estudos comparativos entre turnos do dia, apontam o horário da tarde como mais estressante para bovinos, tais como: Silva et al. (2011), que encontrou maior valor de Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) afetando a TI de búfalas em clima tropical chuvoso (Afi, Köppen). Moraes Júnior et al. (2010), em clima tropical chuvoso (Afi, Köppen), registraram maiores valores de TA no horário compreendido entre 12 e 18 h, com a TA atingindo valores de 33,0 a 33,5 °C. Vizzotto et al. (2015) em clima mesotérmico (Cfb, Köppen), registraram no horário da tarde, maior TA e menor UR em sistema sem sombra comparado ao sistema com sombra. Lopes et al. (2016) registraram maior TA no horário da tarde em clima tropical (Aw, Köppen). Leme et al. (2005) registram em clima tropical chuvoso maior ITU a tarde. Marques et al. (2005) registraram em clima subtropical (Cfa, Köppen) maior ITU e TA a tarde. Esses trabalhos demonstram a importância em aplicar medidas que auxiliem os animais a dissiparem o calor corporal gerado pelo ambiente, sendo o intervalo entre 10 e 16 h o mais crítico para o conforto animal.

Tabela 7 - Valores médios de tempo (min.) em pastejo, ruminação, ócio e outras atividades registrados pelo método de bioacústica em novilhas Girolando nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

Atividade	iLP		iLPF		Erro padrão
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	
Pastejo	436,88 aB	228,00 bA	581,35 aA	238,06 bA	0,0169
Ruminação	237,00 aB	648,50 bA	301,16 aB	670,16 bA	0,4131
Ócio	490,62 aB	446,87 bA	497,50 aB	485,64 aA	0,6754
O.A.	64,00 aB	4,87 bA	49,09 aB	3,23 bA	0,2140

Médias seguidas de letras diferentes se diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância. As letras minúsculas comparam os horários dentro de cada sistema (Diurno vs. Noturno - iLP; Diurno vs. Noturno - iLPF) e letras maiúsculas comparam os mesmos horários entre os sistemas (Diurno iLP vs. Diurno - iLPF; Noturno iLP vs. Noturno - iLPF).

Tabela 8 - Porcentagem de tempo em pastejo, ruminação, ócio e outras atividade em relação ao tempo total em cada horário diurno e noturno nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

Atividade (%)	iLP		iLPF	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
Pastejo	35,56	17,1	40,6	17
Ruminação	19,2	48,8	21	47,9
Ócio	39,93	33,6	34,8	34,7
O.A.	5,20	0,36	3,43	0,23

O.A. Outras atividades, % porcentagem.

As médias dos tempos em pastejo diferiram entre os dois sistemas avaliados no horário diurno, os animais pastejaram por maior tempo no sistema iLPF ( $P < 0,05$ ; Tabela 7). A Tabela 8 demonstra porcentagens de pastejo iguais no horário noturno, sendo 17% de atividade em cada sistema em relação ao tempo total no horário noturno. No horário diurno, a maior parte do tempo de pastejo foi no sistema iLPF, com os animais dedicando 40,6% do tempo diurno para a atividade de pastejo. Nas condições experimentais, a oferta de forragem não teve influência no tempo de pastejo. A oferta foi de 41,9 e 32,3 kg de MS/100 kg de peso vivo (PV) nos sistemas iLP e iLPF. Segundo Thurow et al. (2009), maior oferta de forragem e maior altura do estrato pastejado determina diminuição do tempo de pastejo, causando aumento do número de refeições e diminuição do tempo de pastejo. Com isso, o maior tempo em pastejo no sistema iLPF não foi determinado pela menor oferta de forragem, pois em ambos os sistemas a oferta durante o período experimental foi superior a 15% que é o valor não limitante para bovinos em pastejo.

O maior tempo em pastejo no sistema iLPF possivelmente está relacionado ao sombreamento neste sistema. O sombreamento proporciona ambiente com menor temperatura sob a copa das árvores, servindo de abrigo nas horas mais quentes do dia para os animais. Temperaturas superiores que excedem a zona de conforto reduzem o consumo de alimento pelos animais, principalmente alimentos com altos teores de fibra (MARQUES et al., 2005). No sistema iLP os animais possivelmente permaneceram menor tempo em pastejo por influência do incremento de temperatura pela radiação e possivelmente para diminuir a

produção de calor metabólico produzidos nos processos fermentativos realizados no rúmen. No horário noturno as médias dos tempos gastos em pastejo não diferiram entre os sistemas avaliados ( $P>0,05$ ), apresentando menor tempo em pastejo no horário noturno em ambos os sistemas comparado com o horário diurno.

Os resultados para a atividade de pastejo do presente trabalho corroboram com Souza et al. (2010b) que observaram maior tempo em pastejo, de novilhas em sistemas silvipastoris de eucaliptos com oito e dezoito metros de alturas, comparado com sistema sem sombra. Em estudo realizado na Flórida Karki e Goodman (2010), também registraram maior tempo de pastejo por bovinos em sistema silvipastoril comparado com pasto sem sombra, com diferença entre sistemas variando de 36 a 52%. No Canadá, comparando comportamento de pastejo de vacas com acesso a sombra artificial e sem sombra, Palacio et al. (2015), observaram diferença no tempo em pastejo, onde vacas com acesso a sombra pastejaram 1,5 mais vezes em comparação com grupo sem sombra. Já Lopes et al. (2016), em trabalho realizado no Mato Grosso, avaliando dois sistemas silvipastoris e uma área a pleno sol, registraram maior tempo em pastejo por bovinos no sistema sem sombreamento. Porém, utilizou suplementação com silagem, que pode ter influenciado no tempo de pastejo.

Ao observarmos as porcentagens de tempo em ruminação (Tabela 8) verificamos que os animais apresentaram maior tempo no horário noturno em ambos os sistemas avaliados chegando a 48% do tempo no horário noturno para cada sistema, esses resultados corroboram com trabalho realizado na Itália por Soriani et al. (2013), que relataram que animais expostos a ambientes estressantes alteram seu tempo de ruminação, diminuindo com aumento do ITU, com maior tempo de ruminação no horário noturno. Oliveira et al. (2011) também identificaram maior tempo de ruminação no horário noturno, apresentando 70,8% do tempo total de atividade de ruminação no horário noturno. No horário diurno o sistema iLPF registrou valor igual ( $P>0,05$ ).

O tempo despendido em ócio não apresentou diferença estatística ( $P>0,05$ ) entre os sistemas e nem entre os horários avaliados. Porém, ao comparar as porcentagens de tempo em ócio (Tabela 8), percebe-se um valor maior no sistema iLP no horário diurno, sendo registrado 39,9% do tempo, enquanto no sistema iLPF foi registrado 34,8% do tempo total diurno. O ócio é mais frequente no período de maior radiação solar (DAMASCENO et al., 1999), sendo assim, a diferença apresentada entre os sistemas na porcentagem de tempo em ócio, segue os padrões esperados explicado pelo fato do sistema iLP não possuir árvores e conseqüentemente os animais receberem maior radiação solar. Essa diferença observada corrobora com Titto et al. (2011), que registraram maior tempo em ócio em touros sem acesso



à sombra em comparação com grupo recebendo sombra artificial ou de árvores. Corroborando também com os dados de Silva et al. (2013), que registraram maior tempo em ócio por novilhas Girolando em sistema sem sombra em comparação com sistema silvipastoril. No horário noturno, as porcentagens de tempo em ócio foram próximas a 34% em ambos os sistemas (Tabela 8).

O tempo registrado para outras atividades não apresentou diferença estatística entre os sistemas avaliados ( $P > 0,05$ ; Tabela 7). Porém, comparando os horários diurno e noturno, as maiores porcentagens foram registradas no horário diurno. Essa diferença pode estar ligada ao consumo de água, pois animais expostos a ambientes estressantes por calor aumentam o consumo de água (NÄÄS e ARCARO JUNIOR, 2001), por permanecerem ao lado de bebedouro para facilitar a ingestão de água e buscar um ambiente ameno.

### **3.4 Conclusão**

O sistema iLPF proporciona maior conforto térmico para novilhas Girolando durante o dia, sendo expresso pelo menor valor de temperatura interna proporcionado pelo sombreamento, com reflexos no aumento do pastejo e ruminação destes animais.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, J. D.; HALL, L. W.; COLLIER, R. J.; SMITH, J. F. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 118-127, 2015.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044-2050, 1994.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246 p.
- BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M.; MAMEN, M.; HERZ, Z.; WOLFENSON, D.; ARIELI, A.; GRABER, Y. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 1488-1495, 1985.
- CERUTTI, W. G.; BERMUDEZ, R. F.; VIÉGAS, J.; MARTINS, C. M. de M. R. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas ou não a sombreamento e aspersão na pré-ordenha. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 406-412, 2013.
- COSTA, J. H. C.; HÖTZEL, M. J.; LONGO, C.; BALCÃO, L. F. A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on family farms in southern Brazil. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 307-317, 2013.
- DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas com Acesso à Sombra Constante ou Limitada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 595-602, 1998.
- DAMASCENO, J. C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L. A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 709-715, 1999.
- DELFINO, L. J. B.; SOUZA, B. B. de; ROSANGELA, M. N. da; SILVA, W. W. Efeito do estresse calórico sobre o eritrograma de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 2, p. 01-07, 2012.
- DIKMEN, S. e HANSEN, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 1, p. 109-116, 2009.
- FACÓ, O.; LÔBO, R. N. B.; MARTINS FILHO, R.; LIMA, F. de A. M. Idade ao Primeiro Parto e Intervalo de Partos de Cinco Grupos Genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1920-1926, 2005.
- GARCIA, A. R. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 37, n. 2, p. 121-130, 2013.

- GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; NAHÚM, B. de S.; ARAÚJO, C. V. de; SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1409-1414, 2011.
- HEMSWORTH, P. H.; BARNETT, J. L.; BEVERIDGE, L.; MATTHEWS, L. R. The welfare of extensively managed dairy cattle: A review. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 42, p. 161-182, 1995.
- KANJANAPRUTHIPONG, J.; JUNLAPHO, W.; KARNJANASIRM, K. Feeding and lying behavior of heat-stressed early lactation cows fed low fiber diets containing roughage and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 2, p. 1110-1118, 2015.
- KARKI, U. e GOODMAN, M. S. Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture. **Agroforest Syst**, v. 78, p. 159-168, 2010.
- KENDALL, P. E.; NIELSEN, P. P.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; LITTLEJOHN, R. P.; MATTHEWS, L. R. The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. **Livestock Science**, v. 103, p. 148-157, 2006.
- KIBLER, H. H. Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. **Research Bulletin Missouri Agricultural Experiment Station**, v. 862, 1964.
- LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. Á.; VERNEQUE, R. da S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.
- LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Trop Anim Health Prod**, v. 48, p. 755-761, 2016.
- MARQUES, J. A.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; GUILHERME, E.; BEZERRA, G. A.; LUGAO, S. M. B. Comportamento de touros jovens em confinamento alojados isoladamente ou em grupo. **Archivos Latinoamericanos Producción Animal**, v. 13, n. 3, p. 97-102, 2005.
- MORAES JÚNIOR, R. J.; GARCIA, A. R.; SANTOS, N. de F. A. dos; NAHÚM, B. de S.; LOURENÇO JUNIOR, J. de B.; ARAÚJO, C. V. de; COSTA, N. A. da. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 4, p. 629-640, 2010.
- NÄÄS I. A.; ARCARO JUNIOR, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 139-142, 2001.
- OLIVEIRA, P. A. de; MARQUES, J. de A.; BARBOSA, L. P.; OLIVEIRA, G. J. C. de; PEDREIRA, T. M.; SILVA, L. L. da. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo

de vacas lactantes em pastejo de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 166-175, 2011.

PALACIO, S.; BERGERON, R.; LACHANCE, S.; VASSEUR, E. the effects of providing portable shade at pasture on dairy cow behavior and physiology. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6085-6093, 2015.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; BASILIO V. de; GOURDINE, J. L.; COLLIER, R. J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, p. 707-728, 2012.

ROBINSON, E. N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. cap. 51, p. 427-435.

ROSSELLE, L.; PERMENTIER, L.; VERBEKE, G.; DRIESSEN, B.; GEERS, R. Interactions between climatological variables and sheltering behavior of pastoral beef cattle during sunny weather in a temperate climate. **Journal Animal Science**, v. 91, p. 943-949, 2013.

SCHUTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, p. 28-34, 2009.

SILANIKOVE, N.; SHAPIRO, F.; SHINDER, D. Acute heat stress brings down milk secretion in dairy cows by up-regulating the activity of the milk-borne negative feedback regulatory system. **BMC Physiology**, v. 9, p. 13, 2009.

SILVA, É. C. L. da; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M. de; FERREIRA, M. de A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, J. A. R. da; ARAÚJO, A. A. de; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F. A. dos; GARCIA, A. R.; NAHÚM, B. de S. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1364-1371, 2011.

SILVA, L. L. G. G. da; RESENDE, A. R. da; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C. de; VIEIRA, M. de S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M. da; PERIN, T. B.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. (2008). Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril. **Embrapa Agrobiologia**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1.

SILVA, L. L. G. G. da; RESENDE, A. S. de; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C. de; VIEIRA, M. de S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M. da; PERIN, T. B.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Comportamento ingestivo diurno de novilhas mestiças em sistema silvipastoril em uma região tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 21, n. 1, p. 15-22, 2013.

- SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.
- SORIANI, N.; PANELLA, G.; CALAMARI, L. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5082-5084, 2013.
- SOUZA, W. de; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. de A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 677-684, 2010b.
- SOUZA, W. de; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. de A.; COSTA, M. A. T.; GASPARINO, E.; LIMBERGER, E. Microclimate in silvipastoral systems with eucalyptus in rank with different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 685-694, 2010a.
- THUROW, J. M.; NABINGER, C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; CARVALHO, P. C. de F.; MEDEIROS, C. M. O.; MACHADO, M. D. Estrutura da vegetação e comportamento ingestivo de novilhos em pastagem natural do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 818-826, 2009.
- TITTO, C. G.; TITTO, E. A. L.; TITTO, R. M.; MOURÃO, G. B. Heat tolerance and the effects of shade on the behavior of Simmental bulls on pasture. **Animal Science Journal**, v. 82, p. 591-600, 2011.
- TRUMBO, B. A.; WISE, L. M.; HUDY, M. Influence of protective shielding devices on recorded air temperature accuracy for a rugged outdoor thermal sensor used in climate change modeling. **National Environment Science**, v. 3, n. 1, p. 42-50, 2012.
- VIANA, M. P.; MEDEIROS, A. da R.; SOUZA, B. B. de. Efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia, produção e reprodução de caprinos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 01-08, 2013.
- VIZZOTTO, E. F.; FISCHER, V.; THALER NETO, A.; ABREU, A. S.; STUMPF, M. T.; WERNCKE, D.; SCHMIDT, F. A.; MCMANUS, C. M. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. **Animal**, v. 9, p. 1559-1566, 2015.
- WEST, J. W. Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2131-2144, 2003.

#### **4 CONCLUSÕES GERAIS**

O método da bioacústica é indicado para avaliar o comportamento em pastejo de novilhas Girolando, pois descreve com exatidão o tempo despendido em cada atividade que compõe o comportamento em pastejo, além de facilitar as avaliações no horário noturno.

O horário diurno em uma região de clima tropical apresenta maior desafio térmico para novilhas Girolando, sendo o horário compreendido entre 10 e 16 horas o mais crítico.

Novilhas Girolando pastejam maior tempo no horário diurno e apresentam menor valor de temperatura interna em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) em comparação com sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP).