



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE**

**ASPECTOS PRODUTIVOS DE NOVILHAS NELORE MANTIDAS EM SISTEMAS
DE INTEGRAÇÃO NO SUDOESTE AMAZÔNICO**

ELAINE COIMBRA DE SOUZA

Porto Velho – RO
2025

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE**

**ASPECTOS PRODUTIVOS DE NOVILHAS NELORE MANTIDAS EM SISTEMAS
DE INTEGRAÇÃO NO SUDOESTE AMAZÔNICO**

ELAINE COIMBRA DE SOUZA

**Orientadora: Dra. Ana Karina Dias Salman
Coorientadora: Dra. Odilene de Souza Teixeira**

Tese de Doutorado apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Desenvolvimento Sustentável & Diagnóstico Ambiental, Linha de Pesquisa em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, para obtenção do Título de Doutora em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Porto Velho – RO
2025

**Catalogação da Publicação na Fonte
Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR**

S729a Souza, Elaine Coimbra de.

Aspectos produtivos de novilhas nelore mantidas em sistemas de integração no sudoeste amazônico / Elaine Coimbra de Souza. - Porto Velho, 2025.

73f.: il.

Orientação: Prof^a Dra. Ana Karina Dias Salman.

Coorientação: Prof^a Dra. Odilene de Souza Teixeira.

Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Núcleo de Ciências Exatas e da Terra. Fundação Universidade Federal de Rondônia.

1. Conforto térmico. 2. Bovinos de corte. 3. Lavoura-pecuária-floresta. 4. Comportamento em pastejo. I. Salman, Ana Karina Dias. II. Teixeira, Odilene de Souza. III. Título.

Biblioteca Setorial - Campus Porto Velho

CDU 636



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

Ata de defesa de Tese

Doutoranda: Elaine Coimbra de Souza

Iniciou o curso: dez/2020

Aos trinta dias do mês de julho de 2025, às 14:00 horas, por sistema remoto via Google Meet, foi realizada a sessão de **Exame de defesa de Tese** da discente **Elaine Coimbra de Souza**, como requisito obrigatório estabelecido no Regimento Geral do PGDRA. A comissão examinadora foi composta pelos membros a seguir: Profa. Dra. Ana Karina Dias Salman (Orientadora-Presidente/ EMBRAPA); Profa. Dra. Odilene de Souza Teixeira Coorientadora - PGDRA/UNIR; Prof. Dr. Jairo André Schindwein (Membro Interno-PGDRA/UNIR); Prof. Dr. Pedro Gomes Cruz (Membro Externo- Embrapa); Profa. Dra. Fabiana Alves Demeu (Membro Externo- IFRO), Profª Drª Alice Munz Fernandes (Membro Externo-UNIPAMPA). **Membros Suplentes:** Prof. Dr. Luiz Francisco Machado Pfeifer (Membro Interno- PGDRA); Prof. Dr. Jomel Francisco dos Santos (Membro Externo - IFRO). A comissão examinadora tem como objetivo realizar o julgamento do **Exame de Defesa de Tese**: Intitulado "**RESPOSTAS COMPORTAMENTAIS DE NOVILHAS NELORE EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO NO ESTADO DE RONDÔNIA**". Após a defesa apresentada pela discente e a arguição da Comissão Examinadora o Texto de Defesa de Tese, foi considerado **APROVADO** e, em razão das recomendações dos membros da comissão, o orientador se comprometeu a orientar a discente para a inclusão das proposições teóricas, metodológicas e de forma propostas pela comissão, no prazo de 60 (sessenta dias). Nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão e para constar foi lavrada a presente ATA que será assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pela Discente.



Documento assinado eletronicamente por **Odilene de Souza Teixeira, Usuário Externo**, em 30/07/2025, às 17:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alice Munz Fernandes, Usuário Externo**, em 30/07/2025, às 17:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **PEDRO GOMES DA CRUZ, Usuário Externo**, em 30/07/2025, às 17:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiana Alves Demeu, Usuário Externo**, em 30/07/2025, às 17:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Karina Dias Salman, Usuário Externo**, em 31/07/2025, às 09:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **JAIRO ANDRE SCHLINDWEIN, Membro da Comissão**, em 31/07/2025, às 23:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elaine Coimbra de Souza, Usuário Externo**, em 13/08/2025, às 23:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.unir.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2277500** e o código CRC **443E6624**.

*Para quem fez tudo fazer sentido e valer apena,
Meus filhos, Miguel Fernando e Maria Catarina.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Santíssima Trindade toda honra e toda glória, meu refúgio e fortaleza, por ter me guiado, me dado forças e saúde para chegar até aqui. Sem Jesus, eu nada seria. Tudo com Ele e para Ele.

A minha Santíssima Mãe Maria, sob o título de Nossa Senhora das Graças, na qual me guia, me guarda e me socorre quando mais preciso. E ao seu castíssimo esposo São José, meu exemplo de humildade, fé e perseverança.

Ao meu esposo, meu amor, companheiro e melhor amigo, Carlos Alexandre, pela paciência, incentivo, ajuda e cuidado com nossos filhos. Sem você eu não conseguiria. Muito obrigada, amo você!

Aos meus filhos, Miguel Fernando e Maria Catarina, a melhor parte de mim, que fez toda a minha vida valer a pena e tudo fazer sentindo. Mamãe ama vocês, com todas as forças do coração!

A minha querida e amada Mãe, Ilma, essa mulher forte, que me incentiva, me dá forças, torce e reza por mim todos os dias. Te amo!

A minha querida orientadora, Dra. Ana Karina Dias Salman, a quem tenho profunda admiração. Que me acompanha desde a graduação. Sua força, paciência, incentivo, confiança e amizade foram essenciais ao meu crescimento profissional e pessoal ao longo desses anos. Obrigada por tanto!

Ao Dr. Pedro Gomes da Cruz, que também faz parte dessa minha caminhada acadêmica, por todo apoio, amizade, compreensão e contribuição importante nesse trabalho e em todos esses anos. Muito Obrigada!

A minha coorientadora, Dra. Odilene de Souza Teixeira, por sua dedicação, aconselhamentos, entusiasmo e amizade, por seu exemplo de profissionalismo. Muito Obrigada!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, a qual me proporcionou a dedicação exclusiva a esse trabalho.

A Universidade Federal de Rondônia (UNIR), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), por todo o conhecimento proporcionado.

A Embrapa Rondônia, que tem sido parte da minha vida desde 2015. Lugar que me proporcionou tantos ensinamentos, com tantas pessoas especiais e permitiu a execução desse projeto. Aos seus funcionários, por toda a ajuda, em especial: Ricardo, Delvino e Valdemar, que foram fundamentais nessa minha jornada. Muito Obrigada!

As minhas queridas amigas Bianca e Wellen, pela parceria, companheirismo, troca de conhecimentos, pelo ombro amigo sempre que precisei e ajuda nos “perrengues” ao longo dessa nossa aventura chamada: Doutorado. Vou guardar vocês no coração. Obrigada, por tanto!

Aos estagiários e colegas que contribuíram para a execução desse projeto, em especial Giovanna, Selmir, Maniele, Laércio, Emily, Yasmin e Alice. Vocês foram essenciais, obrigada!

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desse sonho e para o meu crescimento pessoal e profissional, muito obrigada de coração.

*"O justo cuida das necessidades do seu gado,
mas cruéis são as entranhas do ímpio "
(Provérbios 12:10)*

RESUMO

Objetivou-se comparar os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF) a partir da investigação do comportamento animal e temperatura interna de novilhas Nelore. Para tanto, foi utilizado o delineamento *crossover 2x2* (dois períodos e dois sistemas), com oito novilhas Nelore, com média de peso corporal de 228 ± 28 kg e idade média de 11 ± 1 meses, balanceadas de acordo com peso vivo entre os sistemas iLP (n=4) e iLPF (n=4). As novilhas foram mantidas em pastagem de capim híbrido de *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) 'BRS Ipyporã' (*Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis*) e manejadas em lotação intermitente com 10 dias de ocupação e 30 dias de descanso, sendo o iLPF sombreamento por árvores de *Eucalyptus pellita*, arranjadas em sete renques de fileiras duplas, proporcionando 33% de cobertura de copa durante o experimento. Para a avaliação do comportamento em pastejo e ingestivo, dados acústicos foram coletados usando gravadores de áudio ao longo de 24 horas. Simultaneamente, a temperatura interna (TI, °C) dos animais foi registrada usando termômetros *data logger* acoplados a dispositivos intravaginais. Dados de temperatura do ar foram coletados com termômetros de globo para cálculo do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU). Também foi estimado o consumo de matéria seca (CMS), a partir da relação entre a produção fecal diária obtida com o indicador externo LIPE® e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da dieta. A análise estatística foi realizada pelo procedimento Mixed do SAS®. As médias foram comparadas pelo teste *t* e teste *F* a 5% de significância. O ITGU apresentou médias de 81 e 82 (iLPF vs. iLP, respectivamente) no período diurno, indicando situação de perigo para os animais e média de 74 para ambos os sistemas no período noturno apontando conforto térmico. Os valores de TI das novilhas foram maiores no sistema iLP em comparação ao sistema iLPF às 08:00, 11:00, 12:00, 16:00, 21:00, 22:00, 23:00 e 05:00. Com relação ao comportamento em pastejo das novilhas, verificou-se maiores tempos de pastejo e ingestão de água durante o dia, enquanto o tempo de ruminação foi maior à noite em ambos os sistemas. Não foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre os sistemas para as variáveis de taxa de bocado, massa de bocado, sessões e durações de pastejo. Conclui-se que o componente arbóreo favorece o conforto térmico para novilhas Nelore em pastagem de capim-Ipyporã, porém não afeta significativamente o comportamento em pastejo e ingestivo.

Palavras-chave: conforto térmico; bovinos de corte; lavoura-pecuária-floresta, comportamento em pastejo.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare Integrated Crop-Livestock (CL) and Crop-Livestock-Forestry (CLF) systems by evaluating the behavior and internal temperature of Nellore heifers. A 2×2 crossover design (two periods and two systems) was used, with eight Nellore heifers (average body weight: 228 ± 28 kg; average age: 11 ± 1 months), balanced by live weight between the CL ($n = 4$) and CLF ($n = 4$) systems. The heifers were maintained on *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) 'BRS Ipyporã' (*Urochloa brizantha* \times *Urochloa ruziziensis*) pasture and managed under intermittent stocking, with 10 days of occupation followed by 30 days of rest. In the CLF system, shading was provided by *Eucalyptus pellita* trees arranged in seven double rows, resulting in 33% canopy cover during the experiment. To evaluate grazing and ingestive behavior, acoustic data were collected using audio recorders over 24 h. Simultaneously, internal temperature (IT, °C) was monitored using data logger thermometers attached to intravaginal devices. Air temperature was measured with globe thermometers to calculate the Black Globe-Humidity Index (BGHI). Dry matter intake (DMI) was estimated from the relationship between daily fecal output (estimated with the external marker LIPE®) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) of the diet. Statistical analyses were conducted using the MIXED procedure of SAS®. Means were compared using t- and F-tests at a 5% significance level. The BGHI averaged 81 and 82 (CLF vs. CL, respectively) during the day, indicating dangerous thermal conditions for the animals, and 74 at night in both systems, indicating thermal comfort. Internal temperature was higher in the CL system compared with the CLF system at 08:00, 11:00, 12:00, 16:00, 21:00, 22:00, 23:00, and 05:00. Regarding grazing behavior, longer grazing and water intake times were observed during the day, while rumination time was greater at night in both systems. No significant differences ($P > 0.05$) were detected between systems for bite rate, bite mass, grazing sessions, or grazing duration. In conclusion, the presence of trees in the CLF system enhanced thermal comfort for Nellore heifers grazing on Ipyporã pasture but did not significantly influence grazing or ingestive behavior.

Keywords: thermal comfort; beef cattle; crop-livestock-forestry; grazing behavior.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação média mensal da temperatura e da umidade relativa do ar no período experimental	29
Figura 2. Esquema representativo do delineamento crossover 2x2, com período experimental de 60 dias.....	30
Figura 3. Ilustração da área experimental da Embrapa Rondônia.....	31
Figura 4. Gravador de áudio de MP3 (A) adaptados aos cabrestos (B) dos animais experimentais.....	32
Figura 5. Oscilogramas específicos gerados a partir dos sons das atividades de pastejo (A), ruminação (B) e ócio (C).....	33
Figura 6. Ocilograma gerado pelo programa Audacity®: (A) Sessão de pastejo (B) diferenciação dos bocados e da mastigação.	34
Figura 7. Variações da atividade de pastejo (A), ruminação (B) e ócio (C) (minutos) e Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) ao longo do dia (24h) nos sistemas Integrado Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILF).....	43
Figura 8. Variações da atividade de ingestão de água (minutos) e do Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) ao longo do dia (24h) nos sistemas integrado Lavoura-Pecuária (iLP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (iLF).	46
Figura 9. Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF) e temperatura interna (TI) de novilhas Nelore ao longo do dia (24h).	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica do capim híbrido de <i>Urochloa</i> (syn. <i>Brachiaria</i>) 'BRS Ipyporã' (<i>Urochloa brizantha</i> x <i>Urochloa ruziziensis</i>) sob pastejo em sistemas Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).....	36
Tabela 2. Valores médios de Temperatura de globo negro (Tgn) e Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITUG) (\pm desvio padrão), nos períodos diurno e noturno nos sistemas iLP e iLPF.....	40
Tabela 3. Médias (\pm desvio padrão) do tempo gasto nas atividades de pastejo, ruminação, ócio e ingestão de água por novilhas Nelore nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF) nos períodos diurno (06:00h até 17:59h) e noturno (18:00h até 05:59h).	42
Tabela 4. Massa seca de forragem, altura do dossel forrageiro e densidade volumétrica da forragem (DVF) em pré-pastejo e pós-pastejo do capim híbrido de <i>Urochloa</i> (syn. <i>Brachiaria</i>) 'BRS Ipyporã' (<i>Urochloa brizantha</i> x <i>Urochloa ruziziensis</i>) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).....	49
Tabela 5. Proporção dos componentes morfológicos (\pm desvio padrão) e relação folha:colmo do capim híbrido de <i>Urochloa</i> (syn. <i>Brachiaria</i>) 'BRS Ipyporã' (<i>Urochloa brizantha</i> x <i>Urochloa ruziziensis</i>) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).....	50
Tabela 6. Médias de taxa de bocado, número de sessões e duração de sessões de pastejo de novilhas Nelore mantidas em sistemas integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).51	
Tabela 7. Valores médio do consumo de matéria seca (CMS) e de desempenho e de novilhas Nelore mantidas em sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (iPLF).....	52

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ad libitum – à vontade

cv – cultivar

°C – graus Celsius

CMS – Consumo de matéria seca

DIVMS – Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

et al. – e colaboradores

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

ILP – integração-Lavoura-Pecuária

ILPF – integração-Lavoura-Pecuária-Floresta

ITGU – Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade

LIPE® – Lignina Purificada e Enriquecida

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

MS – Matéria Seca

PV – Peso Vivo

TI – Temperatura Interna

% –porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	14
2.1.	Objetivo Geral	14
2.2.	Objetivos Específicos.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	Contextualização da pecuária de corte no estado de Rondônia	15
3.2	Estresse térmico em bovinos de corte	17
3.3	Sistemas integrados de produção agropecuária.....	19
3.4	Influência do sombreamento natural sobre a relação planta-animal	21
3.5	Comportamento em pastejo de bovinos em pastagem sombreada.....	23
3.6	Alterações fisiológicas de bovinos em estresse térmico e em ambientes sombreados	26
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4.1	Cumprimento de requisitos legais.....	29
4.2	Local experimental e época	29
4.3	Animais e tratamentos.....	30
4.4	Delineamento experimental	30
4.5	Área experimental.....	31
4.6	Avaliação do comportamento em pastejo e ingestivo	32
4.7	Avaliação da temperatura interna das novilhas	34
4.8	Estimativa do indicador ambiental	34
4.9	Avaliações do consumo alimentar e digestibilidade.....	35
4.10	Avaliação do desempenho animal	36
4.11	Estimativas de oferta de forragem	37
4.12	Análise estatística.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1	Condição climática e índice de conforto térmico	40
5.2	Comportamento em pastejo e temperatura interna das novilhas Nelore.....	41
5.3	Características do dossel forrageiro e comportamento ingestivo das novilhas Nelore.....	48
5.4	Consumo de matéria seca e desempenho das novilhas Nelores	52
6	CONCLUSÃO	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios globais da atualidade se refere as mudanças climáticas, visto pelo aumento da temperatura e registros de eventos de ondas de calor (CHEN et al., 2021). Das quais instiga-se que estas venham a se agravar futuramente, com redução na precipitação e aumento de até 2°C na temperatura média global até 2100, influenciando diretamente nos sistemas de produção agrícola e na produção de bovinos, trazendo incertezas dentro do sistema alimentar global (Wheeler; Von Braun, 2013; Malhi et al., 2021). O setor pecuário é altamente dependente das condições climáticas e, ao mesmo tempo, é apontado como uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE), especialmente metano entérico e dióxido de carbono oriundo da conversão de florestas em pastagens (Gerber et al., 2013; Cardoso et al., 2022).

Nas regiões com maior vulnerabilidade às mudanças climáticas devido às atividades antrópicas, como a região Norte do Brasil, onde predomina o bioma Amazônia, há maior probabilidade de intensificação dos impactos ambientais associados ao aquecimento global (Oliveira et al., 2021). Além disso, o desmatamento e seus efeitos negativos sobre a biodiversidade estão diretamente relacionados às atividades agropecuárias na Amazônia brasileira (Silva et al., 2020). Esse cenário é marcado pelo avanço da pecuária, evidenciado pela expansão das áreas de pastagens destinadas à produção de carne bovina nas últimas décadas (Pereira et al., 2024).

A pecuária bovina no estado de Rondônia teve seu desenvolvimento acelerado a partir dos anos 1980. Em 2023, o rebanho do estado foi estimado em 17,6 milhões de cabeças, o que representa 6,7% do total nacional (Ibge, 2021; Idaron, 2023). A bovinocultura rondoniense é formada em 86% por animais para corte e em 14% por rebanho de leite (Idaron, 2024). Tratando-se da bovinocultura de corte, esta representa 57% de participação no Valor Bruto da Produção no estado, seguida pela soja com 13%, milho com 6,6%, café com 6,3% e leite com 5,1%, que juntos representam 32% do Produto Interno Bruto (Seagri, 2021). Além disso, o estado participa com 7% do quantitativo nacional de bovinos de corte, sendo o sexto maior produtor de gado de corte do Brasil e tendo a capital do estado, o município de Porto Velho, como o quarto maior produtor do país (Seagri, 2020; Ibge, 2024).

O rebanho de corte rondoniense é composto em sua maioria, por animais da raça Nelore, os quais geralmente são criados de forma extensiva (Pereira, 2015), por possuírem capacidade adaptativa às condições climáticas nos trópicos, devido à sua rusticidade e maior tolerância ao calor (Santos et al., 2005; Barbosa et al., 2014). Contudo, há indícios de que estes animais

também podem sofrer com o estresse calórico, notório por alterações nos padrões de comportamento em pastejo e com efeito sobre o consumo de matéria seca e sobre os parâmetros fisiológicos (Valente et al., 2015; Cardoso et al., 2015; Meneses et al., 2021).

Considerando que a pecuária constitui um dos principais pilares da economia do estado de Rondônia, os desafios ambientais associados à atividade reforçam a necessidade de adoção de estratégias de intensificação sustentável que conciliem produtividade, bem-estar animal e mitigação dos impactos ambientais da produção (Lima et al., 2018). Nesse contexto, os sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) têm se destacado como alternativa promissora para melhorar o desempenho animal, otimizar a produção de forragem e aumentar a eficiência no uso da terra, ao mesmo tempo em que contribuem para o sequestro de carbono e mitigação das emissões (Domiciano et al., 2020; Santos et al., 2018; Oliveira et al., 2019; Yadav et al., 2019). Por outro lado, ocorrem mudanças na morfofisiologia da planta forrageira, em função da redução da luminosidade decorrente do sombreamento das árvores, as quais podem afetar o comportamento ingestivo de bovinos e, consequentemente, o consumo de matéria seca (Yayota et al., 2015; Oliveira et al., 2020; Souza et al., 2021).

Tendo em vista que fatores relacionados ao animal, às pastagens e ao ambiente são determinantes para o comportamento ingestivo e para a manutenção da homeostase térmica em ruminantes (Geremia et al., 2018; Gomes et al., 2020), o estudo do comportamento animal e das respostas termorregulatórias torna-se essencial, sobretudo em um cenário de mudanças climáticas que tende a intensificar os desafios ao bem-estar e à produtividade (Carvalho et al., 2020; Souza et al., 2021). Nesse contexto, o desenvolvimento e a adoção de práticas de manejo sustentáveis são fundamentais não apenas para assegurar o desempenho produtivo, mas também para conservar os ecossistemas de pastagens, reduzir emissões de gases de efeito estufa e preservar os recursos florestais e a biodiversidade. Tal abordagem adquire relevância ainda maior na pecuária de corte de Rondônia, onde a expansão da atividade requer alternativas produtivas compatíveis com a sustentabilidade ambiental e onde estudos em sistemas integrados ainda são incipientes.

Com base no exposto, as hipóteses do presente estudo são:

H1: O componente arbóreo no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) oferece maior conforto térmico para bovinos de corte, quando comparado ao sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP)?

H2: O componente arbóreo no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) ocasiona alterações na morfologia do dossel das plantas forrageiras, com consequente

modificações no comportamento em pastejo e ingestivo de bovinos de corte, quando comparado ao sistema de integração Lavoura-Pecuária (iLP)?

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Comparar sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) sobre as respostas fisiológicas e comportamentais de novilhas Nelore sudoeste amazônico.

2.2. Objetivos Específicos

1. Avaliar o comportamento em pastejo e ingestivo de novilhas de corte manejadas em pastagem de capim híbrido de *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) 'BRS Ipyporã' (*Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis*) nos sistemas de iLP e iLPF;
2. Averiguar o conforto térmico de novilhas de corte em pastagem sombreada e não sombreada, a partir de indicadores ambientais e nas variações da temperatura interna;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Contextualização da pecuária de corte no estado de Rondônia

O estado de Rondônia é marcado por cinco ciclos econômicos: ciclo da borracha, do telégrafo, segundo ciclo da borracha, da cassiterita e por último o ciclo agropecuário. O ciclo agropecuário teve início em 1970, quando houve a construção da Rodovia Transamazônica e da BR-364, e a implantação dos processos de colonização e ocupação do estado, constituindo-se assim, vários projetos de assentamento através do *Instituto Nacional de Reforma Agrária* (INCRA) para promover o desenvolvimento da Região Amazônica (Aragão et al., 2014).

A pecuária bovina teve seu desenvolvimento acelerado a partir dos anos 1980, sendo desde então, uma atividade de vital importância para o setor agropecuário rondoniense e a economia do estado, contribuindo para o desenvolvimento social e gerando novos empregos (Idaron, 2013; Sepog, 2015). A mesma está em constante expansão, na qual teve um aumento de 12,3 milhões de cabeças para 17,6 milhões no efetivo bovino entre os anos de 2013 a 2023. Acrescido a este número, nota-se um aumento de 2,7% entre 2022 e 2023 para a atividade (Idaron, 2023; Ibge, 2024). Desse montante, cerca de 70% são de animais destinado a pecuária de corte, figurando como a atividade de maior destaque no setor pecuário rondoniense (Sepog, 2014; Sepog, 2015).

A carne bovina é o principal produto de exportação do estado de Rondônia, o que representa 57% de participação no Valor Bruto da Produção, seguido pela soja com 13%, milho com 6,6%, café com 6,3% e leite com 5,1%, que juntos representam 32% do Produto Interno Bruto (Seagri, 2021). Em adição, Rondônia é o sexto maior produtor de gado de corte do Brasil, tendo a capital do estado, o município de Porto Velho como o terceiro maior produtor do país (Ibge, 2024). Em 2017, o estado foi o quinto maior exportador de carne do Brasil em valores monetários, e o quarto em volume embarcado, vendendo o seu produto para 39 países (Mdic, 2018). Além disso, em 2021, Rondônia foi reconhecida pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) como zona livre de febre aftosa sem vacinação, vislumbrando novos cenários para essa cadeia produtiva (Abiec, 2021; Idaron, 2021).

O desempenho da pecuária em Rondônia nas últimas décadas se deve às características da região Norte, com ênfase nas condições climáticas. Isso porque a associação de elevadas temperaturas e a abundância de chuvas em pelo menos oito meses do ano permite que a base alimentar dos rebanhos explorados na região seja a pastagem, figurando como a maneira mais

econômica e prática de produzir e oferecer forragem aos ruminantes (Brito et al., 2013; Dias-Filho, 2014; Pereira, 2015). Contudo, apesar dos números, o perfil da pecuária bovina no estado é descrito como de baixos índices zootécnicos, o que é explicado pelo baixo potencial genético dos animais, acrescido pelo manejo sanitário deficiente e manejo nutricional inadequado (Taborda, 2015), sendo este o fator de maior impacto (Brito, 2011; Pereira, 2015).

Além disso, a pecuária bovina no estado de Rondônia sofre expressiva pressão ambiental em razão do histórico de desmatamento na região. Segundo Aragão et al. (2014), os registros de desmatamento se deram a partir da década de 1970, período em que se iniciou a atividade pecuária e o processo de imigração e ocupação no estado. Esse mesmo autor, correlaciona o aumento do efetivo bovino ao índice de desmatamento nos últimos anos.

Um estudo realizado em 2016 afirma que cerca de 40% das pastagens estabelecidas em Rondônia apresentam algum estágio de degradação (Quintino et al., 2016), o que está relacionado a problemas bióticos, como o ataque de insetos e pragas (Dias-Filho, 2011); aparecimento de plantas daninhas e uso de fogo como forma de controle; formação das pastagens sem orientação técnica e manejo inadequado, o que implica em elevadas taxas de lotação, alta pressão de pastejo com desfolhações intensas e frequentes, ausência de período de descanso para a rebrota da planta e ausência de calagem e adubação periódicas (Costa, 2004; Jakelaitis et al., 2010; Brito, 2011). Além disso, a degradação das pastagens também contribui para o esgotamento da fertilidade natural do solo e para sua deterioração física, com a presença de compactação e erosão - o que favorece o desmatamento com a abertura de novas áreas para o uso de pastagens (Silva Filho et al., 2010).

Como a principal fonte de nutrientes para a criação de bovinos são as pastagenssistemas de estrategicamente planejados são fundamentais para otimizar a produção e a reprodução desses animais (Menezes et al., 2012; Barbero et al., 2015). Isso porque restrições na oferta de forragem em quantidade e/ou qualidade ocasionam prejuízos econômicos, pois estão associadas ao baixo ganho de peso dos animais. Como consequência, tem-se o atraso no crescimento de animais jovens, perda de peso nos machos adultos e, consequentemente, aumento da idade de abate dos bovinos. Há ainda a elevação da idade a primeira cobertura e ao primeiro parto, além de ocasionar baixa fertilidade do rebanho e queda na produção de leite (Paciullo et al., 2009; Mousquer et al., 2013).

Diante deste cenário, o estado de Rondônia vive um paradoxo na produção pecuária bovina, pois ao mesmo tempo quem que a atividade é vital para o PIB do estado, sofre com pressões ambientais latentes. Dessa forma, estudos e desenvolvimento de práticas de manejo

sustentáveis que visem aumentar a produtividade animal, manter a integridade dos ecossistemas de pastagens e a preservação da floresta, são imprescindíveis para uma pecuária de corte sustentável no estado.

3.2 Estresse térmico em bovinos de corte

O Brasil apresenta dois terços do seu território situados na faixa tropical do planeta, o que engloba toda a região amazônica (Pinheiro et al., 2012; Da Franca, 2015). Sua posição latitudinal, ao redor da linha do equador, onde incide abundante radiação solar, a caracteriza como uma das mais extensas áreas quentes e úmidas do planeta (Pinheiro et al., 2012; Da Franca, 2015). Rondônia, que está localizada nessa região, alcança temperaturas máximas entre 30°C e 35°C e umidade relativa do ar entre 80% a 90% no verão, e em torno de 75%, no outono e no inverno (Pereira, 2020). Essas características do estado têm o potencial de ocasionar um quadro de estresse calórico aos animais criados sob forma de pastejo (Armstrong, 1994).

Bovinos são animais homeotérmicos, ou seja, são capazes de se adaptar em uma ampla gama de ambientes, pois realizam alterações comportamentais, fisiológicas e metabólicas ao longo do dia, para manterem a temperatura corporal constante, havendo um equilíbrio entre a termogênese (produção de calor) e a termólise (perda de calor) (Arfuso et al., 2016; Brown-Brandl, 2018). Entretanto, quando submetidos a condições quentes e úmidas advindas de fatores ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar, por exemplo, podem sofrer desequilíbrio na homeostase (Baêta; Souza, 2010; Hill; Wall, 2015; Herbut et al., 2018). Isso ocorre quando o calor advindo do ambiente se junta às produções de calor metabólico excedendo as reservas de calor corporal, e quando as trocas de calor entre ambiente e animal são inefficientes, culminando no estresse calórico (Herbut et al., 2018). Em resultado ao estresse, os animais têm seu desempenho produtivo e reprodutivo afetado (Slimen et al., 2016) e, além disso, nota-se o enfraquecimento do sistema imunológico, tornando-os propensos a doenças (Inbaraj et al., 2016).

O estresse térmico atinge principalmente os bovinos leiteiros de alta produção, em razão de sua eficiência na utilização dos alimentos e da alta taxa metabólica (Herbut et al., 2021). Logo, quanto maior a produção leiteira de um animal, maior a ingestão de alimentos e, consequentemente, maiores os processos de digestão. Assim, a produção de calor interno nesses animais é mais elevada, o que dificulta a sua homeostase (Tao et al., 2020). Em contrapartida, bovinos especializados em produção de carne possuem taxa metabólica menor e

consequentemente, menor produção de calor interno, o que possibilita maior eficiência na perda de calor (Summer et al., 2019). Ademais, quando se trata de estresse térmico, deve-se considerar a raça do animal, visto que aqueles de origem zebuína são mais tolerantes ao calor em relação aos animais de origem europeia (Hansen, 2004; Gaughan et al., 2010).

Em Rondônia, como no restante do país, a maior parte do rebanho de corte é composta por animais da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) que geralmente são criados de forma extensiva (Pereira, 2015). Estes animais são conhecidos por serem rústicos e possuírem capacidade adaptativa às condições climáticas nos trópicos em virtude da maior tolerância ao calor, o que está relacionado ao processo evolutivo da raça (Santos et al., 2005; Barbosa et al., 2014). Entre as características raciais fenotípicas do Nelore inerentes à adaptação destacam-se a epiderme altamente pigmentada, conferindo-lhes maior proteção da radiação ultravioleta, os pelos curtos que facilitam a transferência de calor para o ambiente e maior número de glândulas sudoríparas, permitindo-lhes eficiência na troca de calor via evaporação (Bianchini et al., 2006; Barbosa et al., 2014; Nascimento et al., 2015).

Apesar de existirem raças adaptadas às condições meteorológicas nos trópicos, o aquecimento global tem sido uma constante preocupação no setor pecuário (Summer et al., 2019) em razão das mudanças climáticas, o que implica na maximização da temperatura e eventos intensos de ondas de calor. Tais situações têm sido registradas nos últimos anos e podem se agravar futuramente, influenciando diretamente nos sistemas de produção agrícola e na produção de bovinos, trazendo incertezas dentro do sistema alimentar global (Wheeler; Von Braun, 2013; Malhi et al., 2021). Além disso, estudos recentes vêm demonstrando que os animais zebuínos podem sofrer com o estresse calórico, o que é notório por mudanças no comportamento em pastejo, no consumo de matéria seca e em alterações nos parâmetros fisiológicos (Valente et al., 2015; Meneses et al., 2021).

Nos sistemas de produção de carne, o impacto do estresse térmico depende da fase de produção animal (cria, recria ou engorda), categoria animal (vacas em aleitamento/reprodutoras ou animais em crescimento), do sistema de produção e da extensão e duração do agente estressor. Salienta-se que o último figura como o de maior relevância, pois diferente da bovinocultura leiteira, onde as perdas são diárias, na produção de carne o animal em fase de terminação, por exemplo, dependendo da extensão e da duração do estresse calórico consegue se recuperar por ganho compensatório (Summer et al., 2019). No entanto, se isso não for possível, ocorrem perdas no peso de carcaça e há menor espessura de gordura (Marchesini et al., 2018). Além disso, animais que são abatidos em épocas do ano onde a temperatura e a

umidade do ar ocasionam estresse calórico apresentam pior qualidade da carne, com pH elevado (maior que 5,5) afetando a maciez e a cor do alimento (Kadim et al., 2004; Węglarz, 2010; Al Amri et al., 2021). Ademais, se supõe que as mudanças climáticas com eventos climáticos extremos terão influência direta na saúde animal, implicando no surgimento de doenças e morte (Ali et al., 2020).

3.3 Sistemas integrados de produção agropecuária

O Brasil desempenha um importante papel no cenário mundial no que se refere a produção de alimentos, como produtor agrícola e pecuário, espera-se que o país tenha posição de destaque na crescente demanda global por alimentos nas próximas décadas (Gil et al., 2015; Costa et al., 2018). Por outro lado, o setor agropecuário sofre expressiva pressão para minimizar os seus impactos ambientais, principalmente na pecuária, cuja a expansão se relaciona ao crescente desmatamento das florestas, intensificação das áreas de pastagens degradadas e emissão de Gases de Efeito Estufa (EGG) (Vieira Filho, 2018). Diante desse cenário, foi lançado em 2012 o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC), incluído entre os planos setoriais que objetivam a incorporação de ações, indicadores e metas específicas de redução de emissões de GEE e mecanismos para a verificação do seu cumprimento (Brasil, 2012).

Atualizado em 2020, o Plano ABC+ tem por finalidade recuperar até 2030, 15 milhões de hectares de áreas degradadas através de linhas de crédito rural para produtores rurais brasileiros praticarem tecnologias sustentáveis e promoverem maior eficiência à produção e, ao mesmo tempo, conseguirem incrementar renda mediante a diversificação agrícola (Gurgel; Costa, 2015; Brasil, 2021). Dentre os planos operacionais do Plano ABCestá o Programa Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) e Sistemas Agroflorestais (SAFs), nos quais são contemplados quatro modalidades de sistemas (Brasil, 2012) que integram componentes agrícolas, pecuários e florestais, em consórcio, sucessão ou rotação, em uma mesma área, conferindo a utilização dos recursos ambientais de forma adequada e orientada à viabilidade econômica (Balbino et al., 2011; Freitas et al., 2013),

As modalidades dos sistemas são representados da seguinte forma: (i) sistema integração Lavoura-Pecuária (Agropastoril), o qual integra os componentes lavoura e pecuária, de forma rotacionada, em consorciação ou sucessão, na mesma área, em um mesmo ano agrícola ou por vários anos; (ii) sistema integração Pecuária-Floresta (Silvipastoril), integrando

os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal em consórcio; (iii) sistema integração Lavoura-Floresta (Silviagrícola), que integra os componentes lavoura e floresta mediante ao consórcio de espécies arbóreas com cultivos agrícolas, que podem ser anuais ou perenes, e; (iv) sistema integração Lavoura-Pecuária-Floresta (Agrossilvipastoril), no qual integra os componentes lavoura, pecuária e floresta de forma rotacionada, em consorciação ou sucessão, numa mesma área (Brasil, 2012; Paciullo et al., 2017).

De forma geral, a combinação entre os componentes em cada sistema oferece múltiplos benefícios ambientais, dentre os quais tem-se o enriquecimento do teor de matéria orgânica do solo, resultando em maior biodiversidade e conservação. Há ainda a redução de erosão e degradação do solo e melhorias na qualidade do ar e da água, bem como a maximização da capacidade de sequestro de carbono, que por sua vez sintetiza as emissões de GEE (Yadav et al., 2019; Cordeiro et al., 2015), sendo este o principal benefício do sistema (Balbino et al., 2011). Além disso, observa-se maior produção de biomassa do pasto e das culturas agrícolas, o que por sua vez permite aumentar a lotação animal por área de pastagem e melhorar a produção de grãos, se configurando como uma alternativa sustentável para intensificação agrícola e pecuária por reduzir a pressão de abertura de novas áreas cultiváveis e gerar retornos econômicos ao produtor (Cordeiro et al., 2015; Gil et al., 2015).

No caso de pastagens sombreadas, nota-se maior qualidade das plantas em virtude do maior teor de proteína bruta e energia presente na lâmina foliar e maior digestibilidade da matéria seca (Santos et al., 2018; Yadav et al., 2019), além da menor taxa de senescência da forragem (Gomes et al., 2020), principalmente quando se trabalha com espécies tolerantes ao sombreamento, ao nível de 30 a 50% de sombra, como as gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* (Almeida et al., 2014a; Gomes et al., 2020).

Nos sistemas em que se utilizam os componentes arbóreo e pecuário (Silvipastoril e Agrossilvipastoril) nota-se a melhoria do microclima local através do sombreamento natural, o que favorece o conforto térmico dos animais. Isso resulta em menor frequência na busca por água e na melhoria das respostas termorregulatórias, com menor temperatura tanto de superfície quanto interna dos animais (Giro et al., 2019; Oliveira et al., 2019; Souza et al., 2019), que por sua vez incrementa o ganho de peso anual e por área (Paciullo et al., 2011). Além disso, há informações indicando que melhorias nas condições ambientais em função do sombreamento na pastagem favorecem os comportamentos afiliativos e a estabilidade social do rebanho os quais refletem no bem-estar dos animais (Améndola et al., 2016).

Até o ano de 2021 foi estimado que o Brasil possuía 17,4 milhões de hectares destinados aos sistemas de integração (ILPF, 2021). À vista dos múltiplos benefícios apresentados por estes sistemas, almeja-se um incremento no país em nove milhões de hectares até 2030, sendo esta a tecnologia mais promissora dentre a tecnologias propostas pelo Plano ABC (ILPF, 2021). Apesar deste cenário, há uma baixa adesão dos sistemas de integração no estado de Rondônia, uma vez que a área destinada as atividades agropecuárias corresponde à 6.700.660 hectares dos quais somente 118.952 hectares são utilizados à implantação de tais sistemas, o que corresponde a 1,78% desse montante (ILPF, 2021). Considerando este cenário, e que sistemas de integração influenciam na relação planta, animal e ambiente (Geremia et al., 2018; Gomes et al., 2020), pesquisas que visam explicar tais impactos se tornam emergentes a fim de promover uma produção agropecuária sustentável no estado. Além disso, o estudo do comportamento animal e das respostas termorregulatorias são ferramentas importantes, pois permitem definir quais ajustes de manejo são necessários para que bovinos mantenham o consumo de matéria seca constante e obtenham melhorias nas respostas termorregulatórias (Carvalho et al., 2020; Souza et al., 2021).

3.4 Influência do sombreamento natural sobre a relação planta-animal

Nos sistemas de integração que contam com o componente arbóreo em ambientes de pastejo pode haver modificações nas características estruturais e na produção das plantas (Geremia et al., 2018; Oliveira et al., 2020). Além disso, de modo geral, a planta forrageira exibe distintas respostas de qualidade e quantidade numa mesma espécie (Benvenutti et al., 2015). Tal heterogeneidade pode afetar os padrões de comportamento em pastejo e, consequentemente, a ingestão de matéria seca de animais ruminantes (Menegazzi et al., 2021). Por essa razão, conhecer o comportamento ingestivo de bovinos em pastejo é imprescindível, de modo a entender as relações entre planta-animal, aprimorando e definindo práticas de manejo para o uso eficiente da pastagem (Santos et al., 2011; Galli et al., 2017).

O comportamento ingestivo dos animais ruminantes é representado pelas variáveis de tempo de pastejo, taxa de bocado e massa de bocado, as quais determinam o consumo de matéria seca, fundamental na produção animal (Rosales; Massiotti, 2022). O tempo de pastejo de bovinos varia de 6 a 12 horas por dia, sendo dividido em várias sessões que, de forma geral, podem durar cerca de 40 minutos (Teixeira et al., 2010; Yayota et al., 2017). O número e a duração das sessões de pastejo têm sido relacionadas com as características quantitativas e

qualitativas da massa de forragem disponível, pois quanto maior a sua disponibilidade, maior é o número de sessões de pastejo ao longo do dia e menor é a sua duração em função da seletividade do animal (Mezzalira et al., 2014; Manning et al., 2017). Do mesmo modo, a duração das sessões de pastejo pode ser reduzida caso a porcentagem de fibra presente na planta forrageira seja elevada, pois esta dificulta a ingestão da forragem em função do rápido preenchimento do rúmen, baixa taxa de degradação e de passagem do alimento no retículo-rúmen, (Rutter, 2006; Maggioni et al., 2009).

As sessões de pastejo são formadas por vários bocados em uma única estação alimentar (Gibb, 1996). Este compreende o ato do animal em agarrar e cortar uma quantidade de forragem (Ungar, 1996), o que em bovinos é realizado mediante a movimentos dos lábios, língua, maxilares e pescoço (Andriamandroso et al., 2016). A quantidade de forragem colhida em cada bocado é definida como massa de bocado (Gordon; Lascano 1993), que por sua vez é dependente das dimensões do bocado (profundidade e área) (Moreira et al., 2018), as quais são influenciadas pela altura e densidade aparente da forragem (Boval; Sauvant, 2019). A massa de bocado é a variável central do comportamento ingestivo, que influencia diretamente no consumo de matéria seca em animais ruminantes (Carvalho et al., 2015). Esta, por sua vez, determina a taxa de bocado, que é a quantidade de bocados dados pelo animal em um determinado período tempo. Assim, quanto maior a massa do bocado, menor será a taxa de bocado e *vice-versa*, pois estas se relacionam de forma inversa, como um mecanismo de compensação, a fim de atingir a taxa de ingestão necessária (Camargo et al., 2012; Silva et al., 2017).

O componente arbóreo na pastagem reduz a luminosidade para as plantas que crescem sob suas copas. Desse modo, ocorre o alongamento foliar, a redução do número de perfilhos e da ramificação (Almeida et al., 2014a; Oliveira et al., 2020). Além disso, a planta forrageira tende a diminuir a proporção de folhas enquanto a proporção de caule é aumentada, podendo diminuir a disponibilidade de massa seca de forragem (Almeida et al., 2014a; Geremia et al., 2018; Santos et al., 2018). Tais alterações podem resultar em mudanças nas variáveis do comportamento ingestivo dos ruminantes, pois podem alterar o tempo de pastejo e o número de movimentos da mandíbula para a colheita e o processamento da forragem, conforme a estrutura da planta (altura, densidade, proporção folha-colmo e arranjo espacial das folhas) a fim de manter consumo de forragem constante e suprir suas exigências nutricionais ao longo do dia (Yayota et al., 2015; Galli et al., 2017).

Entre as mudanças que podem ocorrer no comportamento ingestivo de bovinos manejados em pastagens sombreadas está o aumento dos valores de massa de bocado em função do aumento da profundidade do bocado ocasionado pelo alongamento das folhas, que por sua vez, pode resultar em maior taxa de ingestão (Teixeira et al., 2011; Dias-Silva e Abdalla Filho, 2021). Dessa forma, a taxa de bocado pode vir a ser menor em decorrência do tempo gasto para processar tal bocado (Silva et al., 2017; Dias-Silva; Abdalla Filho, 2021). No entanto, sabe-se que bovinos pastam preferencialmente o horizonte superior da pastagem, a qual compreende a parte foliar das plantas forrageiras (Charmley et al., 2023). Assim, a massa de bocado pode ser diminuída em função do alongamento do caule em sistemas sombreados (Geremia et al., 2018), pois tal situação tende a limitar a formação do bocado de modo que o tempo de pastejo é aumentado ao longo do dia na tentativa de manter a taxa de ingestão diária (Menegazzi et al., 2021; Charmley et al., 2023). Contudo, a ingestão pode diminuir em virtude dos animais evitarem a presença de caule devido seu efeito na massa da mordida, que implica em resistência à quebra e dispêndio de força para apreensão (Gregorini et al., 2011; Dias-Silva; Abdalla Filho, 2021).

A análise do comportamento ingestivo fornece informações sobre as relações entre animais e pastagens que podem trazer respostas promissoras, permitindo melhorar a produtividade animal e auxiliar nas tomadas de decisões no manejo do pasto (Geremia et al., 2018). Considerando que estudos sobre o comportamento ingestivo de bovinos em pastagens sombreadas ainda são escassos, aprofundar o conhecimento sobre tal temática é imprescindível. Isso importa não somente para maximizar a produtividade animal, mas também para promover o uso dos recursos naturais de forma sustentável. Além disso, o monitoramento preciso do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo contribui para o bem-estar animal (Deniz et al., 2017).

3.5 Comportamento em pastejo de bovinos em pastagem sombreada

Os animais ruminantes em pastejo realizam atividades diárias que são caracterizadas por três principais comportamentos que ocupam entre 90 e 95% do dia de um animal, sendo estes: pastejo, ruminação e ócio (Kilgour, 2012a). Pastejo é o processo pelo qual os herbívoros se alimentam de pastagens (Carvalho et al., 2015), figurando como uma atividade onde os animais ruminantes gastam cerca de 6 a 12 horas, sendo realizada principalmente ao nascer e pôr do sol, dividida em períodos intercalados com as atividades de ruminação e ócio (Yayota et al., 2017; Dias-Silva; Abdalla Filho, 2021; Omontese et al., 2022). Porém, esse tempo pode ser alterado

em função das características da pastagem, do tipo de manejo alimentar, estado fisiológico do animal e das condições climáticas (Chilibroste et al., 2015; Ratnakaran et al., 2017).

A atividade de ruminação é caracterizada pelos processos de regurgitação, remastigação, reinsalivação e redeglutição da ingesta ruminal, que duram entre 30 a 70 segundos por bolo regurgitado e intervalos de 2 a 4 segundos entre estes (Beauchemin, 2018; Dias-Silva; Abdalla Filho, 2021). Nesse processo, o alimento é reduzido em partículas menores que facilitam a colonização microbiana, bem como a passagem de pequenas partículas do rúmen para o trato gastrointestinal inferior (Beauchemin, 2018; Dias-Silva; Abdalla Filho, 2021). Além disso, tal processo auxilia na manutenção do pH do rúmen visto que a saliva secretada para lubrificar o bolo alimentar e facilitar a deglutição cumpre o importante papel de efeito tamponante no rúmen (Beauchemin, 2018).

Diferente do processo de pastejo, os movimentos mandibulares da ruminação são mais silenciosos, regulares e semicirculares (Andriamandroso et al., 2016). Este processo dura cerca de 8 horas por dia, podendo variar entre 4 e 9 horas (Dias-Silva e Abdalla Filho, 2021; Van Soest, 1994), as quais podem ser divididas em períodos curtos que vão de 30 segundos a 2 horas, com até 20 ruminações (Beauchemin, 2018) e 20.000 movimentos mastigatórios ao longo do dia (Hodgson, 1990), sendo realizado principalmente no período noturno (Omontese et al., 2022). Todavia, esse tempo é impulsionado pelas características físicas e químicas da dieta, que são proporcionais ao conteúdo da parede celular do alimento (Van Soest, 1994; Beauchemin, 2018). Além disso, fatores como condições climáticas, raça e suplementação, afetam o tempo despendido em ruminação (Segabinazzi et al., 2014; Dias-Silva; Abdalla Filho, 2021).

O tempo despendido com a atividade de ócio é definido como aquele em que o animal não está pastejando, ruminando ou ingerindo água (Charlton et al., 2013). Diferente dos tempos gastos com as atividades de pastejo e ruminação, o tempo ocioso de bovinos não parece possuir um padrão claro durante o dia ou a noite (Kilgour et al., 2012a; Souza et al., 2019). Nesta atividade, bovinos tendem a gastar de 3 a 10 horas por dia (Kilgour et al., 2012a), divididas de 9 a 11 sessões, com duração de 60 a 99 minutos (Tucker et al., 2021). Entretanto, esse tempo pode ser alterado em caso de animais suplementados com dietas pobres em Fibra em Detergente Neutro (FDN), pois minimizam o tempo despendido em ruminação, sendo que os animais passam a ficar mais tempo ociosos (Almeida et al., 2014b).

Alterações no tempo gasto com a atividade de ócio também podem ser vistas em situações de estresse por calor. Nesse caso, o animal diminui o tempo destinado em ruminação e pastejo a fim de minimizar o calor metabólico gerado por estas atividades, aumentando assim

o tempo destinado ao ócio (Giro et al., 2019). Além disso, o tempo despendido com essa atividade possui importância significativa na saúde e bem-estar de bovinos (Becker et al., 2020), pois auxilia na detecção de doenças nos cascos, como a claudicação, por exemplo (Norring et al., 2014), pois os animais passam a ficar mais tempo ociosos em função do desconforto ocasionado pela doença (Tucker et al., 2021).

Além das atividades de pastejo, ruminação e ócio, que são os comportamentos básicos dos animais ruminantes (Dias-Silva; Abdalla Filho, 2021), há ainda o tempo despendido com a atividade de ingestão de água. Este é um comportamento biologicamente importante para os animais, contemplando os processos de digestão, absorção e transporte de nutrientes dos alimentos, além de auxiliar na homeostase geral pois facilita a transferência do calor metabólico para o ambiente (Williams et al., 2016; Williams et al., 2017; Wagner et al., 2021). Apesar disso, o comportamento de ingestão de água ainda é pouco estudado nas investigações do comportamento de bovinos e apresenta divergências quanto ao número de eventos e duração ao longo de um dia (Williams et al., 2016). Entretanto, esse comportamento é comumente realizado por bovinos, com maior frequência durante o período diurno (Souza et al., 2019; Williams et al., 2019). Entre os fatores que norteiam o comportamento de ingestão de água está a qualidade da água, o consumo alimentar, estágio de produção, genótipo do animal, tamanho e crescimento corporal do mesmo e fatores ambientais (clima e estação do ano) (Williams et al., 2016; Wagner et al., 2021). Dessa forma, entender as relações entre o comportamento de ingestão de água e tais fatores se torna essencial na criação de bovinos em pastejo (Wagner et al., 2021).

O bem-estar e a saúde de animais de produção contribuem significativamente para a qualidade do produto final (Santos et al., 2023). Neste contexto, o estudo dos padrões de comportamento animal em pastejo e a mensuração dos tempos gastos com cada atividade é uma ferramenta essencial, pois permite gerenciar as interações do animal com seu ambiente físico de modo a contribuir nas tomadas de decisões do manejo (Smith et al., 2016; Santos et al., 2023; Iqbal et al., 2023). Salienta-se ainda que as mudanças realizadas nos padrões de comportamento ou na quantidade de tempo gasto em quaisquer atividade podem ocasionar inferências para produtividade e saúde animal (Dittrich et al., 2019). Dessa forma, investigar o comportamento de bovinos em pastagens sombreadas tem sido comum nos últimos anos, visto que o sombreamento oferecido pelas árvores favorece o bem-estar animal, principalmente em regiões de clima tropical onde o ambiente térmico é desafiador (Araújo et al., 2017; Giro et al., 2019; Souza et al., 2019; Barreto et al., 2022).

O bem-estar de bovinos em sistemas sombreados está relacionado ao estresse calórico, pois em tal situação os animais alteram seu comportamento com vistas a minimizar o calor metabólico e manter a homeostase ao longo do dia (Giro et al., 2019). A maioria dos estudos se concentram em comparar sistemas sombreados e não sombreados e na maioria destes, observa-se maior tempo despendido em pastejo (Araújo et al., 2017; Souza et al., 2019) e menor tempo destinado à ingestão de água em áreas onde há presença de árvores na pastagem (Souza et al., 2019; Giro et al., 2019; Barreto et al., 2022; Deniz et al., 2023). Também observa-se maior preferência desses animais em realizar as atividades comportamentais em locais sombreados (Giro et al., 2019).

Alterações comportamentais de bovinos em sistemas silvipatoris com diferentes densidades arbóreas também tem sido relatadas. Oliveira et al. (2021) observaram maior tempo de pastejo no sistema com menor oferta de sombra (cinco árvores/ha), enquanto maior tempo de descanso e ruminação foi observado nos sistemas com maior oferta de sombra (357 e 227 árvores/ha). Por sua vez, Deniz et al. (2023), em uma revisão sistemática, enfatizam que os comportamentos realizados por bovinos em tais sistemas ainda não estão devidamente esclarecidos. Neste contexto, considerando os benefícios do componente arbóreo na pastagem (Souza Filho et al., 2020) e que a escolha por uma atividade comportamental é determinada pelo estado atual do animal e seu ambiente (Mangel; Clark, 1986) estudos mais aprofundados sobre o comportamento em pastejo e sua caracterização em ambientes sombreados ainda são necessários.

3.6 Alterações fisiológicas de bovinos em estresse térmico e em ambientes sombreados

As altas temperaturas associadas à elevada umidade relativa do ar são os principais agentes causadores de estresse térmico nos animais. Porém, a combinação destas com a radiação solar e a velocidade do vento influenciam expressivamente no organismo animal (Hill; Wall, 2015). E no caso de animais criados à pasto, esse fato maior é agravado, pois estes estão sob influência direta do ambiente climático (Van Laer et al., 2014). Assim, os animais necessitam de uma faixa de temperatura ambiente adequada para manter o equilíbrio na homeostase, chamada de zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade (Baccari Júnior, 1998). Dentro dessa zona, os animais apresentam máxima produtividade com um gasto mínimo de energia para regular a temperatura corporal. Ou seja, o calor produzido pelo

metabolismo é perdido para o ambiente sem qualquer sintoma de desconforto térmico pelo animal (Kerr, 2015; Pires et al., 2022).

A zona de conforto térmico é variável e depende de fatores, tais como espécie, raça, idade do animal, estado fisiológico, estado de saúde, nível de produção, consumo alimentar, composição da dieta, isolamento de tecido (gordura e pele), isolamento do pelo, condições de alojamento e baia e grau de adaptação (Ahmed et al., 2015; Kerr, 2015; Lees et al., 2019). A zona de conforto térmico apresenta os limites de temperatura crítica superior e inferior, onde acima ou abaixo destes, respectivamente o animal estará sofrendo de estresse por calor ou por frio (Ahmed et al., 2015). Para bovinos de corte, a comunidade europeia sugere um valor de temperatura limite de 30°C a uma umidade relativa abaixo de 80%. Acima de 80% de umidade relativa, sugere-se um valor de temperatura de 27°C (Scahaw, 2001). Valores semelhantes a estes são considerados por Baêta e Souza (2010), definindo a zona de conforto térmico para zebuínos entre 10 e 27°C, com limite de temperatura crítica superior de 35°C e umidade relativa do ar em torno de 60 a 70%.

O conhecimento dos limites aceitáveis de estresse calórico em animais de produção podem ser utilizados para otimizar as decisões de manejo, de modo a evitar impactos negativos no bem-estar e, consequentemente, na produtividade animal (Gernand et al., 2019). Dessa forma, existem indicadores fisiológicos que podem auxiliar na identificação de condições climáticas desfavoráveis, pois são fortemente influenciados pelos fatores ambientais que variam ao longo do dia e resultam em diferentes respostas de adaptação animal ao ambiente (Rashamol et al., 2018; Costa et al., 2018). Por essa razão, são comumente utilizados em estudos de conforto térmico (Galán et al., 2018). Entre estes, destacam-se a frequência respiratória e a temperatura interna dos animais (Dos Santos et al., 2021) que são mecanismos de termorregulação para adaptação ao ambiente desfavorável (Gupta e Mondal, 2021).

Naturalmente, na respiração ocorre a troca gasosa (ingestão de oxigênio e eliminação de dióxido de carbono), onde a umidade do trato respiratório é dissipada e evaporada para manter a temperatura em equilíbrio (Wojtas et al., 2014; Rashamol et al., 2018). Em situações de estresse térmico o animal aumenta a taxa de respiração (respirações/min) estimulando a respiração na tentativa de dissipar o calor corporal (Rashamol et al., 2018; Dos Santos et al., 2021). A classificação do estresse térmico, segundo Silanikove (2000), é de estresse baixo para 40 a 60 movimentos respiratórios por minuto, médio de 60 a 80, alto de 80 a 120 e estresse severo acima de 150 respirações por minuto. O aumento acentuado na taxa de respiração leva a consequências negativas no organismo animal, tal como a desidratação ocasionada pela perda

de fluídos corporais e pela alcalose respiratória, que consiste na alteração no pH do sangue em virtude da baixa concentração de bicarbonato deixando mais alcalino e podendo vir a resultar em acidose metabólica (Renaudeau et al., 2012; Das et al., 2016).

O aumento da frequência respiratória é o primeiro sinal visível apresentado pelo animal em estado de estresse calórico (Renaudeau et al., 2012). E quando o animal não consegue dissipar o calor por este mecanismo e/ou por outros mecanismos evaporativos, ocorre o aumento da sua temperatura corporal (Dos Santos et al., 2021). A temperatura corporal se refere ao equilíbrio entre a perda e o ganho de calor (Berihulay et al., 2019), a qual varia conforme a idade, raça e estado fisiológico do animal (Godyn et al., 2019; Yamada, 2020). Esta pode ser mensurada pela temperatura do rúmen e temperatura timpânica, ou mais comumente pela temperatura retal e vaginal (Burfeind et al., 2012; Godyn et al., 2019). De forma geral, para a produtividade e a sobrevivência, os limites ideais de temperatura corporal para bovinos devem ser mantidos entre 38°C e 39°C. Acima desse limite o animal está propenso há várias inferências negativas em virtude da desorganização metabólica para manter a termorregulação. Em resultado, há redução do apetite e perdas na produção, desaparecimento dos sintomas do cio e redução da fertilidade, podendo chegar até a morte em casos de temperatura interna acima de 41 °C (Pires, 2006; Mehla et al., 2014).

Em virtude dos efeitos do estresse térmico no organismo animal, o uso de sistemas sombreados se torna essencial, pois há indícios de que estes auxiliam nas respostas fisiológicas dos ruminantes (Souza et al., 2019; Romanello et al., 2023). Reis et al. (2021), comparando sistema iLPF com sistema de pastagem não sombreado, observaram melhorias nas condições climáticas em ambientes pastoris sombreados, resultando no menor valor de temperatura interna de bovinos. Souza et al. (2019), apesar de não observarem mudanças nas condições climáticas em pastagem sombreada, constataram menor valor de temperatura interna de bovinos neste sistema em relação ao sistema de pastagem não sombreada. Maior taxa de respiração de bovinos à pleno sol (iLP) também foi observada por Carvalho (2019) quando comparou sistemas iLP e iLPF. No entanto, estes estudos estão focados em bovinos leiteiros, preferencialmente em animais da raça Girolando, necessitando de investigações que comprovem essa situação para animais de corte zebuínos, que possuem características específicas de tolerância ao estresse calórico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

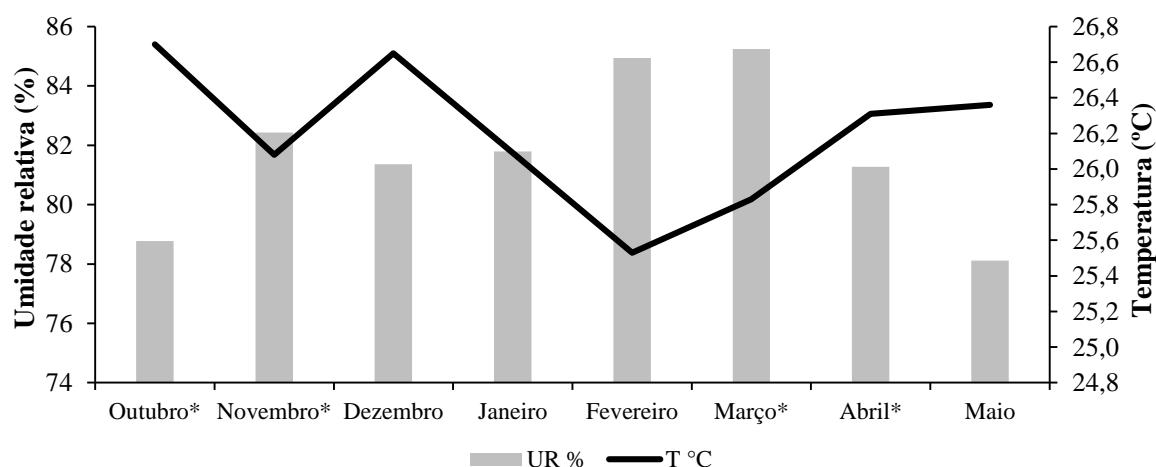
4.1 Cumprimento de requisitos legais

A comissão de ética no uso de animais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) aprovou todos os procedimentos de manejo experimental proposto no estudo, sob o protocolo CEUA nº 01/2021.

4.2 Local experimental e época

O estudo foi desenvolvido no campo experimental da Embrapa Rondônia, situado no município de Porto Velho, Rondônia, Brasil (latitude 8°47'38"S, longitude 63°50'46"O e altitude de 83 m), durante os meses de outubro de 2021 a maio de 2022. O clima predominante é do tipo Am, segundo o sistema de classificação de Köppen atualizado por Alvares et al. (2014), caracterizado por um período seco de junho a agosto, com precipitação anual superior a 2.250 mm. As variações de temperatura e de umidade relativa do ar observadas de acordo com os dados da estação meteorológica do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), localizada a 500 m do campo experimental da Embrapa-RO durante o período experimental, são apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Variação média mensal da temperatura e da umidade relativa do ar no período experimental.



T - temperatura, UR - Umidade relativa, * Meses das avaliações comportamentais. Fonte: Estação A925 – INMET.

4.3 Animais e tratamentos

Os animais utilizados neste experimento são oriundos do rebanho experimental da Embrapa Rondônia. Foram selecionadas oito novilhas contemporâneas, da raça Nelore, com média de peso corporal de 228 ± 28 kg e idade média de 11 ± 1 meses, homogeneousmente distribuídas entre os dois sistemas de integração: Lavoura-Pecuária (iLP, n=4) e Floresta (iLPF, n=4). O número de animais por tratamento está de acordo com o cálculo amostral, utilizando-se o quantitativo mínimo de animais a fim de não comprometer a análise estatística e atendendo ao princípio dos 3R (*replacement, reduction e refinement*) (NC3Rs, 2021).

4.4 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental *crossover 2x2* com dois sistemas de integração (iLP vs. iLPF) e dois períodos experimentais de 30 dias (20 dias de adaptação, seguido de 10 dias para coleta de dados) (Figura 2).

Figura 2. Esquema representativo do delineamento *crossover 2x2*, com período experimental de 60 dias.



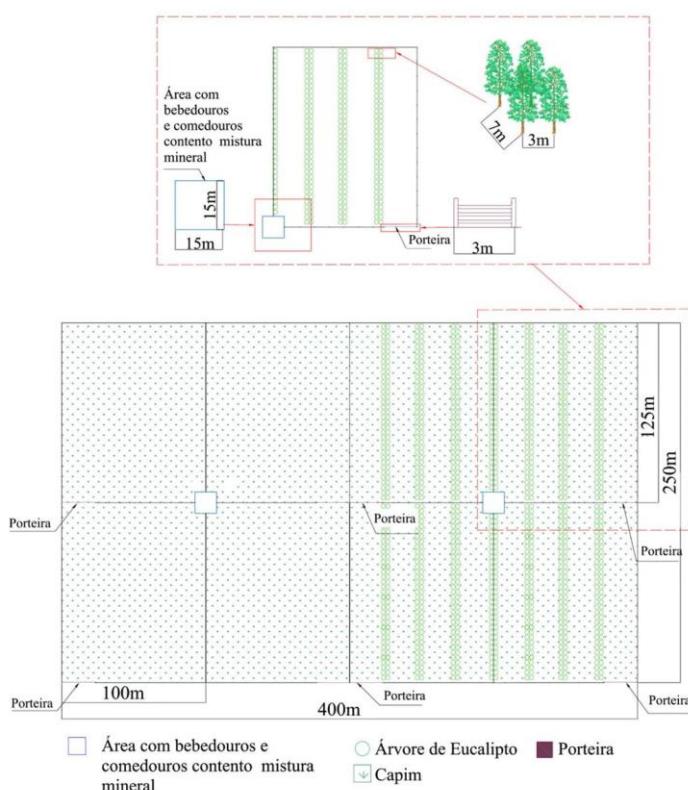
Para a avaliação da temperatura interna e do comportamento em pastejo e ingestivo das novilhas foram realizados dois ensaios do delineamento experimental *crossover*. O primeiro ensaio ocorreu entre os meses de outubro e dezembro de 2021 e o segundo ensaio entre os meses de março e maio de 2022.

Para a avaliação do consumo de matéria seca (CMS) das novilhas foram realizados três ensaios do delineamento experimental *crossover*, onde o primeiro ocorreu entre outubro e novembro de 2021, o segundo entre fevereiro e março de 2022 e o terceiro entre abril e maio de 2022. Também foram realizados quatro ensaios em delineamento experimental *crossover* para a avaliação dos dados da pastagem e para a avaliação do ganho de peso das novilhas, compreendendo aos meses de setembro a dezembro de 2021 e de janeiro a maio de 2022.

4.5 Área experimental

A área total era constituída de 10 hectares, sendo cinco hectares para cada sistema (iLP e iLPF). Cada sistema teve sua área subdividida em 4 piquetes de 1,25 hectares com praças de alimentação posicionadas no centro de cada sistema, onde os animais tinham acesso a suplementação mineral e água *ad libitum*, proveniente de bebedouro com nível regulado por torneira boia (Figura 3).

Figura 3. Ilustração da área experimental da Embrapa Rondônia.



Fonte: Acervo da autora.

Nos dois sistemas a pastagem foi formada com híbrido de *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) 'BRS Ipyporã' (*Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis*) e no sistema de iLPF as árvores da espécie *Eucalyptus pellita* estavam arranjadas em sete renques de fileiras duplas, com distância de 3,5 m entre as plantas e 7,0 m entre as linhas dentro de sete renques de 250 m de comprimento e 10,5 m de largura (Figura 3), com densidade de 118 árvores/ha e cobertura média de copa de 33%. Os animais permaneceram em lotação intermitente, com período fixo de ocupação de 10 dias, seguido de 30 dias de descanso (Souza et al., 2019), com oferta de 29,3 e 25,5 kg de MS/100 kg de peso vivo (PV) nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente, e lotação média de 0,83 UA/ha.

4.6 Avaliação do comportamento em pastejo e ingestivo

Para a obtenção das variáveis de comportamento em pastejo e ingestivo das novilhas foi utilizado o método acústico (Veit et al., 2018). Com vistas a operacionalização das coletas, os animais passaram por um período de adaptação aos sistemas de produção e aos cabrestos por 20 dias em cada período (Figura 2). Desse modo, no período vespertino do segundo dia de ocupação dos piquetes, os animais foram encaminhados ao centro de manejo onde gravadores de áudio MP3 (modelo PX240 Série PX, Sony® Corporation, Japan) foram inseridos nos cabrestos das novilhas (Figura 4).

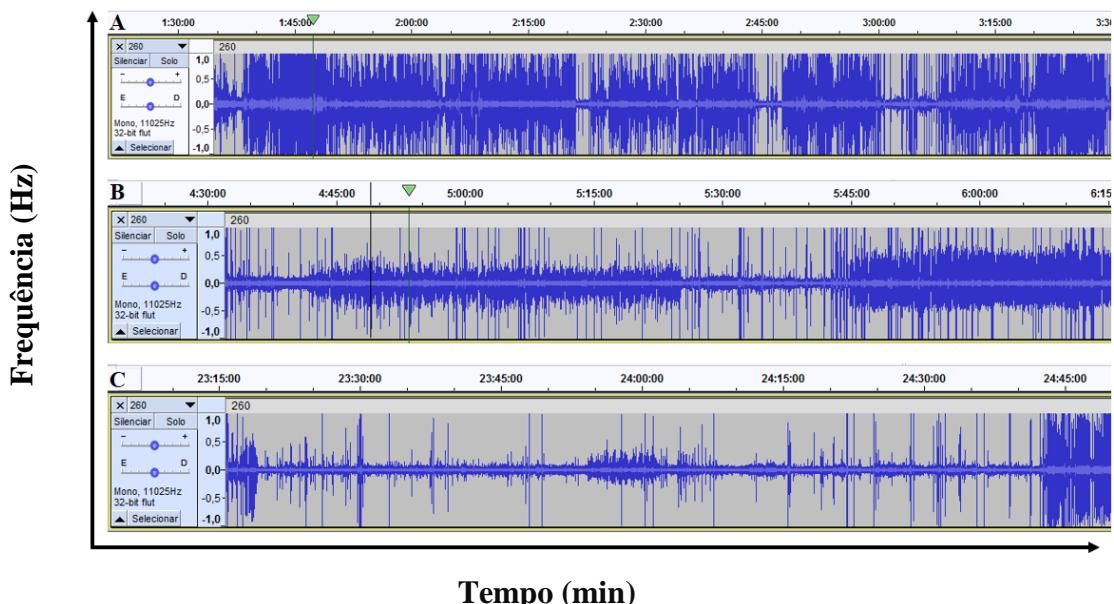
Figura 4. Gravador de áudio de MP3 (A) adaptados aos cabrestos (B) dos animais experimentais.



Foto: Acervo da autora.

Os áudios foram gravados continuamente por 24h e após esse período os animais foram conduzidos novamente ao centro de manejo para retirada dos gravadores. Posteriormente, os áudios foram reproduzidos pelo software *Audacity®* para identificação dos sons e oscilogramas específicos das atividades de pastejo, ruminação, ócio e ingestão de água (Figura 5), e quantificação do tempo (em minutos) gasto em cada atividade de acordo com o período: diurno (06h00min às 17h59min) e noturno (18h00min às 05h59min). Além disso, verificou-se o tempo despendido em cada atividade por fração de hora (60 min) durante 24 horas (Souza et al., 2019).

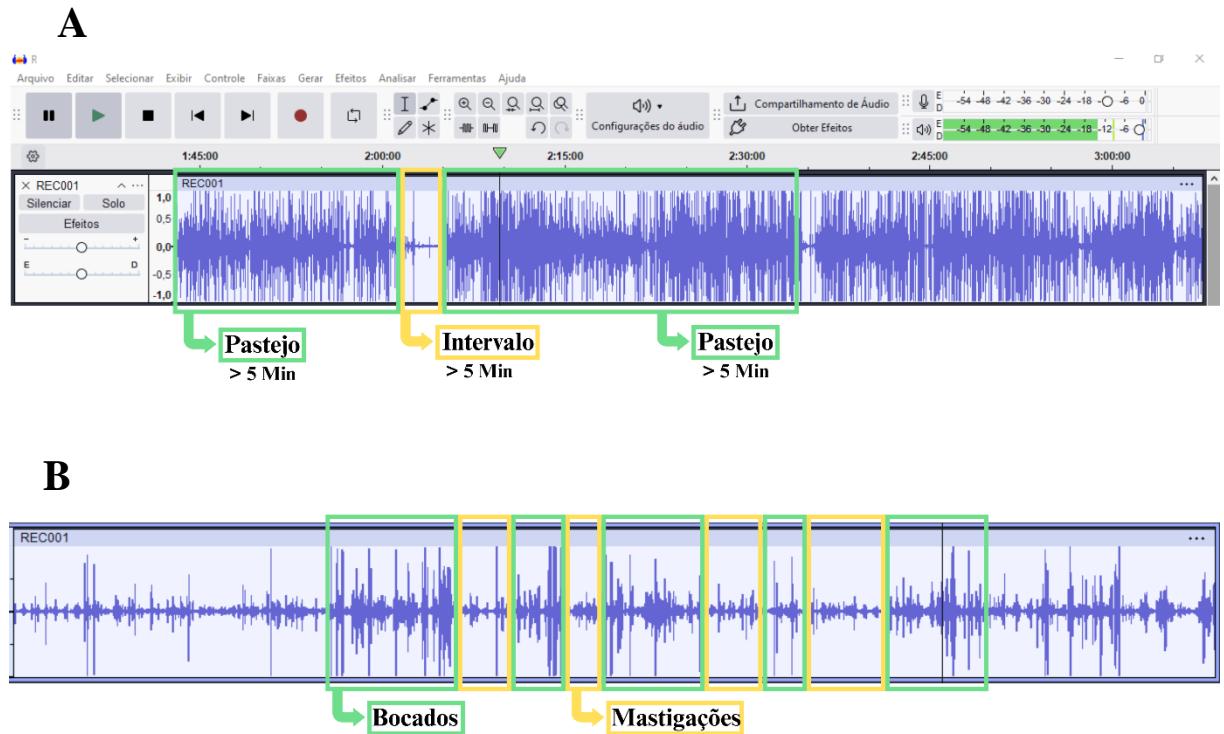
Figura 5. Oscilogramas específicos gerados a partir dos sons das atividades de pastejo (A), ruminação (B) e ócio (C).



Fonte: Adaptado de *Audacity®* 2023.

Na avaliação do comportamento ingestivo foram contabilizados o número de sessões de pastejo ao longo do dia e o tempo de duração das mesmas (nessa atividade são conceituadas como sessões de pastejo ações de apreensão da forragem realizadas com mais de cinco minutos interruptos e não interrompida por mais de cinco minutos por outra atividade – Figura 6A) (Thurow et al., 2009). A taxa de bocado também foi determinada, considerando como bocado os sons característicos de apreensão e rompimento das folhas pelo animal durante a atividade de pastejo, onde esse apresenta maior intensidade de sons do que aqueles referentes à mastigação de cada animal (Figura 6B) (Souza et al., 2021). Nesse sentido, um cronômetro foi utilizado para medir, em minutos, o tempo gasto pelos animais durante 20 apreensões da forrageira, posteriormente convertida em bocados por minuto (Jamieson; Hodgson, 1979).

Figura 6. Ocilograma gerado pelo programa Audacity®: (A) Sessão de pastejo (B) diferenciação dos bocados e da mastigação.



Fonte: Adaptado de Audacity® (2025).

A estimativa da massa de bocado (MB) foi realizada conforme Jamieson e Hodgson, (1979), dividindo o consumo diário de matéria seca (CMS) pelo total de bocados diário (TB), sendo:

$$MB \text{ (g de MS/bocado)} = \frac{CMS(kg \text{ MS/dia})}{TB \text{ (n/dia)}}$$

4.7 Avaliação da temperatura interna das novilhas

Nos dias correspondentes a avaliação de comportamento foi mensurada a temperatura interna dos animais, por intermédio de termômetro *datalogger* (DS1921H-F5# *Thermochron*, *Innovation Drive Whitewater, WI 53190 United States*) programado para registro a cada 10 min adaptado a dispositivo intravaginal para controle de cio (CIDR®) livre de hormônio, durante 24h.

4.8 Estimativa do indicador ambiental

Durante as coletas dos dados de comportamento dos animais também foram avaliadas as condições ambientais nos dois sistemas (iLP vs. iLPF). Para tanto, dados de temperatura e umidade do ar foram coletados com termohigrômetros com *Dataloggers* (ITLOG-80 Instrutherm, São Paulo, Brasil) adaptados em abrigos de policloreto de vinila (PVC) (Trumbo et al., 2012). Simultaneamente, dados de temperatura do ar para a mensuração da temperatura de globo negro foram coletados com dois termômetros *datalogger* (DS1921H-F5# *Thermochron, Innovation Drive Whitewater, WI 53190 United States*) adaptados dentro de globos negros (Souza et al., 2002). Ambos os dispositivos de medição foram fixados a 1,2 m de altura do solo (Trumbo et al., 2012) nas praças de lazer nos dois sistemas (iLP vs. iLPF) com registros em intervalos de 10 minutos por 24 horas.

A partir dos dados microclimáticos obtidos em cada sistema foi calculado o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) conforme a equação 1 (Buffington et al., 1981) e posteriormente os valores obtidos foram classificados de acordo com o National Weather Service, confirmado por Baêta (1985), onde o ITGU de até 74 indica conforto térmico para bovinos, de 75 a 78 alerta, de 79 a 84 perigo e maior que 84, emergência.

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,5 \quad \text{eq. [1]}$$

Onde:

ITGU = Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade;

T_{gn} = Temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$);

T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$).

4.9 Avaliações do consumo alimentar e digestibilidade

As estimativas do consumo de matéria seca (CMS) de forragem foram obtidas a partir da seguinte equação (2):

$$CMS (\text{kg MS.dia}^{-1}) = PFT * (1 - DIVMS)^{-1} \quad \text{eq. [2]}$$

Onde:

PFT = produção fecal total de cada animal ($\text{kg MS fecal.dia}^{-1}$);

DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca da dieta (%).

As estimativas de produção fecal foram obtidas por meio de marcador externo LIPE®. Para isso foi fornecida uma dose aos animais (cápsula de 500mg LIPE®) pela manhã durante

sete dias. As fezes foram coletadas diretamente no reto do animal a partir do terceiro dia, seguindo-se as recomendações de Machado et al. (2011). As amostras foram secas em estufa a 65°C/72 horas, moídas em moinho de facas com peneira de um milímetro para envio ao laboratório.

Amostras das pastagens também foram coletadas pelo método de pastejo simulado (Mott; Moore, 1970) durante três dias consecutivos, compreendidos do sexto ao oitavo dia de ocupação do piquete. As mesmas foram secas em estufa a 65°C/72 horas e moídas em moinho de facas com peneira de um milímetro para determinação da composição bromatológica (Tabela 1) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Tabela 1. Composição bromatológica do capim híbrido de *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) 'BRS Ipyporá' (*Urochloa brizantha* x *Urochloa ruziziensis*) sob pastejo em sistemas Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

Componente nutricional	Sistemas	
	ILP	ILPF
¹ Matéria Seca (%)	24,52 ± 2,10	23,94 ± 1,13
¹ Matéria Mineral (% MS)	3,47 ± 0,37	3,37 ± 0,19
² Matéria Orgânica (% MS)	96,53 ± 0,37	96,63 ± 0,19
³ Proteína Bruta (% MS)	8,60 ± 1,03	8,75 ± 1,14
¹ Extrato Etéreo (%MS)	2,36 ± 0,72	2,43 ± 0,96
⁴ Fibra em Detergente Neutro (% MS)	74,84 ± 3,62	75,41 ± 5,28
⁴ Fibra em Detergente Ácido (% MS)	39,21 ± 3,23	39,63 ± 5,04
⁴ Lignina (% MS)	0,06 ± 0,02	0,06 ± 0,03
⁵ Celulose (% MS)	39,15 ± 3,21	39,57 ± 5,01
⁶ Hemicelulose (% MS)	35,87 ± 1,89	35,78 ± 1,82
⁷ Carboidratos Totais (% MS)	85,54 ± 1,58	85,68 ± 1,55
⁷ Carboidratos Não Fibrosos (% MS)	10,71 ± 4,33	11,42 ± 3,36
⁸ Nutrientes Digestíveis Totais (% MS)	58,27 ± 4,07	52,46 ± 5,17
³ Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca (%)	61,28 ± 4,79	59,11 ± 6,00

¹A.O.A.C (1975); ²Método INCT-CA M-001/1; ³ANKOM Technology Method (2021); ⁴Van Soest (1994);

⁵FDA - lignina; ⁶FDN - FDA; ⁷Sniffen et al. (1992); ⁸Cappelle et al. (2001). ± = Desvio padrão.

4.10 Avaliação do desempenho animal

O ganho de peso dos animais foi avaliado a partir do peso corporal, obtido por meio de balança eletrônica, com pesagens que foram realizadas a cada 30 dias durante todo o período experimental. Para tanto, esses animais foram conduzidos ao centro de manejo às 16h e permaneceram em jejum de sólidos por 15 horas, para posteriormente realizarem-se as pesagens. Em seguida, calculou-se o ganho médio diário, obtido pela diferença entre a pesagem final e a inicial, dividido pelo número de dias do período.

4.11 Estimativas de oferta de forragem

A oferta de forragem e o resíduo pós-pastejo de MS foram realizadas pela coleta de amostras da pastagem, utilizando-se uma moldura de ferro (área de 1 m²), a qual foi lançada aleatoriamente em diferentes pontos do piquete (método do quadrado). Uma régua graduada (120 cm a uma escala de 0,1 cm) foi utilizada para medir a altura média do capim (cm), que em seguida foi cortado a uma altura de aproximadamente 10 cm do solo e pesado ainda em campo. Desse material foram retiradas duas subamostras, uma para obtenção da produção de matéria seca verde (MSV) e a outra para a quantificar a proporção de folhas, colmo e material senescente, por meio da separação botânica, as quais foram pesadas, secas em estufa a 65°C por 72 horas e pesadas novamente. Para a identificação do material senescente foi estimado o amarelamento do ápice foliar, considerando como senescentes aqueles que apresentaram mais de 50% de sua lâmina em amarelo (Oliveira et al., 2020).

A partir da oferta de forragem e altura do dossel forrageiro mensurou-se a densidade volumétrica da forragem (kgMS/cm/ha) (Lopes et al., 2017), conforme a equação 3.

$$DVF \text{ (kgMS/cm/ha)} = \frac{OF \text{ (kg de MS/ha)}}{\text{Altura (cm)}} \quad \text{eq. [3]}$$

Onde:

DVF = densidade volumétrica de forragem;

OF = oferta de forragem do dossel forrageiro;

Altura = altura do dossel forrageiro.

4.12 Análise estatística

As novilhas foram balanceadas entre os tratamentos de acordo com o peso e a idade (dias), sendo mantidas nas mesmas condições nutricionais, sanitárias e ambientais. Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, foram submetidos ao procedimento misto do SAS (PROC MIXED - *Statistical Analysis System*).

Para a avaliação do comportamento em pastejo por fração de hora (60 min) durante 24 horas e da temperatura interna foi utilizado o modelo (1) tendo como efeitos fixos do modelo a repetição dos ensaios, os sistemas (iLPF e iLPF), a hora do dia e a interação sistema. Já os animais foram considerados como efeito aleatório do modelo. Ressalta-se ainda que para análise de variância dos dados de temperatura interna aplicou-se a transformação de x⁻².

$$\gamma_{jik} = \mu + \tau_j + \phi_i + \rho_k + (\tau^* \rho)_{jk} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Onde:

γ_{jik} : variáveis dependentes;
 μ : média de todas as observações;
 τ_j : efeito fixo do j -ésimo sistema (ILP/ILPF);
 ϕ_i : efeito fixo do i -ésimo ensaio;
 ρ_k : efeito fixo do k -ésimo hora;
 $(\tau^* \rho)_{jk}$: efeito fixo da interação entre o j -ésimo sistema e a k -ésima hora;
 ε_{ijk} : erro aleatório associado a observação (animal).

Os dados referente ao comportamento em pastejo agrupados em períodos diurno (06h00min às 17h59min) e noturno (18h00min às 05h59min) foram avaliados conforme o modelo (2).

$$\gamma_{ijk} = \mu + \tau_j + \phi_i (\tau_j) + \rho_k + (\tau^* \rho)_{jk} + \varepsilon_{ijk} \quad (2)$$

Onde:

γ_{ijk} = variáveis dependentes;
 μ = média de todas as observações;
 τ_j = efeito do j -ésimo tratamento;
 ϕ_i = repetição dentro do tratamento (erro a);
 ρ_k = efeito do k -ésimo período de coleta;
 $(\tau^* \rho)_{jk}$ = interação entre o j -ésimo tratamento e o k -ésimo dia de coleta;
 ε_{ijk} = erro aleatório (erro b).

Os dados referentes ao comportamento ingestivo foram avaliados conforme o modelo (3).

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + P_j + A_k + (H)_l + (SH)_{il} + e_{ijkl} \quad (3)$$

Onde:

Y_{ijkl} : variáveis dependentes;
 μ : média de todas as observações;
 S_i : efeito fixo do i -ésimo tratamento;
 P_j : efeito fixo do j -ésimo período;
 A_k : efeito aleatório k -ésimo do animal;
 H_l : efeito fixo do l -ésimo hora do dia;
 SH_{il} : efeito fixo da interação i -ésimo tratamento l -ésima hora do dia;
 e_{ijkl} : erro aleatório residual.

Por sua vez, os dados referentes ao consumo de matéria seca (CMS) de forragem em kg/dia e em % PV foram avaliados conforme o modelo (4).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + K_j + A_k + e_{ijk} \quad (4)$$

Onde:

Y_{ijk} : variável dependente;
 μ : média de todas as observações;
 S_i : efeito fixo do i -ésimo tratamento;
 K_j : efeito fixo do j -ésimo ensaio;
 A_k : efeito aleatório do k -ésimo animal;
 e_{ijk} : erro aleatório residual.

Os dados referentes ao ganho de peso diário das novilhas foram avaliados conforme o modelo (5).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + P_j + A_k + e_{ijk} \quad (5)$$

Onde:

Y_{ijk} : variável dependente;
 μ : média de todas as observações;
 S_i : efeito do j -ésimo tratamento;
 P_j : efeito do j -ésimo período;
 A_k : efeito aleatório do k -ésimo animal;
 e_{ijk} : erro aleatório residual.

Não obstante, os dados referentes às características da pastagem foram avaliados conforme o modelo (6).

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + (Pa)_j + (SPa)_{ij} + Pi_k + e_{ijk} \quad (6)$$

Onde:

γ_{ijk} : variáveis dependentes;
 μ : média de todas as observações;
 S_i : efeito fixo do i -ésimo tratamento;
 Pa_j : efeito fixo do j -ésimo pastejo (Pré e Pós-pastejo);
 SPa_{ij} : efeito fixo da interação i -ésimo tratamento j -ésimo pastejo;
 Pi_k : efeito aleatório k -ésimo do piquete;
 e_{ijk} : erro aleatório residual.

As médias dos testes foram comparadas pelos testes de F e teste t a 5% de significância. Enfatiza-se ainda que todos os dados foram analisados por meio do pacote estatístico SAS v.9.2 (*Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC*).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Condição climática e índice de conforto térmico

A mensuração da temperatura de globo negro indica, numa só medida, a combinação de variáveis ambientais que possuem influência sobre o organismo animal, sendo estas, a temperatura e a velocidade do ar, e a energia radiante (Souza et al., 2010a). Isso proporciona uma avaliação integrada da carga térmica que um organismo realmente sente, especialmente em ambientes externos. Ao longo do dia da avaliação comportamental, as médias de temperatura de globo negro (Tgn) foram de 32,3°C e 31,1°C no período diurno e de 23,9°C e 24,2°C no período noturno nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente (Tabela 2). Nota-se que os valores de Tgn observados neste estudo estão dentro dos limites aceitáveis para raças bovinas zebuínas, sendo a faixa de temperatura do ar ideal, entre 10 e 27 °C, com limite de temperatura crítica superior de 35°C (Baêta; Souza, 2010).

Tabela 2. Valores médios de Temperatura de globo negro (Tgn) e Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITUG) (\pm desvio padrão), nos períodos diurno e noturno nos sistemas iLP e iLPF.

	iLP		iLPF	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
Tgn (°C)	32,3 \pm 4,0	23,9 \pm 1,0	31,1 \pm 3,5	24,2 \pm 0,9
ITGU	82 \pm 4,2	74 \pm 1,3	81 \pm 3,7	74 \pm 1,2

Fonte: resultados da pesquisa.

Souza et al. (2010a) e Gomes et al. (2020) observaram semelhanças na temperatura do ar entre sistemas sombreados e não sombreados. Em nosso estudo tal semelhança foi verificada na Tgn. Ademais, Souza et al. (2010b) sugeriram que as árvores no ambiente de pastejo atuam como uma barreira, impedindo a exposição direta dos animais à radiação solar, o que pode resultar em modificações mínimas no microclima local. Além disso, Karvatte Junior et al. (2016) propuseram que as árvores de eucalipto, como as utilizadas neste estudo, possuem menor densidade foliar que, apesar de fornecerem sombra efetiva, podem ser menos eficientes em alterar as condições microclimáticas devido à permissão parcial da transmissão de radiação solar e fluxo de energia radiante. Além disso, embora os valores de Tgn tenham sido semelhantes entre os sistemas ao longo do período de avaliação de 24 horas (Tabela 2), durante o dia, a Tgn no sistema iLPF foi 4% menor em comparação ao sistema iLP.

O ITGU foi numericamente semelhante entre os dois sistemas, sendo a média no período diurno de 81,5 e no período noturno de 74,0 (Tabela 2). De acordo com a classificação do *National Weather Service*, confirmado por Baêta (1985), o ITGU de até 74 indica conforto térmico, de 75 a 78 alerta, de 79 a 84 perigo e maior que 84 pressupõe emergência. Com base nesse índice, infere-se que as novilhas estavam em situação de perigo durante o dia, com valores de ITGU atingindo 82 no sistema iLP e 81 no sistema iLPF, enquanto à noite apresentaram conforto térmico com ITGU de 74 em ambos os sistemas. No entanto, Domiciano et al. (2016) relataram valores mais elevados de ITGU (88,8) ao avaliarem bovinos da raça Nelore em sistemas de integração no centro-oeste brasileiro sem efeitos adversos à saúde ou ao desempenho animal. Entretanto, é importante ressaltar que essa classificação de índice foi originalmente desenvolvida para bovinos leiteiros taurinos, que são mais sensíveis a altas temperaturas em comparação com raças zebuínas (Buffington et al., 1981). Consequentemente, há limitações para sua aplicação em bovinos de corte Nelore que são adaptados ao clima tropical (Domiciano et al., 2016).

Apesar dessas limitações, o modelo de cálculo do ITGU considera a exposição à radiação solar como a principal fonte de produção de calor exógeno em bovinos. Portanto, seu uso é recomendado para avaliar o conforto térmico de bovinos em pastejo (Oliveira et al., 2019; VOLPI et al., 2021). No entanto, são necessários ajustes na classificação dos níveis de estresse por calor para diferentes categorias de animais, considerando variações intraespecíficas bem como diferenças relacionadas à raça, idade, sexo, estágio de gestação e estágio de lactação (Buffington et al., 1981).

5.2 Comportamento em pastejo e temperatura interna das novilhas Nelore

As médias do tempo total gasto com atividade de pastejo pelas novilhas Nelore não foram diferentes ($p>0,05$) entre os sistemas, sendo 502,68 e 532,00 minutos para iLP e iLPF, respectivamente (Tabela 3). Diante da similaridade das condições meteorológicas observadas durante o período experimental entre as pastagens sombreadas e não sombreadas, entende-se a similaridade nos tempos gastos com essa atividade. Tais circunstâncias foram relatadas por Domiciano et al. (2016) ao investigarem novilhos não castrados da raça Nelore em sistemas de integração e por Giro et al. (2019) que avaliaram vacas primíparas da raça Canchim (5/8 chalorês 3/8 zebuíno). Nesse sentido, ambos os estudos concluíram que os animais não enfrentaram situações de desconforto térmico, pois os valores de temperaturas eram adequados para o desenvolvimento dessa atividade sendo que em situações de desconforto térmico os

animais reduzem a atividade de pastejo e, consequentemente, aumentam a atividade de ócio. Resultados semelhantes foram encontrados na presente investigação, uma vez que as Tgn nos sistemas iLP e iLPF estavam dentro do limite de temperatura crítica superior para os animais avaliados.

Tabela 3. Médias (\pm desvio padrão) do tempo gasto nas atividades de pastejo, ruminação, ócio e ingestão de água por novilhas Nelore nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF) nos períodos diurno (06:00h até 17:59h) e noturno (18:00h até 05:59h).

	iLP	iLPF	
<i>Pastejo (min)</i>			
Diurno	338,1 \pm 70,1A	325,9 \pm 55,9A	332,0 \pm 62,5A
Noturno	164,6 \pm 77,4B	206,1 \pm 34,3B	185,3 \pm 62,4B
Total	502,7 \pm 89,3	532,0 \pm 63,1	
<i>Ruminação (min)</i>			
Diurno	149,0 \pm 44,2B	168,6 \pm 36,0B	158,8 \pm 40,8B
Noturno	289,6 \pm 50,0A	290,9 \pm 20,9A	290,2 \pm 37,6A
Total	438,6 \pm 57,6	459,5 \pm 41,8	
<i>Ócio (min)</i>			
Diurno	232,2 \pm 45,4	224,5 \pm 66,3	228,3 \pm 55,9
Noturno	265,4 \pm 74,1	222,9 \pm 25,3	244,1 \pm 58,5
Total	497,6 \pm 83,0	447,4 \pm 66,4	
<i>Ingestão de água (min)</i>			
Diurno	0,6 \pm 1,0A	0,9 \pm 1,1A	0,7 \pm 1,1A
Noturno	0,2 \pm 1,0B	-	0,1 \pm 0,75B
Total	0,9 \pm 1,9	0,9 \pm 1,1	

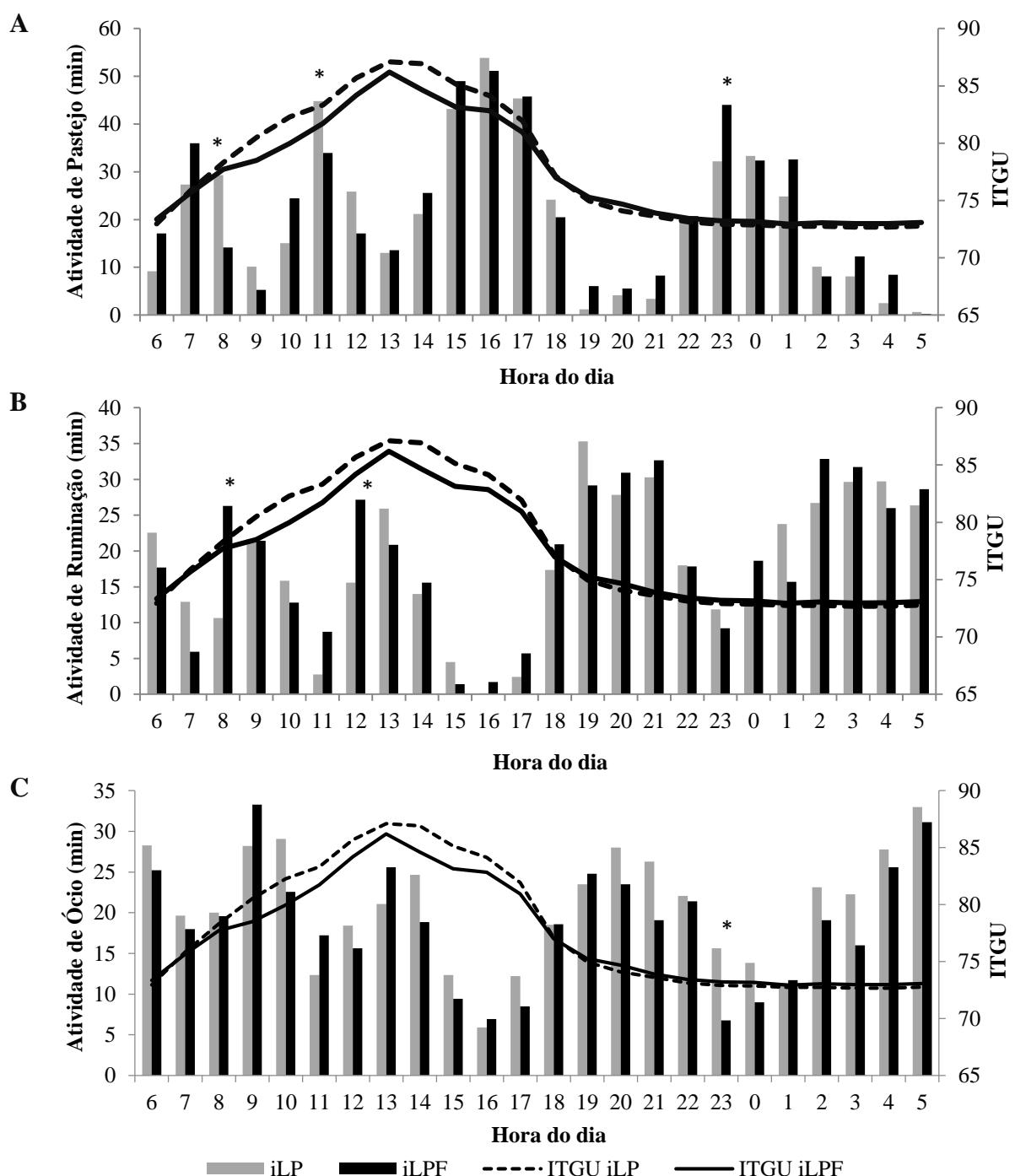
Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste t a 5% de significância.

Observou-se que o tempo total de pastejo das novilhas nas 24 horas de análise (Tabela 3) em ambos os sistemas esteve dentro do padrão normal descrito para bovinos adultos, visto que essa espécie despende, em média, 480 minutos por dia para tal atividade quando há condições favoráveis de oferta de pasto para o consumo (>12 kg de MS/100 kg de PV), podendo chegar até 16h quando há limitação de forragem (Hodgson, 1990; Hodgson et al., 1994), situação indesejável e não observada no presente experimento.

Em ambos os sistemas, observou-se que as fêmeas pastejaram mais tempo ($p<0,05$) no período diurno em relação ao período noturno (Tabela 3). Considerando os dados apresentados na Figura 7A, constatou-se que os tempos médios de pastejo por hora no período diurno foram de 28,2 e 27,7 minutos para os sistemas iLP e iLPF, respectivamente, e 13,7 e 16,6 minutos, durante a noite, nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente (Figura 7A). A escolha pelo pastejo nesse momento do dia é percebida como um mecanismo inconsciente do animal, com vistas a atender sua exigência nutricional durante o dia e fugir da predação no período noturno, sendo

esses, fatores condicionados ao mecanismo de sobrevivência desenvolvidos ao longo da evolução dos ruminantes (Van Soest, 1994).

Figura 7. Variações da atividade de pastejo (A), ruminação (B) e ócio (C) (minutos) e Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) ao longo do dia (24h) nos sistemas Integrado Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).



* Diferente pelo teste F a 5% de significância.

A atividade de pastejo das novilhas apresentou padrão similar de resposta em ambos os sistemas, sendo que essa atividade esteve concentrada em quatro períodos ao longo de 24 horas: entre 07h00min e 08h00min; 10h00min e 12h00min; 14h00min e 18h00min, e; 22h00min e 01h00min (Figura 7A). Nesses horários, as fêmeas pastejaram por, pelo menos, 20 min/hora, com dispêndio máximo entre às 15h00min e às 17h00min, sendo a duração mínima de 43,14 e 45,78 min/hora para os sistemas iLP e iLPF, respectivamente (Figura 7A). A distribuição da atividade de pastejo em bovinos acontece, principalmente, no início da manhã (entre 06h00min e 08h00min), no final da tarde (entre 16h00min e 17h00min) e no meio da noite (entre 22h00min e 01h00min), como observado por Souza et al. (2019) em novilhas Girolando e também por Kilgour et al. (2012b), Iqbal et al. (2023) e Schütz et al. (2023). Entretanto, os bovinos podem realizar essa atividade em até cinco períodos de pastejo ao longo do dia, com preferência a executá-la no período diurno (Souza et al., 2010b), assim como foi verificado neste estudo (Figura 7A e Tabela 3).

Em adição, constata-se que a atividade de ruminação está associada à atividade de pastejo. Logo, observa-se um comportamento padrão dos animais que engloba períodos de ruminação após períodos intensos de pastejo (Iqbal et al., 2023). Os referidos padrões foram verificados na presente pesquisa, onde evidenciam-se períodos de ruminação intercalados pelos períodos de pastejo (Figura 7A e B).

A atividade de ruminação das novilhas em ambos os sistemas (iLP e iLPF) foi mais intensa ($<0,05$) no período noturno em relação ao período diurno (289,64 e 290,93 minutos vs. 149,00 e 168,64 minutos no iLP e iLPF, respectivamente) (Tabela 3). Paralelamente a esse resultado, observa-se que os valores de ITGU foram menores no período noturno (Figura 7B). No período diurno, os animais despenderam média de 12,4 e 13,8 min/hora nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente, enquanto no período noturno a duração média por hora foi de 24,1 e 24,5 min/hora nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente (Figura 7B). Esse fenômeno é consistente com estudos anteriores comparando o comportamento de bovinos em sistemas sombreados e não sombreados (Souza et al., 2019; Barreto et al., 2022) e, provavelmente, está relacionado ao aumento na produção endógena de calor gerada pela fermentação ruminal durante o metabolismo alimentar. Como resultado, os bovinos preferem ruminar à noite, quando as temperaturas ambientes são mais baixas, para manter a homeostase ao longo do dia (Souza et al., 2019; Volpi et al., 2021).

Os animais passaram mais tempo ruminando ($p<0,05$) nos horários de 08h00min e 12h00min (26,28 e 27,14 min, respectivamente) no sistema iLPF, quando comparado ao

sistema iLP (10,64 e 15,57 minutos, respectivamente) (Figura 7B). O menor tempo de ruminação dos animais no sistema iLP às 08h00min (Figura 7B) pode ser atribuído ao maior tempo de pastejo neste horário (Figura 7A). Já o menor tempo de ruminação às 12h00min pode estar relacionado ao aumento nos valores do Índice de Temperatura e Umidade de Globo Negro (ITGU) nesse horário em específico (Figura 7B). Embora observa-se aumento nos valores dessa variável para ambos os sistemas, supõe-se que as novilhas do sistema iLPF foram capazes de manter a ruminação nesse horário, enquanto as novilhas do sistema iLP distribuíram a atividade ao longo do dia de modo a se ajustarem ao ambiente térmico (Carnevalli et al., 2020).

Apesar das diferenças entre os sistemas em tais horários, não foram encontradas diferenças ($p>0,05$) no tempo total despendido em ruminação ao longo de 24 horas, sendo 438,64 e 447,43 minutos para os sistemas iLP e iLPF, respectivamente (Tabela 3). Presume-se que o tempo de ruminação de bovinos é alterado pelas características químicas e físicas da dieta (Beauchemin, 2018). Desse modo, a similaridade no tempo total de ruminação das novilhas entre os sistemas iLP e iLPF pode estar relacionada à semelhança nas características químico-bromatológicas e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim na pastagem durante o experimento (Tabela 1).

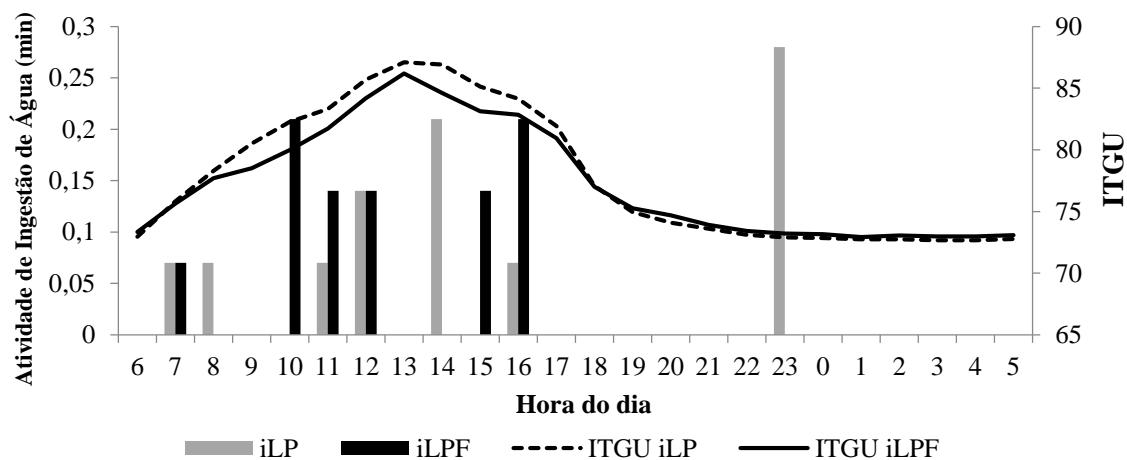
No comportamento de ócio verifica-se que os animais despenderam em média 20,73 e 18,64 min/hora nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente (Figura 7C). Às 23:00h, as fêmeas permanecem mais tempo ($p<0,05$) nessa atividade no sistema iLP, em relação ao sistema iLPF (15,64 vs. 6,78 minutos, respectivamente) (Figura 7C), o que está associado ao maior tempo de pastejo dos animais no sistema iLPF nesse horário (Figura 7A e C). Contudo, essa diferença não foi suficiente para modificar o comportamento da variável ao longo de 24 horas entre os sistemas (497,64 e 447,43 minutos para os sistemas iLP e iLPF, respectivamente) (Tabela 3). Em situações de estresse térmico, os animais alteram o comportamento com o objetivo de mitigar a produção de calor endógeno, reduzindo o tempo de pastejo e ruminação e, consequentemente, aumentando a atividade de ócio (Giro et al., 2019).

Entretanto, neste estudo, os animais conseguiram realizar as atividades de pastejo e ruminação normalmente em ambos os sistemas, redistribuindo essas atividades ao longo do dia de modo que não foi necessário reduzir o tempo gasto com esses comportamentos, o que explica a similaridade no tempo gasto com atividade de ócio em ambos os sistemas, uma vez que, o tempo despendido com essa atividade está de acordo com previsto para bovinos, que tende a ser de 480 minutos por dia (Souza et al., 2010b).

De modo geral, durante o período do dia em que a atividade de pastejo foi mais intensa, houve diminuição da atividade de ócio (Figura 7A e C), simultaneamente relacionada à atividade de ruminação (Figura 7B e C), o que parece ser um comportamento comum para bovinos, que tendem a ruminar enquanto descansam (Carnevalli et al., 2020; Barreto et al., 2022). Além disso, é habitual que tal atividade seja distribuída ao longo do dia, o que explica a similaridade nos tempos despendidos com a atividade de ócio entre os períodos diurno e noturno (228,36 e 244,18 minutos, respectivamente) (Tabela 3), independente do sistema (Carnevalli et al., 2020; Barreto et al., 2022).

A frequência de ingestão de água pelas novilhas foi maior no período diurno em relação ao período noturno (0,79 vs. 0,14 minutos, respectivamente) (Tabela 3). Entretanto, observou-se que às 08h00min, às 14h00min e às 23h00min houve consumo de água apenas no sistema iLP, com médias de tempo de 0,07, 0,21 e 0,28 minutos, respectivamente (Figura 8). Já às 10h00min e às 15h00min a ingestão de água pelas novilhas foi observada apenas no sistema iLPF, com tempos de 0,14 e 0,21 minutos. Apesar da distinção entre os sistemas nesses horários, não foram encontradas diferenças entre os sistemas ($p>0,05$) para o tempo total gasto com essa atividade (Tabela 3).

Figura 8. Variações da atividade de ingestão de água (minutos) e do Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) ao longo do dia (24h) nos sistemas integrado Lavoura-Pecuária (iLP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (iLF).



*Diferente pelo teste F a 5% de significância.

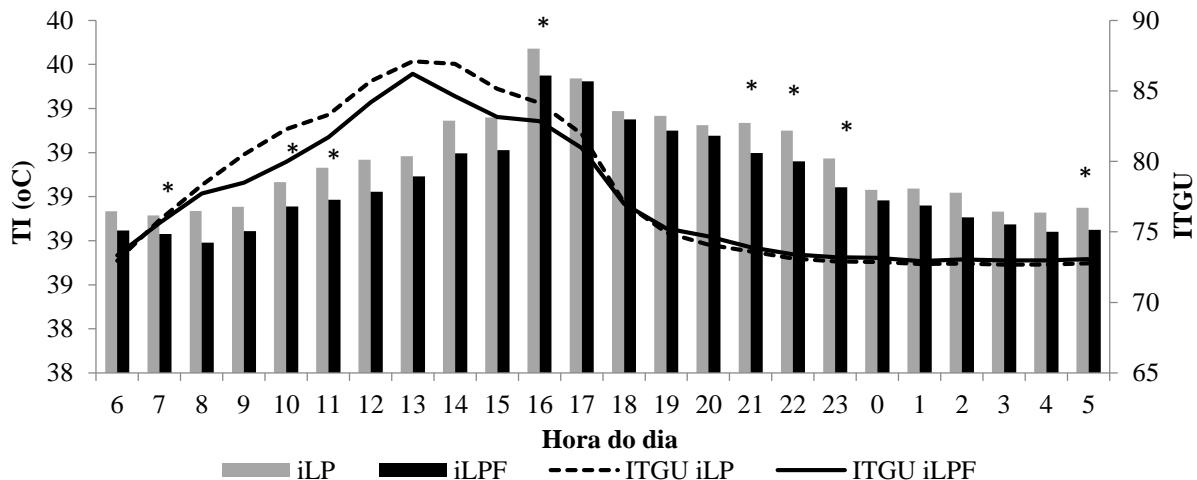
Bovinos criados em regiões de clima tropical tendem a ingerir mais água durante o período diurno a fim de repor a água corporal perdida pela transpiração na manutenção da homeostase (Atrian; Shahryar, 2012; Souza et al., 2019). Em situações de estresse térmico, os

animais podem aumentar a reposição hídrica para auxiliar na troca de calor, pois nesses casos as perdas de água por evaporação são mais acentuadas (De Sousa et al., 2021). No entanto, se houver disponibilidade de sombreamento natural, os bovinos podem reduzir a ingestão de água (De Sousa et al., 2021). Neste estudo, porém, os valores de Tgn (Tabela 2) não indicaram situação de estresse para os animais, o que pode explicar a similaridade nos tempos gastos com ingestão de água pelas novilhas nos sistemas iLP e iLPF. Além disso, deve-se levar em consideração que a raça Nelore é de origem indiana (*Bos indicus*), adaptada às condições climáticas dos trópicos (Valente et al., 2015).

Em termos fisiológicos, verificou-se que a temperatura interna das novilhas variou ao longo do período de 24 horas em ambos os sistemas (iLP e iLPF), observando-se padrões semelhantes entre a temperatura interna e o Índice de Temperatura e Umidade de Globo Negro (ITGU), pois à medida que o ITGU aumentou, ocorreu acréscimo da temperatura interna das novilhas (Figura 9). Isso já era esperado uma vez que existe uma relação direta entre a temperatura interna de bovinos com os índices de conforto térmico (Ferrazza et al., 2017; Carvalho et al., 2018; Souza et al., 2019). No entanto, o pico máximo da temperatura interna sucedeu-se às 16h00min, com médias de 39,7 e 39,5 °C nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente (Figura 9). Segundo Ferreira et al. (2006) e Oliveira et al. (2019), os animais necessitam de um intervalo de tempo de exposição ao agente estressor para responder fisiologicamente a ele. Portanto, a temperatura interna não foi afetada imediatamente devido ao acúmulo de carga térmica no organismo animal.

Ao longo do dia, a temperatura interna dos animais no sistema iLP foi numericamente maior do que no sistema iLPF, com diferenças significativas ($P<0,05$) observadas às 08h00min, 11h00min, 12h00min, 16h00min, 21h00min, 22h00min, 23h00min e 05h00min (Figura 9), nas quais podem estar associadas à intensidade das atividades realizadas durante esses horários. Às 08h00min, 11h00min, 16h00min e 23h00min, a atividade de pastejo foi mais proeminente (Figura 7A), enquanto às 12h00min, 21h00min, 22h00min e 05h00min, a atividade de ruminação prevaleceu (Figura 7B). Essas atividades são conhecidas por aumentar a produção de calor endógeno devido às demandas metabólicas de ingestão e digestão de alimentos, elevando assim a temperatura corporal central (Brown-Brandl, 2018). Embora tais atividades tenham sido intensas em ambos os sistemas nestes horários, sugere-se que o componente arbóreo do sistema iLPF tenha absorvido a carga de calor radiante pelas copas das árvores, reduzindo assim o calor absorvido pelos animais ao longo do dia (Domiciano et al., 2016), facilitando os processos de perda de calor para manter a homeostase (Skonieski et al., 2021).

Figura 9. Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF) e temperatura interna (TI) de novilhas Nelore ao longo do dia (24h).



* Diferente pelo teste F a 5% de significância.

Embora se tenha observado aumento da temperatura interna, a qual sinaliza prejuízos a homeostase, essa variável não ultrapassou o limite máximo de 39,7°C, considerado normal para animais zebuíños (Silva, 2000). Os valores máximos de temperatura interna das novilhas verificadas neste estudo foram de 39,7°C no sistema iLP e 39,5°C no sistema iLPF. Bovinos de raças zebuínas são mais eficientes em regular a temperatura corporal em resposta ao estresse térmico do que raças *B. taurus* de origem europeia, sendo isso resultado de taxas metabólicas mais baixas, bem como, maior capacidade de perda de calor em virtude do maior número de glândulas sudoríparas e propriedades da pelagem (Hansen et al., 2004; Tejaswi et al., 2020).

5.3 Características do dossel forrageiro e comportamento ingestivo das novilhas Nelore

O capim-Ipyporã é resultado do cruzamento entre *Brachiaria ruziziensis* e *Brachiaria brizantha*, que apresenta como características a resistência as cigarrinhas-das-pastagens, a alta qualidade e a boa produtividade (Echeverria et al., 2016). Liberada para comércio em 2017, após 13 anos de estudo (Valle et al., 2017), pouco se sabe sobre o comportamento dessa espécie em ambientes sombreados. Por outro lado, nota-se que a maioria das *Brachiarias* apresentam maior qualidade das plantas, visto pelo aumento no teor de proteína bruta e menores conteúdos de FDN quando estão sob regime de sombreamento, porém tendem a diminuir a produtividade (Yadav et al., 2019; Santos et al., 2018).

Nesse estudo, no entanto, observa-se que a massa de forragem seca do capim-Ipyporã no pré-pastejo e pós-pastejo não apresentou diferenças significativas ($p>0,05$) entre os sistemas iLP e iLPF (Tabela 4). Em adição, observa-se que os valores de altura do dossel forrageiro no pré e pós-pastejo também não diferiram ($p>0,05$) entre os sistemas (Tabela 4). Echeverria et al. (2016) consideram os valores de altura do capim-Ipyporã no pré-pastejo e pós-pastejo de 30 e 15 cm, respectivamente, e de massa de forragem de 3.559 e 1.755 kg/ha, respectivamente, a uma intercipitação luminosa de 95%, ideal para otimizar a eficiência de colheita e garantir o aproveitamento da forragem no estágio de maior valor nutritivo. Logo, observa-se que os valores encontrados no presente estudo extrapolam os valores sugeridos por estes autores para a espécie.

Tabela 4. Massa seca de forragem, altura do dossel forrageiro e densidade volumétrica da forragem (DVF) em pré-pastejo e pós-pastejo do *capim híbrido de Urochloa (syn. Brachiaria) 'BRS Ipyporã'* (*Urochloa brizantha x Urochloa ruziziensis*) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

Variáveis	Sistemas	
	iLP	iLPF
<i>Massa de forragem (kg/ha)</i>		
Pré-Pastejo	5416,8	4780,9
Pós-Pastejo	4914,3	4569,3
<i>Altura do dossel (cm)</i>		
Pré-Pastejo	82,6	82,6
Pós-Pastejo	72,4	75,6
<i>DVF (kgMS/cm/ha)</i>		
Pré-Pastejo	68,9	57,4
Pós-Pastejo	68,7	60,6

Valores médios na linha e na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância

Além disso, não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre pré e pós-pastejo para essas variáveis no presente estudo (Tabela 4). Tal resultado pode sugerir situação de subpastejo em ambos os sistemas, visto que a oferta de forragem foi de 29,3 e 25,5 kg de MS/100 kg de peso vivo (PV) nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente, os quais estão acima dos valores recomendados por Hodgson (1990) de 10 a 12 kg de MS/100 kg de PV e acima ainda do valor verificado por Braga et al. (2007), de 20 kg de MS/100 kg de PV, onde observa-se menor eficiência de pastejo, em virtude do alongamento dos colmos e aumento do material senescente, resultando em menor relação folha:colmo (<1,2), característicos de pastagens subpastejadas, assim como foi verificado neste estudo (Tabela 5), das quais podem influenciar nas variáveis de comportamento ingestivo de animais em pastejo (Casagrande et al., 2011; Santos et al., 2014; Mezzalira et al., 2014).

Também não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os valores de densidade volumétrica da forragem entre os sistemas iLP e iLPF e entre os períodos pré e pós-pastejo (Tabela 4). Considerando os valores de densidade volumétrica da forragem observados por Soares (2021), maior que 100 kgMS/cm/ha para o capim-Ipyporã, nota-se que os valores verificados no presente estudo foram baixos (Tabela 4). Além disso, para Stobbs (1973) valores de densidade volumétrica de forragem de 98 kgMS/cm/ha são considerados baixos e restringem a ingestão de forragem. Santos et al. (2010), afirmam que a medida em que a altura do dossel forrageiro aumenta (de 10cm para 40cm), os valores de densidade volumétrica da forragem diminuem. Neste sentido, os valores de altura do dossel no presente estudo (Tabela 4) podem ter influenciado nos valores da densidade volumétrica de forragem, apresentando relação inversa.

Tabela 5. Proporção dos componentes morfológicos (\pm desvio padrão) e relação folha:colmo do capim híbrido de *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) 'BRS Ipyporã' (*Urochloa brizantha x Urochloa ruziziensis*) nos sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

Variáveis	Sistemas	
	iLP	iLPF
Folha (%)	31,4 \pm 7,4	36,2 \pm 7,9
Colmo (%)	33,4 \pm 6,6	36,6 \pm 5,9
Material morto (%)	35,1 \pm 8,2	30,0 \pm 8,9
Relação folha:colmo	1,0 \pm 0,3	1,2 \pm 0,3

% Porcentagem na matéria seca (MS).

Em relação ao comportamento ingestivo, observa-se que as novilhas apresentaram respostas em termos de taxa de bocados e de massa de bocado semelhantes entre os sistemas iLP e iLPF (Tabela 6). Em sistemas sombreados, a planta forrageira apresenta alterações morfológicas em função da diminuição da disponibilidade de luz solar (Oliveira et al., 2020). Entre estas modificações está o aumento da lâmina foliar para expandir a área necessária para captação de radiação solar (Guenni et al., 2018; Geremia et al., 2018). Neste sentido, a taxa de bocados e a massa de bocados de bovinos tende a ser modificada, pois quanto maior a altura do dossel forrageiro, menor será a taxa de bocados em virtude da maior massa de bocado e o tempo despendido nos processos de mastigação e deglutição desse bocado (Nadin et al., 2019; Dias-Silva e Abdalla Filho, 2021). No entanto, tal modificação não foi verificada neste estudo, visto que a altura média do dossel forrageiro não diferiu ($p>0,05$) entre os sistemas iLP e iLPF (Tabela 4).

Tabela 6. Médias de taxa de bocado, número de sessões e duração de sessões de pastejo de novilhas Nelore mantidas em sistemas integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Floresta (iLPF).

Variáveis	Sistemas		Valor de P
	iLP	iLPF	
Taxa de bocado (bocados/minuto)	34,8	34,1	0,0990
Massa de bocado (g de MS/bocado)	0,3	0,3	0,3663
Sessões de pastejo (número/dia)	11	11	0,6050
Duração de sessões de pastejo (minutos)	50,2	51,0	0,9261

Valores médios na linha não diferem entre si pelo teste Tukey-Kramer a 5% de significância.

Em situações de limitação de foragem, a taxa de bocados de bovinos em crescimento pode chegar à 70 bocados/minuto (Delagarde et al., 2001). Tal cenário não foi verificado neste estudo, visto que não houve limitação na oferta de forragem (29,3 e 25,5 kg de MS/100 kg de PV nos sistemas iLP e iLPF, respectivamente) e as taxas de bocados verificadas foram em média de 34 bocados/minuto (Tabela 6), as quais encontram-se dentro da faixa de 20 a 50 bocados/minuto encontradas em pastagens tropicais (Glienke et al., 2016; Souza et al., 2021). No entanto, a massa de bocado das novilhas verificadas em ambos os sistemas esteve próxima ao valor limite de 0,3 g de MS/bocado para animais manejados em pastagens tropicais (Stobbs, 1974), o que pode ser considerado baixo visto que animais em crescimento mantidos em pastagens tropicais podem alcançar massas de bocados de 1,11 g de MS/bocado (Souza et al., 2021). Tal resultado pode estar relacionado à proporção de folhas presente no extrato pastejável, que foi numericamente menor em relação a proporção de colmos e material morto (Tabela 5). Logo, a presença de colmos no extrato pastejável dificulta a formação de bocados maiores em virtude da menor densidade de lâminas foliares (Glienke et al., 2016).

O número de sessões de pastejo diário e a duração das sessões de pastejo das novilhas também apresentaram similaridades entre os sistemas (iLP vs. iLPF) (Tabela 6), uma vez que estas realizaram 11 sessões de pastejo ao longo do dia, estando acima do previsto para tal categoria animal (6 a 8 sessões diárias) (Teixeira et al., 2010). Além disso, a duração das sessões de pastejo nas quais são relacionadas com o número de sessões diárias, também foram acima do previsto (50,66 minutos), que em geral tem uma duração média de 40 minutos (Teixeira et al., 2010; Souza et al., 2021). Apesar de ter sido relatado anteriormente que as modificações nessas variáveis estão relacionadas com a oferta de forragem e suas características químicas (Maggioni et al., 2009; Melo et al., 2016), neste estudo, no entanto, tais modificações parecem estar associadas aos valores de massa de bocados das novilhas.

Neste sentido, os animais tentaram compensar os baixos valores da massa de bocado aumentando os números de sessões de pastejo e a sua duração ao longo do dia, na tentativa de

manter o consumo de matéria seca constante (Menegazzi et al., 2021; Charmley et al., 2023). Além disso, valores de relação folha:colmo menor que <1,2 como os que foram observados neste estudo (Tabela 5) estão associados ao aumento no tempo de pastejo de bovinos (Casagrande et al., 2011). Dessa forma, é possível inferir que os animais tendem a gastar mais tempo nas sessões de pastejo, de modo a buscar as partes mais digestíveis da planta, quando as proporções de folhas são menores no extrato pastejavél, afim de atender às suas necessidades energéticas (Almeida et al., 2014b).

5.4 Consumo de matéria seca e desempenho das novilhas Nelores

O consumo de matéria seca (CMS) em kg/dia e em % PV das novilhas não diferiram ($p>0,05$) entre os sistemas (Tabela 7), o que pode estar relacionado às características químicas (Tabela 1) e morfológicas do capim (Tabela 5), nas quais apresentaram similaridade entre os sistemas (DIFANTE et al., 2010). Embora os valores de FDN (75,12%) e FDA (39,42%) (Tabela 1) do capim-Ipyporã neste estudo tenham ultrapassado os valores limites de 70% (Fioreli et al., 2018) e 30% na matéria seca, respectivamente (Nussio et al., 1998), os quais são limitantes ao consumo (Pasquini Neto et al., 2025), as novilhas conseguiram manter o CMS ($\text{kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ e em % de PV) dentro do previsto para essa categoria animal, de 8,2 kg/dia e em torno de 2,7% do PV, considerando 300 quilos de PV e peso a maturidade de 450kg (NRC, 2000). Além disso, os teores de Proteína Bruta do capim-Ipyporã de 8,6% na matéria seca (Tabela 1) foram superiores ao mínimo recomendado para ruminantes de 7% na dieta, que segundo Detmann et al. (2014) é ideal para garantir o desempenho desses animais.

Tabela 7. Valores médio do consumo de matéria seca (CMS) e de desempenho e de novilhas Nelore mantidas em sistemas de integração Lavoura-Pecuária (iLP) e Lavoura-Pecuária-Floresta (iPLF).

Variáveis	Sistemas		Valor de P
	iLP	iLPF	
CMS (kg/dia)	8,3	8,2	0,6131
CMS (% PV)	3,2	3,1	0,3416
Ganho de peso (kg/dia)	0,3	0,5	0,1926

PV = Peso vivo.

O desempenho produtivo de bovinos à pasto é intrinsecamente condicionado pela disponibilidade de forragem, uma vez que a limitação desse recurso compromete a ingestão e, consequentemente, o desempenho individual dos animais (Mezzalira et al., 2012). Neste

sentido, observa-se que não foram verificadas diferenças ($p>0,05$) no ganho de peso diário das novilhas (Tabela 7), visto que estas não sofreram limitação na oferta de forragem (Tabela 4), a qual proporcionou aos animais maior seletividade da dieta (Santos et al., 2018). Apesar desses valores não apresentarem diferenças significativas, no sistema iLPF o ganho de peso diário das novilhas foi superior ao ganho médio diário previsto para bovinos de corte (0,46 kg/dia) mantidos em sistemas que consideram gramíneas tropicais, visto que estas apresentam qualidade mediana (Euclides et al., 2001).

6 CONCLUSÃO

Em conclusão, o componente arbóreo do sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) favorece o conforto térmico de novilhas Nelore em pastagem de capim-Ipyporã, visto pelo menor valor de temperatura interna desses animais. Mas não interfere no tempo total despendido nas atividades em pastejo, bem como não ocasiona mudanças significativas nas variáveis de comportamento ingestivo. Para pesquisas futuras, recomenda-se investigar respostas fisiológicas e comportamentais em diferentes estações do ano, considerando outras categorias animais e incluir medidores fisiológicos adicionais, como frequência respiratória, a fim de ampliar a compreensão sobre adaptação e desempenho produtivo em sistemas de integração.

Em termos de contribuição, o estudo facilita o entendimento da interação entre manejo de pastagem e bem-estar animal, oferecendo subsídios para sistemas de produção mais sustentáveis e eficientes. Os resultados têm implicações para o desenvolvimento regional, ao indicar estratégias que conciliam produtividade e conforto animal, e para o meio ambiente, ao reforçar práticas que integram produção pecuária e conservação arbórea.

REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes 2021. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/oie-reconhece-seis-estados-do-brasil-como-livres-de-aftosa-sem-vacinacao/>. Acessado em: 07 de junho de 2023.

AHMED, A.; TIWARI, R. P.; MISHRA, G. K.; JENA, B.; DAR, M.A.; BHAT, A. A. Effect of Environmental Heat Stress on Reproduction Performance of Dairy Cows- A Review. **International Journal of Livestock Research**, v. 5, n. 4, p. 10-18, 2015.

AL AMRI, I.; AL AJMIB, D. S.; ALKINDIA, A.; SAWADC, A. A.; HAMAEDA, A.; NASSER, A. Impacts of seasonal ambient temperature and humidity on meat quality characteristics of sheep and beef longissimus thoracis muscles. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 35, p. 362-369, 2021.

ALI, M. Z.; CARLILE, G.; GIASUDDIN, M. Impact of global climate change on livestock health: Bangladesh perspective. **Open Veterinary Journal**, vol. 10 (2), p. 178–188, 2020.

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. **Forage grasses in integrated cattle production systems**. (p.101-107), Edição: 1^a, Capítulo: 9, Editora: Embrapa, 2014a.

ALMEIDA, V. V. S. D.; SILVA, R. R.; VISINTIN, A. C. O.; QUEIROZ, A. C. D.; SILVA, F. F. D.; SAMPAIO, C. B.; LISBOA, M. M.; MENDES, F, B, L.; LINS, T. O. J. D. A. Ingestive behavior of grazing heifers receiving crude glycerin supplementation during the dry-rainy season transition. **Chilean journal of agricultural research**, v. 74, n. 3, p. 286-292, 2014b.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. 2014. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728.

AMÉNDOLA, L.; SOLARIO, F. J.; KU-VERA, J. C.; AMÉNDOLA-MASSIOTTI, R. D.; ZARZA, H.; GALINDO, F. Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. **Animal**, v. 10, n. 5, p. 863-867, 2016.
ANDRIAMANDROSO, A.; BINDELLE, J.; MERCATORIS, B.; LEBEAU, F. A review on the use of sensors to monitor cattle jaw movements and behavior when grazing. **Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement**, v. 20, 2016.

ANKOM. Technology Method 3, In vitro true digestibility using DAISY Incubator ANKOM Technology. Disponível em: <<https://www.ankom.com/embed-only/document/vitro-true-digestibility-method-ivtd-daisy>>. Acessado em: 07 de junho de 2021.

A.O.A.C. **Official methods of analysis**. Association of Official Agricultural Chemists. 12^a ed. Washington, D.C., 1975. 1094 p.

ARAGÃO, J. L.; PFEIFER, L. F. M.; BORRERO, M. A. V. Ocupação tardia e o desenvolvimento da agropecuária no Estado de Rondônia: Uma história da bovinocultura no desenvolvimento regional. **Revista Semina**, Passo Fundo-RS, v.13, n.1, p. 154-171, 2014.

ARAÚJO, R. A. D.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. D. S.; SANTOS, F. N. D. S.; CUTRIM JÚNIOR, J. A. A.; JESUS, A. P. R. D.; SHIGAKI, F. ARAÚJO, J. D. S. Grazing behavior and spatial distribution of feces of Young bulls in silvopastoral systems and Marandu monoculture in the Pre-Amazon region. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 1, p. 83-90, 2017.

ARFUSO, F.; RIZZO, M.; GIANNETTO, C.; GIUDICE, E.; FAZIO, F.; PICCIONE, G. Age-related changes of serum mitochondrial uncoupling 1, rumen and rectal temperature in goats. **Journal of Thermal Biology**, v. 59, p. 47-51, 2016.

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of dairy science**, v. 77, n. 7, p. 2044-2050, 1994.

ATRIAN, P.; SHAHRYAR, H. A. Heat stress in dairy cows (a review). **Research in Zoology**, v. 2, n. 4, p. 31-37, 2012.

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 1998. p. 136-161.

BAÊTA, F. C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season.** 1985. 218 (Doutorado). State University os Missouri Missouri, Columbia, EUA.

BAÊTA, F. C.; SOUZA C. F. **Ambiência em Edificações Rurais: Conforto animal.** Editora UFV, Viçosa. 2010.

BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L.F. **Marco referencial: integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPP).** Brasília: Embrapa, 2011. 130p.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; NAVÉ, R. L. G.; MULLINKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BARBOSA, B. R. P.; SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P. D.; EGITO, A. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; JULIANO, R. S., PAIVA, S. R.; MCMANUS, C. Tolerância ao calor em bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 854-865, 2014.

BARRETO, D. N. A.; BARIONI JUNIOR, W.; PEZZOPANE, J. R. M.; BERNARDI, A. C. D. C.; PEDROSO, A. D. F.; MARCONDES, C. R.; JACINTHO, M. A. C.; ROMANELLO, N.; SOUSA, M. A. P.; COSTA, L. N.; GARCIA, A. R. Thermal comfort and behavior of beef cattle in pasture-based systems monitored by visual observation and electronic device. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 253, p. 105687, 2022.

BEAUCHEMIN, K. A. Invited review: Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 6, p. 4762-4784, 2018.

BECKER, C. A.; COLLIER, R. J.; STONE, A. E. Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 103, n. 8, p. 6751-6770, 2020.

BENVENUTTI, M. A.; PAVETTI, D. R.; POPPI, D. P.; GORDON, I. J.; CANGIANO, C. A. Defoliation patterns and their implications for the management of vegetative tropical pastures to control intake and diet quality by cattle. **Grass and Forage Science**, v. 71, n. 3, p. 424-436, 2015.

BERIHULAY, H.; ABIED, A.; HE, X.; JIANG, L.; MA, Y. Adaptation mechanisms of small ruminants to environmental heat stress. **Animals**, v. 9, n. 3, p. 75, 2019.

BIANCHINI, E.; MC MANUS, C.; LUCCI, C. M.; FERNANDES, M. C. B.; PRESCOTT, E.; MARIANTE, A. D. S.; EGITO, A. A. D. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, p. 1443-1448, 2006.

BOVAL, M.; SAUVANT, D. Ingestive behaviour of grazing ruminants: meta-analysis of the components of bite mass. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 96-111, 2019.

BRAGA, G. J.; PEDREIRA, C. G. S.; HERLING, V. R.; LUZ, P. H. D. C. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1641-1649, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030): visão estratégica para um novo ciclo**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. – Brasília: MAPA, 2021.

BRITO, L. G. Sistema de produção de leite para Rondônia. **Embrapa Rondônia-Sistema de Produção (INFOTECA-E)**, 2011.

BRITO, L. G.; BARBIERI, F. S.; FIGUEIRÓ, M. R.; SILVA, W. C. Perfil da pecuária leiteira em Rondônia. In: Embrapa Rondônia - Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 12.; WORKSHOP DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 12.; SIMPÓSIO DE SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE LEITEIRA, 13., 2013, Porto Velho. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2013. 4p. 1 CD-ROM., 2013.

BROWN-BRANDL, T. M. Understanding heat stress in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITI, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black-globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of ASA**, v.24, p.711-714, 1981.

BURFEIND, O.; SUTHAR, V. S.; HEUWIESER, W. Effect of heat stress on body temperature in healthy early postpartum dairy cows. **Theriogenology**, v. 78, n. 9, p. 2031-2038, 2012.

CAMARGO, D. G.; ROCHA, M. G.; SILVA, J. H. S.; GLIENKE, C. L.; CONFORTIN, A. C. C.; MACHADO, J. M. Características da ingestão de forragem por cordeiras nos estádios fenológicos da pastagem de azevém. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 2, p. 403-410, 2012.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

CARDOSO, C. C., PERIPOLLI, V., AMADOR, S. A., BRANDÃO, E. G., ESTEVES, G. I. F., SOUSA, C. M. Z., FRANÇA, M.F.M.S.; GONÇALVES, F.G.; BARBOSA, F.A.; MONTALVÃO, T.C.; MARTINS, C.F.; FONSECA NETO, A.M.; MCMANUS, C. Physiological and thermographic response to heat stress in zebu cattle. **Livestock Science**, v. 182, p. 83-92, 2015.

CARNEVALLI, R. A.; DE MELLO, A. C. T.; COLETTI, A. J.; GARCIA, L. F.; XAVIER, D. B. Shade controls the ruminating and idleness times of dairy heifers in tropical integrated systems. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 779-790, 2020.

CARVALHO, G. A. **Respostas termorregulatórias de bovinos girolando mantidos em pastagem em clima tropical**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, RO, 2019. 54 f.

CARVALHO, G. A.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; SOUZA, E. C.; SILVA, F. R. F.; SCHMITT, E. An acoustic method for assessing the respiration rate of free-grazing dairy cattle. **Livestock Science**, v. 241, p. 104270, 2020.

CARVALHO, G. A.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; SILVA, F. R. F.; HALFEN, J.; SCHMITT, E. Relationship between thermal comfort indices and internal temperature of grazing lactating Holstein × Gyr cows in western Amazonia. **Acta Amazônica**, v. 48, p. 191-196, 2018.

CARVALHO, P. D. F.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L.; DA TRINDADE, J. K.; BONNET, O. J. F.; TISCHLER, M.; GENRO, T. C. M.; NABINGER, C.; LACA, E. A. Can animal performance be predicted from short-term grazing processes? **Animal Production Science**, v. 55, n. 3, p. 319-327, 2015.

CASAGRANDE, D. R.; AZENHA, M. V.; VALENTE, A. L. D. S.; VIEIRA, B. R.; MORETTI, M. H.; RUGGIERI, A. C.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R. A. Canopy characteristics and behavior of Nellore heifers in *Brachiaria brizantha* pastures under different grazing heights at a continuous stocking rate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2294-2301, 2011.

- CHARLTON, G. L.; RUTTER, S. M.; EAST, M.; SINCLAIR, L. A. The motivation of dairy cows for access to pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 96 n. 7, p. 4387-4396 2013.
- CHARMLEY, E.; THOMAS, D.; BISHOP-HURLEY, G. J. Revisiting tropical pasture intake: what has changed in 50 years? **Animal Production Science**, 2023.
- CHENG, M.; MCCARL, B.; FEI, C. Climate Change and Livestock Production: A Literature Review. **Atmosphere**, v. 13, n. 1, p. 140, 2022.
- CHILIBROSTE, P.; GIBB, M. J.; SOCA, P.; MATTIAUDA, D. A. Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: do they follow a predictable pattern? **Animal production science**, v. 55, n. 3, p. 328-338, 2015.
- 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. P.; SCHOPENEBOOM, J. C.; OLIVEIRA, S. A.; VINAS, R. S.; DE MEDEIROS, G. A. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. **Journal of Cleaner Production**, 171, 1460-1471. 2018.
- COSTA, N. L. **Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 212p.
- DA FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia–período 1981-2011. **Revista Geografias**, p. 44-58, 2015.
- DAS, R.; SAILO, L.; VERMA, N.; BHARTI, P.; SAIKIA, J.; KUMAR, R. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. **Veterinary world**, v. 9, n. 3, p. 260, 2016.
- DE SOUSA, K. T.; DENIZ, M.; DO VALE, M. M.; DITTRICH, J. R.; HÖTZEL, M. J. Influence of microclimate on dairy cows' behavior in three pasture systems during the winter in south Brazil. **Journal of Thermal Biology**, v. 97, p. 102873, 2021.
- DELAGARDE, R.; PRACHE, S.; D'HOUR P.; Petit, M. Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. **Fourrages**, v.166, p.189-212, 2001.
- DENIZ, M.; DE-SOUSA, K. T.; VIEIRA, F. M. C.; VALE, M. M. D.; DITTRICH, J. R.; DAROS, R. R.; HÖTZEL, M. J. A systematic review of the effects of silvopastoral system on thermal environment and dairy cows' behavioral and physiological responses. **International Journal of Biometeorology**, v. 67, n. 3, p. 409-422, 2023.
- DENIZ, N. N.; CHELOTTI, J. O.; GALLI, J. R.; PLANISICH, A. M.; LARRIPA, M. J.; RUFINER, H. L.; GIOVANINI, L. L. Embedded system for real-time monitoring of foraging

behavior of grazing cattle using acoustic signals. **Computers and electronics in agriculture**, v. 138, p. 167-174, 2017.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; HUHTANEN, P. Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: a review based on Brazilian results. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35 (4), p. 2829–2854, 2014.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação / Moacyr Bernardino Dias Filho**. 4. ed. rev., atual. e ampl. Belém, PA: Ed. do Autor, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental-Dокументos (INFOTECA-E)**, 2014.

DIAS-SILVA, T. P.; ABDALLA FILHO, A. L. Sheep and goat feeding behavior profile in grazing systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 43, p. e51265, 2021.

DIFANTE, G. D. S.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. D.; SILVA, S. C. D.; BARBOSA, R. A.; TORRES JÚNIOR, R. A. D. A. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 33-41, 2010.

DITTRICH, I.; GERTZ, M.; KRIETER, J. Alterations in sick dairy cows' daily behavioural patterns. **Heliyon**, v. 5, n. 11, 2019.

DOMICIANO, L. F.; MOMBACH, M. A.; CARVALHO, P.; DA SILVA, N. M. F.; PEREIRA, D. H.; CABRAL, L. S.; LOUPES, L. B.; PEDREIRA, B. C. Performance and behaviour of Nellore steers on integrated systems. **Animal Production Science**, v. 58, n. 5, p. 920-929, 2016.

DOMICIANO, L. F.; PEDREIRA, B. C.; DA SILVA, N. M.; MOMBACH, M. A.; CHIZZOTTI, F. H.; BATISTA, E. D.; CARVALHO, P.; CABRAL, L. S.; PEREIRA, D. H.; DO NASCIMENTO, H. L. B. Agroforestry systems: an alternative to intensify forage-based livestock in the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 1839-1849, 2020.

DOS SANTOS, M. M.; SOUZA-JUNIOR, J. B. F.; DANTAS, M. R. T.; DE MACEDO COSTA, L. L. An updated review on cattle thermoregulation: physiological responses, biophysical mechanisms, and heat stress alleviation pathways. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 24, p. 30471-30485, 2021.

ECHEVERRIA, J. R.; EUCLIDES, V. P. B.; SBRASSIA, A. F.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; NANTES, N. N. Acúmulo de forragem e valor nutritivo do híbrido interespecífico de Urochloa'BRS RB331 Ipyporã'em pastejo intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 880-889, 2016.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F. P.; FIGUEIREDO, G. R. Desempenho de Novilhos F1s Angus-Nelore em Pastagens de *Brachiaria decumbens* Submetidos a Diferentes Regimes Alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 (2), p. 470-481, 2001

FERRAZZA, R. A.; GARCIA, H. D. M. ARISTIZÁBAL, V. H. V.; NOGUEIRA, C. S.; VERÍSSIMO, C. J.; SARTORI, J. R.; SARTORI, R.; FERREIRA, J. C. P. Thermoregulatory responses of Holstein cows exposed to experimentally induced heat stress. **Journal of Thermal Biology**, v. 66, p. 68-80, 2017.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FIORELI, A. B.; ZIECH, M. F.; FLUCK, A. C.; GEREI, J.C.; COL, D.; BERNIS, L.; HOFFMANN, F.; COSTA, O.A.D. Valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* consorciadas com amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.6, p.1970-1978, 2018.

FREITAS, E. C. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; FONSECA, D. M., SANTOS, M. V.; LEITE, H. G.; MACHADO, V. D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em Sistema Agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, v.37, n.3, p.409-417, 2013.

GALÁN, E.; LLONCH, P.; VILLAGRÁ, A.; LEVIT, H.; PINTO, S.; DEL PRADO, A. A systematic review of non-productivity-related animal-based indicators of heat stress resilience in dairy cattle. **PloS one**, v. 13, n. 11, p. 1-19, 2018.

GALLI, J. R.; CANGIANO, C. A.; PECE, M. A.; LARRIPA, M. J.; MILONE, D. H.; UTSUMI, S. A.; LACA, E. A. Monitoring and assessment of ingestive chewing sounds for prediction of herbage intake rate in grazing cattle. **Animal**, v. 12, n. 5, p. 973-982, 2017.

GAUGHAN, J. B.; MADER, T. L.; HOLT, S. M.; SULLIVAN, M. L.; HAHN, G. L. Assessing the heat tolerance of 17 beef cattle genotypes. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, n. 6, p. 617-627, 2010.

GEREMIA, E. V.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; CARNEVALLI, R. A.; MOURÃO, G. B.; DA SILVA, S. C. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. **Livestock Science**, v. 212, p. 83-92, 2018.

GERNAND, E.; KÖNIG, S.; KIPP, C. Influence of on-farm measurements for heat stress indicators on dairy cow productivity, female fertility, and health. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 7, p. 6660-6671, 2019.

GIBB M. J., 1996. Animal grazing/intake terminology and definitions. In: **Proceedings of pasture ecology and animal intake workshop for concerted action AIR3-CT93-0947**, 24-25 September 1996, Dublin, Ireland, 20-35.

GIL, J.; SIEBOLD, M.; BERGER, T. Adoption and development of integrated crop-livestock-forestry systems in Mato Grosso, Brazil. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 199, p. 394-406, 2015.

GIRO, A.; PEZZOPANE, J. R. M.; JUNIOR, W. B.; DE FARIA PEDROSO, A.; LEMES, A. P.; BOTTA, D. ROMANELLO, N.; BARRETO, A. N.; GARCIA, A. R. Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-livestock systems with or without tree shading. **Science of the Total Environment**, v. 684, p. 587-596, 2019.

GODYŃ, D.; HERBUT, P.; ANGRECKA, S. Measurements of peripheral and deep body temperature in cattle—A review. **Journal of Thermal Biology**, v. 79, p. 42-49, 2019.

GOMES, F. J.; PEDREIRA, B. C.; SANTOS, P. M.; BOSI, C.; LULU, J.; PEDREIRA, C. G. Microclimate effects on canopy characteristics of shaded palisadegrass pastures in a silvopastoral system in the Amazon biome of central Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 115, p. 126029, 2020.

GORDON, I. J.; LASCANO, C. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grasslands: potential and constraints. In: **International Grassland Congress**. 1993. p. 681-690.

GLIENKE, C. L.; ROCHA, M. G.; PÖTTER, L.; ROSO, D.; MONTAGNER, D. B.; OLIVEIRA, R. A. Canopy structure, ingestive behavior and displacement patterns of beef heifers grazing warm-season pastures. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 457-465, 2016.

GREGORINI, P.; GUNTER, S. A.; BOWMAN, M. T.; CALDWELL, J. D.; MASINO, C.A.; COBLENTZ, W. K.; BECK, P. A. Effect of herbage depletion on short-term foraging dynamics and diet quality of steers grazing wheat pastures. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 3824–3830, 2011

GUENNI, O.; ROMERO, E.; GUÉDEZ, Y.; BRAVO DE GUENNI, L.; PITTERMANN, J. Influence of low light intensity on growth and biomass allocation, leaf photosynthesis and canopy radiation interception and use in two forage species of Centrosema (DC.) Benth. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 4, p. 967-978, 2018.

GUPTA, M.; MONDAL, T. Heat stress and thermoregulatory responses of goats: a review. **Biological Rhythm Research**, v. 52, n. 3, p. 407-433, 2021.

GURGEL, Â. C.; COSTA, C. F. **Análise dos recursos do Programa ABC: foco na Amazônia Legal: potencial de redução de GEE e estudo de caso sobre o Programa ABC em Paragominas: sumário executivo**. 2015.

HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal reproduction science**, v. 82, p. 349-360, 2004.

HERBUT, P.; ANGRECKA, S.; WALCZAK, J. Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle—a review. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 12, p. 2089-2097, 2018.

HERBUT, P.; HOFFMANN, G.; ANGRECKA, S.; GODYŃ, D.; VIEIRA, F. M. C.; ADAMCZYK, K.; KUPCZYŃSKI, R. The effects of heat stress on the behaviour of dairy cows—a review. **Annals of Animal Science**, v. 21, n. 2, p. 385-402, 2021.

HILL, D. L.; WALL, E. Dairy cattle in a temperate climate: the effects of weather on milk yield and composition depend on management. **Animal**, v. 9, n. 1, p. 138-149, 2015.

HODGSON, J.; CLARK, D. A.; MITCHELL, R. J. Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY Jr, G. C. (Ed). **Forage quality, evaluation and utilization**. Nacional Conference on Forage Quality. Lincon: American Society of Agronomy, 1994. p,796-827.

HODGSON, J. **Grazing management: Science into practice**. Ed. Logman Scientific & Technical, p. 203. 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de Recuperação Automática 2021**. Disponível: <<http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 de julho de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/ro>. Acesso em: 20 de junho de 2025.

IDARON - Agencia de Defesa sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia. 2021 Disponível em: <<http://www.idaron.ro.gov.br/index.php/2021/05/27/em-conquista-historica-rondonia-e-reconhecida-mundialmente-como-zona-livre-de-aftosa-sem-vacinacao/>>. Acessado em: 07 de junho de 2023.

IDARON - Agencia de Defesa sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia. **Levantamento de dados sobre a produção de leite em Rondônia**. Porto Velho, Rondônia, 2013.

IDARON - Agencia de Defesa sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia. **Relatórios da 2ª Campanha da Declaração de Rebanho (2024)**. Disponível em: << https://www.idaron.ro.gov.br/index.php/relatorios-e-formularios/2a-campanha-da-declaracao-de-rebanho-2024/?utm_source=chatgpt.com>>. Acessado em: 20 de agosto de 2025.

ILPF em números. **Rede ILPF**, [2021]. Disponível em: <https://redeilpf.org.br/images/ILPF_em_Numeros-Safra.pdf>. Acesso em: 13 de julho de 2023.

INBARAJ, S.; SEJIAN, V.; BAGATH, M.; BHATTA, R. Impact of Heat Stress on Immune Responses of Livestock: A Review. **Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science**, v. 39, n. 4, 2016.

IQBAL, M. W.; DRAGANOVA, I.; MOREL, P. C. H.; MORRIS, S. T. Variations in the 24-hour temporal patterns and time budgets of grazing, rumination, and idling behaviors in grazing dairy cows in a New Zealand system. **Journal of Animal Science**, p. skad038, 2023.

JAKELAITIS, A.; GIL, J. O.; SIMÕES, L. P.; SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, 2010.

JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. **Grass and Forage Science**, v.34, p.261-271.

KADIM, I. T.; MAHGOUB, O.; AL-AJMI, D. S.; AL-MAQBALY, R. S.; AL-MUGHEIRY, S. M.; BARTOLOMÉ, D. Y. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef m. longissimus thoracis. **Meat Science**, v.66, p. 831-836, 2004.

KARVATTE JÚNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; DE ALMEIDA, R. G.; MESQUITA, E. E.; DE OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International journal of biometeorology**, v. 60, n. 12, p. 1933-1941, 2016.

KERR, S. R. **Livestock Heat Stress:Recognition, Response, and Prevention**. Fact sheet (Washington State University. Cooperative Extension), 157E, Washington State University Extension. 2015.

KILGOUR, R. J. In pursuit of “normal”: A review of the behaviour of cattle at pasture. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 138, p. 1– 11, 2012a.

KILGOUR, R. J.; UETAKE, K.; ISHIWATA, T.; MELVILLE, G. J. The behaviour of beef cattle at pasture. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 138, n. 1-2, p. 12-17, 2012b.

LEES, A. M.; SEJIAN, V.; WALLAGE, A. L.; STEEL, C. C.; MADER, T. L.; LEES, J. C.; GAUGHAN, J. B. The Impact of Heat Load on Cattle. **Animals**, v. 9, n. 6, p. 322, 2019.

LIMA, M. A.; PACIULLO, D. S. C.; MORENZ, M. J. F.; GOMIDE, C. A. M.; RODRIGUES, R.A. R.; CHIZZOTTI, F. H. M. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. **Grass And Forage Science**, v.74, p.160-170, 2018.

MACHADO, A. S.; GODOY, M. M.; LIMA, M. L. M.; FARIA JÚNIOR, O. L.; MORGADO, H. S.; ARAÚJO, E. P. Utilização de óxido crómico e LIPE® como indicadores externos na estimativa de digestibilidade em ruminantes. **PUBVET**, Londrina, v.5, n.20, p. 1124-1129, 2011.

MAGGIONI, D.; ARAÚJO MARQUES, J.; PIZZI ROTTA, P.; ZAWADZKI, F.; HARUYOSHI ITO, R.; NUNES DO PRADO, I. Ingestão de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, 2009.

MALHI, G. S.; KAUR, M.; KAUSHIK, P. Prashant. Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1318, 2021.

MANGEL, M.; CLARK, C. W. Towards a unifield foraging theory. **Ecology**, v. 67, n. 5, p. 1127-1138, 1986.

MANNING, J.; CRONIN, G.; GONZÁLEZ, L.; HALL, E.; MERCHANT, A.; INGRAM, L. The Behavioural Responses of Beef Cattle (*Bos taurus*) to Declining Pasture Availability and the Use of GNSS Technology to Determine Grazing Preference. **Agriculture**, v. 7, n. 5, pág. 45 de 2017.

MARCHEZINI, G.; CORTESE, M.; MOTTARAN, D.; RICCI, R.; SERVA, L.; CONTIERO, B.; SEGATO S.; ANDRIGHETTO, I. Effects of axial and ceiling fans on environmental conditions, performance and rumination in beef cattle during the early fattening period. **Livestock Science**, v. 214, p. 225-230, 2018.

MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. AliceWeb. Exportação 1997 – 2017. MDIC, 2018. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br/>. Acesso em: 08 de janeiro de 2022.

MEHLA, K.; MAGOTRA, A.; CHOUDHARY, J.; SINGH, A. K.; MOHANTY, A. K.; UPADHYAY, R. C.; SRINIVASAN, S.; GUPTA, P.; CHOUDHARY, N.; ANTONY, B.; KHAN, F. Genome-wide analysis of the heat stress response in Zebu (Sahiwal) cattle. **Gene**, v. 533, n. 2, p. 500-507, 2014.

MELO, J. C.; ALEXANDRINO, E.; PAULA NETO, J. J. D.; REZENDE, J. M. D.; SILVA, A. A. M.; SILVA, D. V. D.; OLIVEIRA, A. K. R. Comportamento ingestivo de bovinos em capim-piatã sob lotação intermitente em resposta a distintas alturas de entrada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, 2016.

MENEGAZZI, G.; GILES, P.Y.; OBORSKY, M.; FAST, O.; MATTIAUDA, D. A.; GENRO, T. C. M.; CHILIBROSTE, P. Effect of post-grazing sward height on ingestive behavior, dry matter intake, and milk production of Holstein dairy cows. **Frontiers in Animal Science**, v. 2, p. 742685, 2021.

MENESES, J. A. M.; DE SÁ, O. A. A. L.; COELHO, C.F.; PEREIRA, R.N.; BATISTA, E.D.; LADEIRA, M.M.; CASAGRANDE, D. R.; GIONBELLI, M. P. Effect of heat stress on ingestive, digestive, ruminal and physiological parameters of Nellore cattle feeding low- or high-energy diets. **Livestock Science**, v. 252, p. 104676, 2021.

MENEZES, L. F. G.; VENTURINI, T.; KUSS, F.; KRUGER, C. E.; RONSANI, R.; PARIS, W.; BIESEK, R. R.; PONTES, S. J. Recria de bovinos de corte mantidos em pastagem de aveia preta com diferentes ofertas de forragem, com e sem suplementação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 623-630, 2012.

MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; DA TRINDADE, J. K.; NABINGER, C.; DA FACCIO CARVALHO, P. C. The Ingestive Behaviour of Cattle in Large-scale and Its Application to Pasture Management in Heterogeneous Pastoral Environments. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 2, n. 7A, p. 909, 2012.

MEZZALIRA, J. C., CARVALHO, P. C. D. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.; GONDA, H. L.; LACA, E. A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 153, p. 1-9, 2014.

MOTT, G.O.; MOORE, J.E. Forage evaluation techniques in perspective. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE EVALUATION AND UTILIZATION, 1970, Lincoln. **Proceedings** Lincoln: Nebraska Center of Continuing Education, 1970. 10p.

MOREIRA, S. M.; COSTA, P. T.; FERNANDES, T. A.; FARIA, G. D.; FARIA, P. O.; SILVEIRA, R. F.; GONÇALVES, B. P.; COSTA, O. D.; SILVEIRA, I. B.; PEDROSO, C. E. Comportamento ingestivo de ovinos em gramíneas tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n.258, p. 292-298. 2018.

MOUSQUER, C. J.; SILVA, M. R.; CASTRO, W. J. R.; FERNANDES, G. A.; FERNANDES, F. F. D.; SILVA FILHO, A. S.; FEIJÓ, L. C.; FERREIRA, V. B. Potencial de utilização de silagem de gramíneas tropicais não convencionais e cana-de-açúcar. **PUBVET**, v. 7, p. 2189-2326, 2013.

NADIN, L.; CHOPA, F. S.; AGNELLI, M. L.; TRINDADE, J. K.; GONDA, H. Effect of sward height on short-term intake by steers grazing winter oat pastures. **Livestock Science**, v. 225, p. 8–14, 2019.

NASCIMENTO, M. R. B. D. M.; DIAS, E. A.; SANTOS, T. R. D.; AYRES, G. F.; NASCIMENTO, C. C. N.; BELETTI, M. E. Effects of age on histological parameters of the sweat glands of Nellore cattle. **Revista Ceres**, v. 62, p. 129-132, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: Update 2000. Washington, DC: The National Academies Press.

NORRING, M.; HÄGGMAN, J.; SIMOJOKI, H.; TAMMINEN, P.; WINCKLER, C.; PASTELL, M. Short communication: Lameness impairs feeding behavior of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, p. 4317-4312, 2014.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1998. p.203-242.

NC3Rs - National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animals in Research - **Mission and Strategy**. Disponível em: <http://www.nc3rs.org.uk/page.asp?id=4>. Acesso em: 20 de jun. de 2023.

OLIVEIRA, C. C. D.; ALVES, F. V.; MARTINS, P. G. M. D. A.; KARVATTE JUNIOR, N.; ALVES, G. F.; ALMEIDA, R. G. D.; ASTELARO, A. P.; COSTA E SILVA, E. V. D. Vaginal temperature as indicative of thermoregulatory response in Nellore heifers under different microclimatic conditions. **PLoS one**, v. 14, n. 10, p. e0223190, 2019.

OLIVEIRA, C. C.; ALMEIDA, R.G.; KARVATTE JUNIOR, N.; VILLELA, S. D. J.; BUNGENSTAB, D. J.; ALVES, F. V. Daytime ingestive behaviour of grazing heifers under tropical silvopastoral systems: Responses to shade and grazing management. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 240, p. 105360, 2021.

OLIVEIRA, G. L.; DE OLIVEIRA, M. E.; DE OLIVEIRA MACÊDO, E.; ANDRADE, A. C.; EDVAN, R. L. Effect of shading and canopy height on pasture of *Andropogon gayanus* in silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v. 94, p. 953-962, 2020.

OMONTESE, B.; ZAKARI, F.; WEBB, M. Rumination and Activity Patterns in Angus and Angus-Cross Beef Calves: Influences of Sex, Breed, and Backgrounding Diet. **Animals**, v. 12, n. 14, p. 1835, 2022.

PACIULLO, D. S. C., DE CASTRO, C. R. T., DE MIRANDA GOMIDE, C. A., MAURÍCIO, R. M., PIRES, M. D. F. Á., MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 166-172, 2011.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.

PACIULLO, D.S.; PIRES, M.F.; MÜLLER, M.D. Oportunidades e desafios dos sistemas integrados de produção animal: Ênfase nos sistemas silvipastoris. **Arquivos Latino-Americanos de Produção Animal**, v. 25, n. 1-2, 2017.

PASQUINI NETO, R. P.; FURTADO, A. J.; DA SILVA, G. V.; LOBO, A. A. G.; ABDALLA FILHO, A. L.; PERNA JUNIOR, F.; BERNDT, A.; MEDEIROS, S. R.; Pedroso, A. F.; Oliveira, P. P. A.; Rodrigues, P. H. M. Performance and feed intake of *Nellore* steers in extensive, intensive, and integrated pasture-based beef cattle production systems. **Livestock Science**, v. 294, p.105667, 2025.

PEREIRA, M. D. A.; BUNGENSTAB, D. J.; EUCLIDES, V. P.; MALAFAIA, G. C.; BISCOLA, P. H.; MENEZES, G. R.; ABREU, U. G. P.; LAURA, V. A.; NOGUEIRA, E.; MAURO, R. A.; SILVA, M. P.; NICACIO, A.C.; ALMEIDA, R. G.; GOMES, R. C.; SILVA, J. C. B.; SOUZA, V. F. From traditionally extensive to sustainably intensive: a review on the path to a sustainable and inclusive beef farming in Brazil. **Animals**, v. 14, n. 16, p. 2340, 2024.

PEREIRA, M. F.V. A modernização recente da pecuária bovina em Rondônia: normas territoriais e a nova produtividade espacial. **Revista Geo UERJ**, n. 26, p. 95-112, 2015.

PEREIRA, R. G. D. A. Produção da piscicultura de espécies nativas da Amazônia em Rondônia. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-4, 2020.

PINHEIRO, M. G. Produção de leite em ambiente tropical. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012.

PIRES, B. V.; FREITAS, A. C.; KLEIN, J. L.; DE MELO, T. P.; STAFUZZA, N. B.; DE PAZ, C. C. P. Meta-analysis and meta-regression of core body temperature in taurine and zebuine cattle under different environmental conditions. **Livestock Science**, v. 265, p. 105-104, 2022.

PIRES, M. D. F. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico.** Comunicado técnico 52, Juiz de Fora-MG, p.1-4, 2006.

QUINTINO, S. M.; MARTA, J. M.; GUIMARÃES, J. L. L.; HACK, G. F.; BORITZA, O. R.; DINIZ, L. S. Sistemas Integrados Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) como alternativas de

recuperação de áreas degradadas no estado de Rondônia, Brasil. **Review Of Research Journal**, v. 5, 2016.

RASHAMOL, V. P.; SEJIAN, V.; BAGATH, M.; KRISHNAN, G.; ARCHANA, P. R.; BHATTA, R. Physiological adaptability of livestock to heat stress: an updated review. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 6, n. 3, p. 62-71, 2018.

RATNAKARAN, A. P.; SEJIAN, V.; JOSE, V. S.; VASWANI, S.; BAGATH, M.; KRISHNAN, G.; BEENA, V.; DEVI, P. I.; VARMA, G.; BHATTA, R. Behavioral responses to livestock adaptation to heat stress challenges. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2017.

REIS, N. S.; FERREIRA, I. C.; MAZOCCHO, L. A.; SOUZA, A. C. B.; PINHO, G. A.; DA FONSECA NETO, Á. M.; MALAQUIAS, J. V.; MACENA, F. A.; MULLER, A. G.; MARTINS, C. F.; BALBINO, L. C.; MC MANUS, C. M. Shade modifies behavioral and physiological responses of low to medium production dairy cows at pasture in an integrated crop-livestock-forest system. **Animals**, v. 11, n. 8, p. 2411, 2021.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; DE BASILIO, V.; GOURDINE, J. L.; COLLIER, R. J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 707-728, 2012.

ROMANELLO, N., DO NASCIMENTO BARRETO, A., DE SOUSA, MAP, DE CARVALHO BALIEIRO, JC, BRANDÃO, FZ, TONATO, F. BERNARDI, A. C. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; PORTUGAL, J. A. B.; GARCIA, A. R. Thermal comfort of Nelore (*Bos indicus*) and Canchim (*Bos taurus* x *Bos indicus*) bulls kept in an integrated crop-livestock-forestry system in a tropical climate. **Agricultural Systems**, v. 209, p. 103687, 2023.

ROSALES, J. D. j.; MASSIOTTI, R. D. A. Ingestion behavior and forage intake by grazing cows in temperate climate. Review. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuárias**, v. 13, n. 3, p. 743-762, 2022.

RUTTER, S. M. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: Current theory and future application. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 97, n. 1, p. 17-35, 2006.

SANTOS, A. S.; MEDEIROS, V. W. C.; GONÇALVES, G. E. Monitoring and classification of cattle behavior: a survey. **Smart Agricultural Technology**, v. 3, 100091, 2023.

SANTOS, D. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; MACIEL, G. A.; FRANÇA, A. F. S. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with *Eucalyptus urograndis* and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 266, p. 174-180, 2018.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. D.; GOMES, V. M.; CARVALHO, V. D.; ALBINO, R. L.; MOURA, L. S. Morphogenetical and structural characteristics of signal grass in the locations of same pasture with different grazing degrees. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1513-1521, 2014.

SANTOS, M. L. E. R.; FONSECA D. M.; SILVA, G. P.; PIMENTEL, R. M.; CARVALHO, V. V.; SILVA, S. P. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2125-2131, 2010.

SANTOS, N. L.; Costa, V.; SILVA, P. E. S.; Oliveira, A. F.; GALZERANO, L.; MICELI, N. G. As interações entre solo, planta e animal no ecossistema pastoril. **Ciência Animal**, v. 21, n. 1, p. 65-76, 2011.

SANTOS, S.A. MC MANUS, C.; SOUZA, G.S.; SORIANO, B.M.A.; SILVA, R.A.M.S; COMASTRI FILHO, J.A.; ABREU, U.G.P.; GARCIA, J.B. Variações da temperatura corporal e da pele de vacas e bezerros das raças pantaneira e nelore no pantanal. **Archivos de Zootecnia**, ano/vol. 54, número 206-207, p. 237-244, 2005.

SCAHAW, 2001. **The welfare of cattle kept for beef production**. Sanco.C.2/AH/R22/2000. Disponível em: http://europa.eu.int/comm/food/fs/aw/aw_scahaw_en.html. Acessado em 15 de Janeiro de 2022.

SCHÜTZ, K. E.; COX, N. R.; CAVE, V. M.; HUDDART, F. J.; TUCKER, C. B. Effects of changing milking and feeding times on the behaviour, body temperature, respiration rate and milk production of dairy cows on pasture. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 261, p. 105895, 2023.

SEAGRI – Secretaria de Estado da Agricultura. **Agro Anuário 2019-2020**. Número 01 - Dezembro/2020. Porto Velho, 2020.

SEAGRI – Secretaria de Estado da Agricultura. **Valor Bruto da Produção em Rondônia deve atingir R\$ 13 bilhões em 2020**. Disponível em: <<<http://www.rondonia.ro.gov.br/valor-bruto-da-producao-em-rondonia-deve-atingir-r-13-bilhoes-em-2020/>>>. Acessado em 13/07/2021.

SEGABINAZZI, L. R.; MENEZES, L. F. G. D.; SILVA, C. E. K. D.; CLEDERSON MARTINELLO, B. B.; MOLINETE, M. L. Diurnal ingestive behavior of Holstein calves reared in different systems: feedlot or pasture. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, p. 225-231, 2014.

SEPOG - Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Produto Interno Bruto (PIB) do estado de Rondônia – 2002 a 2012**. Porto Velho, 2014.

SEPOG. Secretário de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Plano de desenvolvimento estadual sustentável de Rondônia**. Porto Velho, 2015.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock production science**, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.

SILVA FILHO, E. P.; COTTAS, L. R.; MARINI, G. B. S. Avaliação da compactação dos solos em áreas de pastagens e florestas em Porto Velho-Rondônia. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 145-155, 2010.

SILVA, G. P.; FIALHO, C.A.; CARVALHO, L.R.; FONSECA, L.; CARVALHO, P.C.F.; BREMM, C.; DA SILVA, S. C. Sward structure and short-term herbage intake in Arachis

pintoi cv. Belmonte subjected to varying intensities of grazing. **Journal of Agricultural Science**, v. 1, p. 1-8, 2017.

SILVA, M. J.; COSTA, M. F. D.; DE FARIAS, S. A.; WANDERLEY, L. S. Who is going to save the Brazilian Amazon forest? Reflections on deforestation, wildlife eviction, and stewardship behavior. **Psychology & Marketing**, v. 37, n. 12, p. 1720-1730, 2020.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SKONIESKI, F. R.; SOUZA, E. R. D.; GREGOLIN, L. C. B.; FLUCK, A. C.; COSTA, O. A. D.; DESTRI, J.; NETO, A. P. Physiological response to heat stress and ingestive behavior of lactating Jersey cows in silvopasture and conventional pasture grazing systems in a Brazilian subtropical climate zone. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, p. 1-9, 2021.

SLIMEN, B; NAJAR, T.; GHRAM, A.; ABDERRABBA, M. Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 100, n. 3, p. 401-412, 2016.

SMITH, D.; RAHMAN, A.; BISHOP-HURLEY, G. J.; HILLS, J.; SHAHRIAR, S.; HENRY, D.; RAWNSLEY, R. Behavior classification of cows fitted with motion collars: Decomposing multi-class classification into a set of binary problems. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 131, p. 40-50, 2016.

SOARES, N. A. **Manejo do pastejo da BRS ipyporã e BRS paiaguás para produção de leite sob lotação rotacionada**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2021. 70 f.

SOUZA FILHO, H. M.; VINHOLIS, M. M. B.; CARRER, M. J.; BERNARDO, R. Determinants of adoption of integrated systems by cattle farmers in the State of Sao Paulo, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 103-117, 2020.

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

SOUZA, E. C.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G. ; VEIT, H. M. ; CARVALHO, G. A. ; SILVA, F. R. F. ; SCHMITT, E. . Thermal comfort and grazing behavior of Girolando heifers in integrated crop-livestock (ICL) and crop-livestock-forest (ICLF) systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, p. 46483, 2019.

SOUZA, E. C.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; CARVALHO, G. A.; SILVA, F. R. F. Ingestive behavior of Girolando heifers in integrated crop, livestock (ICL), and forestry (ICLF) systems. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, p. 703-710, 2021.

SOUZA, W. D.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. D. 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(3), p. 685-694, 2010a.

SOUZA, W. D.; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. D. A.; GASPARINO, E., CECATO, U.; BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 677-684, 2010b.

SUMMER, A.; LORA, I.; FORMAGGIONI, P.; GOTTARDO, F. Impact of heat stress on milk and meat production. **Animal Frontiers**, v. 9, n. 1, p. 39-46, 2019.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOESTE, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. v. 70, p. 3562-3577, 1992.

STOBBS, T. H. Rate of biting by Jersey cows as influenced by yield and maturity of tropical grasses. **Tropical Grasslands**, v.25, p.81-87, 1974.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II.* Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of Animals grazing *setarza anceps* and *chlorzs ga yana* at various stages. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 24(6), p. 821 – 829, 1973.

TABORDA, J. M. M. **Desenvolvimento da pecuária bovina no Estado de Rondônia: contextualização história e indicadores zootécnicos**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Porto Velho, Rondônia. 2015, 73 f.

TAO, S.; RIVAS, R. M. O.; MARINS, T. N.; CHEN, Y. C.; GAO, J.; BERNARD, J. K. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. **Theriogenology**, v. 150, p. 437-444, 2020.

TEIXEIRA, F. A., BONOMO, P., PIRES, A. J. V., SILVA, F. F., MARQUES, J. A., SANTANA JÚNIOR, H. Padrões de deslocamento e permanência de bovinos em pastos de *Brachiaria decumbens* diferidos sob quatro estratégias de adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1489-1496, 2011.

TEIXEIRA, F. A.; MARQUES, J. A.; SILVA, F. F.; E PIRES, A. J. V. Comportamento ingestivo e padrão de deslocamento de bovinos em pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 57-70, 2010.

TEJASWI, V.; BALAMURUGAN, B.; SAMAD, H. A.; SARKAR, M.; MAURYA, V. P.; SINGH, G. Short communication: Differential endocrine and antioxidant responses to heat stress among native and crossbred cattle. **Journal of Veterinary Behavior**. v. 39, p.1-5, 2020.

THUROW, J. M.; NABINGER, C.; CASTILHOS, Z. M. D. S.; CARVALHO, P. C. D. 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**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 818-826, 2009.

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.

TUCKER, C. B.; JENSEN, M. B.; DE PASSILLÉ, A. M.; HÄNNINEN, L.; RUSHEN, J. Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 1, p. 20-46, 2021.

UNGAR, E. D. Ingestive behaviour. In: **The Ecology and Management of Grazing Systems**, J. Hodgson J and Illius AW (Eds), CAB International, Wallingford, pp.185–218. 1996.

VALENTE, É. E. L.; CHIZZOTTI, M. L.; OLIVEIRA, C. V. R. D.; GALVÃO, M. C.; DOMINGUES, S. S.; RODRIGUES, A. D. C.; LADEIRA, M. M. Intake, physiological parameters and behavior of Angus and Nellore bulls subjected to heat stress. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 6, suplemento 2, p. 4565-4574, 2015.

VALLE, C. B. D.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALERIO, J. R.; MENDES-BONATTO, A. B.; VERZIGNASSI, J. R.; TORRES, F. Z. V.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; BARRIOS, S. C. L.; DIAS FILHO, M. B.; MACHADO, L. A. Z.; ZIMMER, A. H. BRS Ipyporã ("belo começo" em guarani): híbrido de *Brachiaria* da Embrapa. **Comunicado Técnico**, n. 137, Brasília-DF, fevereiro de 2017. Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento. Disponível em:
https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1069732/1/BRSIpyporabeloco_mecoemguarani.pdf. Acessado em: 07 de julho de 2025.

VAN LAER, E.; MOONS, C. P. H.; SONCK, B.; TUYYTENS, F. A. M. Importance of outdoor shelter for cattle in temperate climates. **Livestock Science**, v. 159, p. 87-101, 2014.

VAN SOEST P. J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd edn. Comstock Publishing, Ithaca, NY, USA.

VEIT, H. M.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; SOUZA, E. C.; SCHMITT, E. Bioacústica como método de avaliação do comportamento em pastejo de novilhas Girolando. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.3, p.873-880, 2018.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro**. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. - Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2018.

VOLPI, D.; ALVES, F. V.; DA SILVA ARGUELHO, A.; DO VALE, M. M.; DENIZ, M.; ZOPOLLATTO, M. Environmental variables responsible for Zebu cattle thermal comfort acquisition. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, p. 1695-1705, 2021.

WAGNER, J. J.; ENGLE, T. E. Invited Review: Water consumption, and drinking behavior of beef cattle, and effects of water quality. **Applied Animal Science**, v. 37, p.418–435, 2021.

WEGLARZ, A. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. **Czech J. Anim. Sci**, v. 55, p. 548-556, 2010.

WHEELER, T.; VON BRAUN, J. Climate Change Impacts on Global Food Security. **Science**, v. 341, n. 6145, pág. 508-513, 2013.

WILLIAMS, L. R.; BISHOP-HURLEY, G. J.; ANDERSON, A. E.; SWAIN, D. L. Application of accelerometers to record drinking behaviour of beef cattle. **Animal Production Science**, v. 59, n. 1, p. 122-132, 2017.

WILLIAMS, L. R.; FOX, D. R.; BISHOP-HURLEY, G. J.; SWAIN, D. L. Use of radio frequency identification (RFID) technology to record grazing beef cattle water point use. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 156, p. 193-202, 2019.

WILLIAMS, L. R.; JACKSON, E. L.; BISHOP-HURLEY, G. J.; SWAIN, D. L. Drinking frequency effects on the performance of cattle: a systematic review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 101, n. 6, p. 1076-1092, 2016.

WOJTAS, K.; CWYNAR, P.; KOŁACZ, R. Effect of thermal stress on physiological and blood parameters in merino sheep. **Journal of Veterinary Research**, v. 58, n. 2, p. 283-288, 2014.

YADAV, A.; GENDLEY, M. K.; SAHU, J.; PATEL, P.K.; CHANDRAKER, K.; DUBEY, A. Silvopastoral system: A prototype of livestock agroforestry. **The Pharma Innovation Journal**, v. 8, n. 2, p. 76-82, 2019.

YAMADA, K. L. G. **Sistemas de duchas, aspersores e sombrites destinados a promoção da redução do estresse térmico em vacas leiteiras a pasto e sua influência sobre parâmetros produtivos, fisiológicos e reprodutivos.** Tese (Doutorado) -Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2020, 130f.

YAYOTA M.; DOI K.; KAWAMURA K.; OGURA S. Monitoring Foraging Behavior in Ruminants in a Diverse Pasture. **Journal of Integrated Field Science**, v. 14, p. 39-47, 2017.

YAYOTA, M.; KATO, A.; ISHIDA, M.; OHTANI, S. Ingestive behavior and short-term intake rate of cattle grazing on tall grasses. **Livestock Science**, v. 180, p. 113-120, 2015.