

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**CURSO DE ZOOTECNIA**

**GIOVANA AMANDA HESS**

**SISTEMAS EM INTEGRAÇÃO E SUAS INTERRELACÕES COM O CONFORTO  
TÉRMICO ANIMAL**

**CURITIBA**

**2016**

**GIOVANA AMANDA HESS**

**SISTEMAS EM INTEGRAÇÃO E SUAS INTERRELACÕES COM O CONFORTO  
TÉRMICO ANIMAL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Patrick Schmidt

Orientadora do estágio supervisionado:  
Zootecnista Dra. Fabiana Villa Alves  
(Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte  
- CNPGC)

**CURITIBA**

**2016**

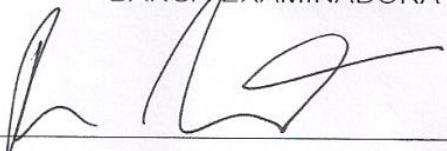
## TERMO DE APROVAÇÃO

GIOVANA AMANDA HESS

### SISTEMAS EM INTEGRAÇÃO E SUAS INTERRELACÕES COM O CONFORTO TÉRMICO ANIMAL

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia pela Universidade Federal do Paraná.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Patrick Schmidt

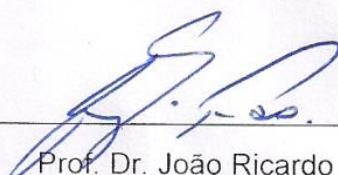
Departamento de Zootecnia - UFPR

Presidente da Banca



Prof. Dra. Maity Zopollatto

Departamento de Zootecnia - UFPR



Prof. Dr. João Ricardo Dittrich

Departamento de Zootecnia – UFPR

Curitiba

2016

**A Deus.**

**Aos meus pais, Sirlene Cardoso Hess e Rogério Bianor Hess.**

**À minha irmã Samanta e ao meu cunhado Valter.**

**Ao meu namorado e amigo Mateus Ertal.**

**Inesgotáveis fontes de amor, incentivo, paciência e inspirações, impres-  
cindíveis ao longo dessa caminhada...**

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

Sobretudo a Deus, pela sabedoria e discernimento.

Aos meus pais e anjos da guarda pelo afeto incondicional, pela minha educação e por confiarem em mim.

A minha irmã e ao meu cunhado, pelas palavras e gestos de incentivo.

Ao namorado e acima de tudo amigo Mateus, pela paciência, compreensão e amor dispendidos diariamente durante essa caminhada.

Aos familiares pelo carinho.

A amiga e companheira de toda a graduação, Marina Lima de Souza e a todas as amizades conquistadas através da Zootecnia, como as da pensão do “Seu” Geraldo, pelas conversas, churrascos, almoços e parceria que tornaram esses três meses de estágio mais leves e divertidos.

Aos professores e mestres do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, por toda dedicação e conhecimento profissional e de vida concedidos aos seus alunos, e a todos os funcionários da Universidade que me auxiliaram durante a graduação.

Ao meu orientador e professor Dr. Patrick Schmidt, por acreditar e confiar em mim.

A Dra. Fabiana Villa Alves, pela oportunidade, paciência, confiança e orientação concedidas durante a estadia na Embrapa Gado de Corte.

A Embrapa Gado de Corte por permitir que esse estágio acontecesse e a todos os funcionários e pesquisadores da instituição que não mediram esforços para ajudar e transmitir conhecimentos e experiências. Minha graduação não poderia ter encerrado em lugar melhor.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a minha formação, em especial a sociedade brasileira.

**Meus sinceros agradecimentos.**

## **EPÍGRAFE**

**“As melhores ideias do mundo são as melhores ideias para o mundo.”**

**Deivison Pedroza**

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

**Arthur Schopenhauer**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Modalidades que compõem o sistema ILPF da Embrapa Gado de Corte.....	23
Figura 2. <b>(A)</b> Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) com <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã; <b>(B)</b> Soja em consórcio com eucalipto em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF); <b>(C)</b> Novilhas da raça Nelore em Sistema ILPF com <i>Panicum maximum</i> cv. Massai e eucalipto; <b>(D)</b> Sistema ILPF com eucalipto e <i>Panicum maximum</i> cv. Massai, Fazenda da Embrapa Gado de Corte (CNPGC), Campo Grande, MS.....	23
Figura 3. Descrição das principais vantagens dos Sistemas Agrossilvipastoris.....	24
Figura 4. <b>(A)</b> Sistema ILPF com renque simples de eucalipto no espaçamento 14 m x 2 m; <b>(B)</b> Bovinos em ócio à sombra do eucalipto; <b>(C)</b> Penetração de raios solares na floresta de eucalipto com formação de sombra no sub-bosque com <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã na Fazenda da Embrapa Gado de Corte.....	30
Figura 5. <b>(A)</b> Acúmulo de serrapilheira (folhas e galhos) de eucalipto sobre pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã em sistema ILPF com eucalipto; <b>(B)</b> Área de pastagem ( <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã) com sombreamento de eucaliptos ( <i>Eucalyptus urograndis</i> (Clone H-13)).....	33
Figura 6. Localização da Zona Climática intertropical.....	35
Figura 7. Descrição das “5 Liberdades” (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL - FAWC, 2009) que regem os princípios do Bem-estar Animal.....	38
Figura 8. Localização geográfica da Embrapa Gado de Corte.....	55
Figura 9. Localização dos setores da Embrapa Gado de Corte.....	55
Figura 10. Delimitação e identificação das áreas avaliadas durante o período do estágio.....	56
Figura 11. <b>(A)</b> Observação do comportamento ingestivo no sistema ILPF da ÁREA – 1; <b>(B)</b> Observação do comportamento ingestivo no sistema ILP da ÁREA – 1.....	57
Figura 12. <b>(A)</b> Observação do comportamento ingestivo no sistema ILP da ÁREA – 2; <b>(B)</b> Sistema ILPF da ÁREA – 2.....	57

Figura 13. <b>(A)</b> Animais sob a sombra da árvore cumbaru ( <i>Dipteryx alata</i> ) no ILP da ÁREA – 1; <b>(B)</b> Animais à sombra projetada por árvore nativa remanescente do cerrado no sistema ILP da ÁREA – 1.....	58
Figura 14. <b>(A)</b> Anemômetro usado a campo para verificação da velocidade do vento; <b>(B)</b> Ceptômetro utilizado para mensuração das ondas de radiação solar; <b>(C)</b> Trena digital a laser para mensuração da área sombreada.....	60
Figura 15. <b>(A)</b> Termohigrômetros de bulbo seco e globo negro postos na cerca de arame dentro do piquete ao sol; <b>(B)</b> Termohigrômetros de bulbo seco e globo negro fixados em gaiolas de exclusão à sombra natural.....	60
Figura 16. <b>(A)</b> Colocação do iButton na cavidade vaginal; <b>(B)</b> Aplicador com iButton usado durante as coletas; <b>(C)</b> Foto termográfica da região dorsal do lado direito.....	62
Figura 17. <b>(A)</b> Coleta de sangue na região da cauda para mensuração do nível de cortisol; <b>(B)</b> Mensuração da temperatura da pele e da pelagem com termômetro digital a laser; <b>(C)</b> Tabela de referência para coloração da pelagem (esquerda) e pele (direita).....	63
Figura 18. Pontos (em vermelho) de coleta de material e da temperatura da pele e pelagem.....	63
Figura 19. Médias, de três meses (janeiro, fevereiro e março), dos valores do índice de temperatura e umidade (ITU) em sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto em espaçamento de 22 m (ILPF) e sistema integração lavoura-pecuária com árvores nativas dispersas (ILP), à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS.....	67
Figura 20. Médias, de três meses (janeiro, fevereiro e março), dos valores do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto em espaçamento de 22 m (ILPF) e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS.....	68

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Comportamento do peso vivo e do ganho de peso de animais mantidos em sistemas silvipastoril e monocultivo.....	35
Tabela 2. Médias dos índices de conforto térmico para as condições de bosque (PB), árvores isoladas (AI) e pleno sol (PS), durante os meses de janeiro e fevereiro de 2007, em Diamante D’Oeste – PR.....	45
Tabela 3. Médias dos valores de ITU e ITGU obtidos ao meio dia, à sombra e ao sol, nos sistemas ILP, ILPF-1 e ILPF-2 e suas respectivas classificações térmicas do ambiente.....	46
Tabela 4. Tempo acumulado em pastejo ao sol e à sombra, de acordo com o sistema integrado.....	49
Tabela 5. Médias e classificação do ITU, ao sol e à sombra, nos sistemas ILPF e ILP.....	68
Tabela 6. Médias e classificação do ITGU, ao sol e à sombra, nos sistemas ILPF e ILP.....	68

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Espécies de árvores comumente usadas em sistemas agrossilvipastoris no Brasil.....	29
Quadro 2. Princípios e critérios de bem-estar animal definidos pelo Projeto Welfare Quality® (2009).....	39
Quadro 3. Exemplos de indicadores de bem-estar animal com base em avaliações no próprio animal.....	39
Quadro 4. Exemplos de Zona de Conforto Térmico (ZCT) e Temperatura Crítica Superior (TCS) de bovinos.....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

- AFE – Área Foliar Específica
- C/N – Relação Carbono/Nitrogênio
- C/P – Relação Carbono/Fósforo
- CNPGC – Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte
- CTR – Carga Térmica de Radiação
- DAP – Diâmetro à altura do peito
- dB – Decibéis
- FAWC – Farm Animal Welfare Council
- FDN – Fibra Insolúvel em Detergente Neutro
- GEEs – Gases de Efeito Estufa
- ha – Hectare
- Hz – Hertz
- ILF – Integração Lavoura-Floresta
- ILP – Integração Lavoura-Pecuária
- ILPF – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
- IPF – Integração Pecuária-Floresta
- ITGU – Índice de Temperatura de Globo e Umidade
- ITU – Índice de Temperatura e Umidade
- K – Temperatura em Kelvin
- PB – Proteína Bruta
- Rs – Radiação Solar
- SAFs – Sistemas Agroflorestais
- SNPA – Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária
- Tbs – Temperatura do Bulbo Seco
- Tbu – Temperatura do Bulbo Úmido

TCS – Temperatura Crítica Superior

Tgn – Temperatura de Globo Negro

Tpo – Temperatura do Ponto de Orvalho

TRM – Temperatura Radiante Média

UV – Raio Ultravioleta

v – Velocidade do Vento

W.m<sup>-2</sup> – Watt por metro quadrado

ZCT – Zona de Conforto Térmico

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	16
2. OBJETIVO (S).....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1 Sistemas de produção em integração .....	19
3.1.1 Histórico dos sistemas de produção em integração no mundo .....	19
3.1.1.1 Histórico no Brasil .....	20
3.1.2 Conceituação dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) e Agrossilvipastoris .....	21
3.1.3 Importância dos Sistemas Agrossilvipastoris.....	24
3.1.4 Componentes do Sistema Agrossilvipastoril .....	25
3.1.4.1 Componente Agrícola (Lavoura).....	25
3.1.4.1.1 Culturas agrícolas utilizadas em sistemas em integração .....	26
3.1.4.2 Componente Arbóreo (Floresta) .....	27
3.1.4.3 Componente Forrageiro (Pastagem) .....	30
3.1.4.4 Componente Animal (Pecuária).....	33
3.1.5 Bem-estar Animal .....	36
3.1.5.1 Conforto térmico animal em sistemas agroflorestais.....	40
3.1.6 Comportamento ingestivo em sistemas agroflorestais .....	47
3.1.6.1 Metodologias de avaliação do comportamento animal e ingestivo .....	49
4. RELATÓRIO DE ESTÁGIO.....	52
4.1 Plano de Estágio.....	52
4.2 Local de estágio e supervisão .....	53
4.3 Atividades desenvolvidas .....	56
4.3.1 Observação do comportamento ingestivo de bovinos em sistemas em integração.....	56
4.3.2 Mensuração das variáveis microclimáticas à sombra natural e a pleno sol .....	59
4.3.3 Bioindicadores de estresse térmico em bovinos .....	61
4.3.4 Relação interpessoal.....	65
5. DISCUSSÃO .....	66
5.1 Cumprimento do Plano de Estágio .....	66
5.2 Resultados estimados para o conforto térmico animal .....	67
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	71
7. REFERÊNCIAS .....	73

8. ANEXOS.....	87
Anexo 1. Plano de estágio .....	87
Anexo 2. Ficha de avaliação de estagiário.....	88
Anexo 3. Ficha de frequência de estágio .....	89

## **RESUMO**

A crescente demanda mundial por segurança alimentar, produção de alimentos e bem-estar animal tem mobilizado pesquisas cada vez mais voltadas a sistemas de produção sustentáveis, tanto para o ambiente quanto para o animal e a sociedade. Dentro desse contexto, os sistemas agrossilvipastoris tornaram-se uma das estratégias mais promissoras, uma vez que vão de encontro às necessidades mundiais, ao mesmo tempo que são capazes de recuperar inúmeras áreas degradadas, bem como promover a mitigação de gases de efeito estufa e a diversificação da renda do produtor. Apesar de ser considerado algo novo, os sistemas em integração já eram realizados na antiguidade, porém menos tecnificados, por vários povos e trazidos ao Brasil por imigrantes europeus. No entanto, essa técnica acabou sendo dizimada após os avanços na agropecuária, impulsionados pela Revolução Verde entre as décadas de 60 e 70. Dessa forma, objetivou-se nesse trabalho contextualizar e caracterizar os diferentes sistemas agrossilvipastoris, assim como a importância de cada um dos seus componentes (animal, vegetal e florestal) e a sinergia entre eles. Abordou-se principalmente, a pecuária de corte e as novas metodologias estudadas pela Embrapa - CNPGC, voltadas à avaliação do conforto térmico de bovinos criados a pasto em sistemas integrados de produção, acompanhadas durante o período de estágio obrigatório como parte do trabalho de conclusão do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná.

**Palavras-chaves:** estresse térmico, microclima, pecuária de corte, sistemas agrossilvipastoris.

## 1. INTRODUÇÃO

A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, embora discutida na atualidade, é considerada uma estratégia antiga. Durante a idade média, diversos povos ao redor do mundo praticavam a integração entre florestas e animais (BALBINO et al., 2012a), porém no Brasil essa técnica só foi difundida em meados do século XIX, com a chegada dos imigrantes europeus que se estabeleceram em pequenas propriedades rurais, posteriormente transformadas em faxinais, na região sul do Brasil (BALBINO, BARCELLOS e STONE, 2011).

Contudo, durante as décadas de 60 e 70, esses pequenos sistemas de produção integrada deram espaço a novos modelos de agricultura e pecuária, mais tecnificados e imponentes. A então monocultura, advinda da Revolução Verde, dizimou diversos faxinais e incentivou a produção de alimentos em grande escala (MARQUELLI, 2003) através de vastas extensões de terra, no intuito de erradicar a fome e promover avanços na economia mundial em meio a um cenário pós-guerra.

Com a intensificação da monocultura surgiram ao longo dos anos alguns impasses, os quais atualmente vêm sendo discutidos por grandes potências mundiais e instituições governamentais. Entre esses inúmeros problemas podem ser citados o desmatamento, uso inadequado dos recursos naturais (água, solo e madeira), degradação de solos e áreas de pastagem, monopólio de grandes indústrias agroquímicas, padronização de fontes de renda do produtor, além dos danos ao ambiente provocados pelos gases de efeito estufa.

No Brasil, em muitos casos a pecuária de corte não tem sido capaz de transformar em renda as grandes áreas que ocupa, além de gerar grandes impactos ambientais como o desmatamento para cultivo de pastagens. No entanto, a agricultura também tem sido alvo de indagações, por ser uma atividade notadamente intensiva, descompromissada com as questões ambientais, sem diversificação e, consequentemente, com alto risco econômico (CARVALHO et al., 2011)

Cenários como esses, associados aos baixos índices zootécnicos na bovino-cultura de corte, despertaram a procura por sistemas de produção capazes de aliar produtividade, renda e bem-estar animal. Nesse contexto, o resgate junto ao investimento em pesquisas em sistemas agrossilvipastoris, vem de encontro às demandas

das da sociedade por alimentos de qualidade e a preocupação em relação ao ambiente de produção dos animais.

Os sistemas em integração carregam consigo a diversificação dos sistemas produtivos, além de buscarem a sinergia e os benefícios gerados entre seus componentes. Desde 2008, o Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (CNPGC/Embrapa) tem investido em pesquisas que possibilitem inferências sobre as interações que ocorrem dentro da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) (ALMEIDA et al., 2012), tais como o maior valor nutritivo das forrageiras, promoção de microclima favorável ao componente animal e herbáceo, mitigação dos gases poluentes resultantes da pecuária e manutenção da fertilidade do solo pela deposição do material morto (folhas e galhos) advindo do componente arbóreo.

Uma das maiores vantagens do sistema ILPF, frente às condições climáticas na região dos trópicos, é a formação de sombra sobre os animais em pastejo. Considerando que no Brasil a pecuária de corte é realizada, predominantemente, de forma extensiva a pleno sol, o fornecimento de sombra é de extrema importância para se obter bons índices produtivos e reprodutivos no rebanho (PIRES e PACIULLO, 2015). Qualificar o ambiente em relação ao conforto ou estresse térmico para o animal depende de diversas variáveis, as quais são passíveis de coleta e fundamentais para os cálculos de determinação dos índices de conforto térmico.

Várias metodologias têm sido desenvolvidas para avaliar o comportamento animal, bem como o comportamento ingestivo de ruminantes criados a pasto, entre elas a observação visual e a bioacústica e ambas têm o intuito de analisar a preferência dos animais por determinados microclimas e sítios de pastejo, em função do maior conforto térmico e qualidade das plantas forrageiras encontradas em diferentes pontos dentro dos sistemas de produção em integração.

Com o objetivo de descrever os sistemas agrossilvipastorais, seus componentes e as possíveis metodologias capazes de avaliar o comportamento ingestivo e o conforto térmico animal, realizou-se o presente trabalho. Sendo esse desenvolvido durante o período de estágio obrigatório do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, na Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa) Gado de Corte.

## **2. OBJETIVO (S)**

Aliar o conhecimento prático, vivenciado ao longo do estágio, ao teórico obtido durante a graduação e através da literatura, a fim de compreender as interações e os benefícios gerados pelos sistemas agrossilvipastoris aos animais, ao ambiente e à sociedade foram os objetivos do presente trabalho. Ainda, compor a nota parcial do trabalho de conclusão do curso de Zootecnia e agregar experiência à futura carreira profissional.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Sistemas de produção em integração**

##### **3.1.1 Histórico dos sistemas de produção em integração no mundo**

A integração entre a pecuária e a silvicultura é praticada há mais de cento e vinte e cinco anos em áreas de florestas nativas, no oeste dos Estados Unidos (ROATH e KRUEGER, 1982). Na Europa, a integração era realizada desde a antiguidade, através da associação entre culturas agrícolas, árvores madeireiras ou frutíferas (nogueiras e oliveiras) e pastagem (DUPRAZ e LIAGRE, 2008).

Segundo Gholz (1987), o desaparecimento, ao longo dos anos, da integração entre árvores, lavouras e animais em regiões de clima temperado é proporcional à diminuição da tradicional agricultura familiar. De acordo com o autor, a intensificação da agricultura moderna provocou a separação desses componentes, em busca da produção em grande escala, com foco na monocultura.

Entre os anos 60 e 70, em um cenário pós-guerra, a indústria agrícola sofreu um grande avanço no âmbito de pesquisas relacionadas a agroquímicos, genética de sementes e mecanização. Essa forte mudança na história da agricultura ficou conhecida como Revolução Verde (MARQUELLI, 2003).

Segundo esse autor, a Revolução Verde se fundamenta na estratégia da monocultura, prática essa que dizimou os tradicionais modelos de produção, onde ocorria o cultivo de policulturas de forma simultânea ou escalonada (KLUTHCOUSKI et al., 2015). Essa homogeneidade visava a alta produção de alimentos e madeira, demandando assim vastas extensões de terra e de recursos naturais, entre eles água, solos e florestas.

A agricultura moderna, advinda dessa transformação, acarretou diversos danos sócio-ambientais e se tornou altamente dependente da mecanização, bem como dos insumos agrícolas, entre eles os pesticidas e fertilizantes químicos (FERNANDES, 2001). O que se busca com as atuais pesquisas em sistemas agroflorestais, é reverter esse cenário de degradação ocasionado pela intensificação da monocultura e recuperar o ecossistema, através da produção integrada de lavoura-pecuária-floresta. Esse processo é realizado de forma natural e em equilíbrio pela

natureza (KITAMURA e RODRIGUES, 2001) e pelos povos na antiguidade (BALBINO et al., 2012a).

### **3.1.1.1 Histórico no Brasil**

Segundo Balbino, Barcellos e Stone (2011), a introdução de sistemas em integração, entre eles a integração lavoura-pecuária floresta, iniciou no Brasil durante o século XIX concomitante à chegada dos imigrantes europeus que se instalaram em pequenas propriedades rurais do sul e sudeste do Brasil, e criaram nessas áreas um sistema agrário colonial, embasado na produção diversificada.

Na região sul do país, bem como no bioma cerrado, práticas de rotação de culturas entre arroz e pastagem, e o consórcio entre culturas anuais e forrageiras, respectivamente, são realizadas há muitos anos (BALBINO et al., 2012a). No Brasil, existem diversos estados que apresentam um histórico antigo envolvendo a integração, principalmente entre floresta e pecuária (silvipastoril), mantido nos tradicionais sistemas de produção denominados faxinais (RADOMSKI e RIBASKI, 2009) e em pequenas e médias propriedades rurais (MONTOYA e MAZUCHOWSKI, 1994).

Apesar dos sistemas agroflorestais serem praticados há tempo no país, as primeiras pesquisas relacionadas a essa tecnologia só tiveram início na década de 70. Nesse contexto, em 1976 e 1977 a empresa CAF Santa Bárbara Ltda, em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), conduziram no município de Dionísio, estado de Minas Gerais, os primeiros estudos em âmbito nacional relacionados a sistemas silvipastoris, através do aproveitamento dos sub-bosques formados por capim-colonião (*Panicum maximum*) em áreas reflorestadas com Eucaliptos (*Eucalyptus spp*) (GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013).

Posteriormente, nas décadas de 80 e 90, as instituições ligadas ao Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) começaram a recomendar os sistemas agrossilvipastoris aos produtores (BALBINO et al., 2012a). Entre as principais tecnologias de recuperação/renovação de pastagens, desenvolvidas pelos pesquisadores da Embrapa nos anos de 1990 e 2000 estão os sistemas em Integração Lavoura-Pecuária Barreirão e Santa Fé, respectivamente (ALMEIDA, 2010).

O Barreirão respalda-se no consórcio de culturas anuais (milho, arroz, milheto e sorgo) com leguminosas forrageiras ou forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Andropogon* (OLIVEIRA et al., 1996). Já o Sistema Santa Fé consorcia as culturas de

verão (milho e soja) com as forrageiras tropicais, principalmente do gênero *Bracharia* e *Panicum*, objetivando a produção de palhada para o plantio direto, promovendo assim a menor degradação do solo e do pasto na entressafra (ALVARENGA e NOCE, 2005).

Pesquisas voltadas a estratégias como essas começaram a se destacar cada vez mais no cenário nacional, basicamente, pelo aumento no número de áreas degradadas, do uso inadequado dos recursos naturais (RIBASKI e RIBASKI, 2011) e pelos constantes prejuízos econômicos sofridos pelos produtores, resultantes de uma produção potencialmente danosa, gerada pela monocultura.

No Paraná, essa instabilidade econômica do sistema convencional ficou marcada durante as décadas de 60 e 70. Nessa época, os cafeicultores do Norte Pioneiro sofreram com a forte queda do preço do café pelo excesso de oferta no mercado mundial, e mais tarde com a geada negra em 1975, considerada até hoje como a pior já vista no estado. Essa geada destruiu diversas plantações de café e provocou a falência de muitos produtores (FLORES et al., 2010)

Em uma pesquisa realizada no ano de 2014 pelo Instituto Federal do Paraná (IFPR) foram relatados alguns prejuízos causados pela monocultura florestal. Além dos problemas relacionados a leis trabalhistas, o plantio em larga escala de Eucalipto e Pinus nas regiões do Imbaú, Ortigueira e Telêmaco Borba desencadeou a destruição das nascentes e reduziu áreas onde se tinha a produção de alimentos (GHISI e SOUZA, 2013).

Situações como essas comprometem a sustentabilidade da agropecuária brasileira (RIBASKI e RIBASKI, 2011) realizada nos moldes atuais. Perante tais instabilidades, os sistemas agroflorestais se apresentam como uma possível estratégia frente às demandas globais por sistemas de produção cada vez mais sustentáveis que se utilizem de recursos renováveis e otimizem a mão-de-obra no campo.

### **3.1.2 Conceituação dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) e Agrossilvipastoris**

O crescente interesse por sistemas agroflorestais (SAFs) advém da demanda mundial por métodos de produção cada vez mais sustentáveis e harmônicos de se obter alimentos, fibras, energia, produtos madeireiros e não madeireiros de qualidade, conforme a disponibilidade dos recursos naturais (BALBINO et al., 2012a).

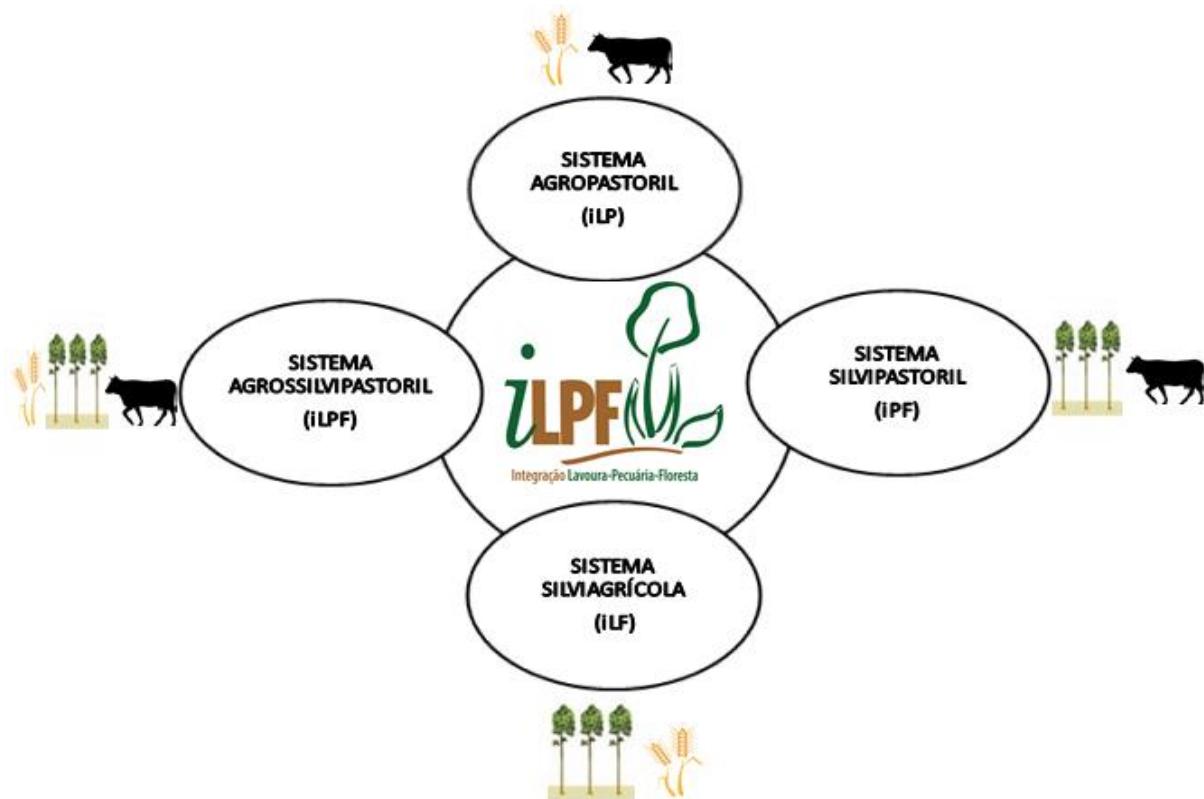
Entre as modalidades que compõe os SAFs estão os sistemas silviagrícola, silvipastoril e agrossilvipastoril, sendo a integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), a estratégia que apresenta a classificação mais abrangente. Esses sistemas objetivam a interação entre culturas agrícolas, florestais e/ou animais (SILVA et al., 2014) e a simbiose entre eles, com intuito de favorecer o ambiente, o ser humano e a economia (BALBINO, BARCELLOS e STONE, 2011).

A integração pode ser praticada de forma rotacionada, em consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano ou em anos distintos, consorciado ao componente florestal (KLUTHCOUSKI et al., 2015).

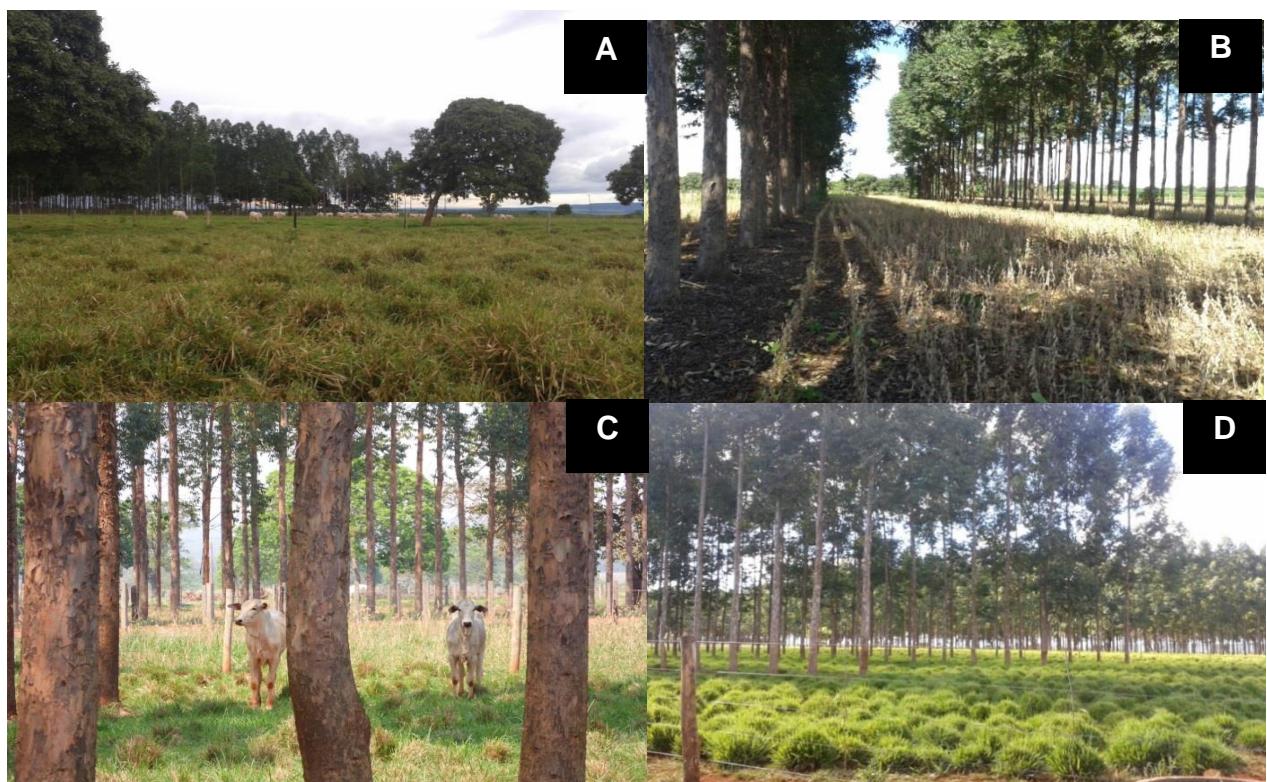
Os chamados sistemas agroflorestais (em inglês *agroforestry*) abrangem apenas as estratégias que combinam a lavoura e/ou a pecuária com o componente arbóreo (DANIEL et al., 1999). No entanto, a Embrapa Gado de Corte (CNPGC) registrou outra prática de integração, já conhecida, porém mais tecnificada, a ILPF® (Figura 1). Essa por sua vez, inclui além das modalidades do SAFs a integração Lavoura-Pecuária (ILP), visando a recuperação de solos através do plantio direto sobre a palhada da cultura anterior (Figura 2) (ALMEIDA et al., 2012).

Cada modalidade do ILPF se baseia em uma determinada estratégia, como:

- a) **Sistema Agropastoril ou Integração Lavoura-Pecuária (ILP):** sistema que integra a agricultura e a pecuária em sucessão, rotação ou consórcio, na mesma área de forma simultânea ou escalonada por diversos anos;
- b) **Sistema Silvipastoril ou Integração Pecuária-Floresta (IPF):** sistema que integra a produção pecuária (pastagem e animal) e arbórea, de forma consorciada;
- c) **Sistema Silviagrícola ou Integração Lavoura-Floresta (ILF):** sistema de produção que integra os componentes agrícola (culturas anuais ou perenes) e arbóreo, através do consórcio;
- d) **Sistema Agrossilvipastoril ou Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF):** sistema de produção que integra pecuária, agricultura e floresta em uma mesma área, de forma rotacionada, consorciada ou em sucessão.



**Figura 1.** Modalidades que compõem o sistema ILPF® da Embrapa Gado de Corte. Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 2.** (A) Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) com *Brachiaria brizantha* cv. Piatã; (B) Soja em consórcio com eucalipto em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF); (C) Novilhas Nelore em Sistema ILPF com *Panicum maximum* cv. Massai e eucalipto; (D) Sistema ILPF com eucalipto e *Panicum maximum* cv. Massai, Fazenda da Embrapa Gado de Corte (CNPGC), Campo Grande, MS. Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.1.3 Importância dos Sistemas Agrossilvipastoris

Quando bem estruturados, os sistemas de produção em integração carregam consigo diversos aspectos positivos (GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013). A associação entre os componentes envolvidos no sistema deve gerar benefícios mútuos, ou seja, a contribuição de todos deve ser benéfica para cada indivíduo ali estabelecido (árvore/pasto/animal).

Para Balbino, Barcellos e Stone (2011), a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta promove a diversificação dos sistemas agrícola e pastoril, visando a otimização de seus ciclos biológicos (vegetal e animal) através da produção de resíduos e insumos originados por eles. Além disso, a estratégia de ILPF, quando devidamente planejada, é capaz de gerar inúmeras vantagens em todos os contextos, social, econômico e ambiental (Figura 3).

#### Vantagens dos Sistemas em Integração



**Figura 3.** Descrição das principais vantagens dos sistemas agrossilvipastoris. Fonte: Elaborado pela autora.

No intuito de incentivar a agricultura sustentável e explorar essas vantagens, o governo federal brasileiro lançou em 2010 o Programa Agricultura de Baixo Carbono, também conhecido como Plano ABC. Essa ação governamental concede, através do financiamento, recursos para os produtores rurais aderirem a novas técnicas agrícolas, menos prejudiciais ao meio ambiente e capazes de mitigar a emissão de gases de efeito estufa (AMARAL et al., 2012).

Entre as principais técnicas estão a adoção do plantio direto na palhada, do sistema de Integração Lavoura-Pecuária Floresta, plantio de florestas comerciais e tratamento dos resíduos produzidos por animais. Ainda, no Brasil, existem regulamentações no Código Florestal voltadas à preservação de recursos hídricos, paisagem, fauna, flora, entre outros (AMARAL et al., 2012). Para os autores, poucos pecuaristas cumprem essas leis, sendo necessária uma maior fiscalização e incentivo do governo, com o objetivo de ressaltar a importância do seu cumprimento, bem como a adesão dos produtores a novos sistemas de produção.

### **3.1.4 Componentes do Sistema Agrossilvipastoril**

A adoção do Sistema ILPF demanda um planejamento minucioso (GONTIJO NETO et al., 2015), pois cada uma das culturas que compõe a integração exige um manejo específico (GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013), para que haja sinergia (BALBINO, BARCELLOS e STONE, 2011) entre os componentes.

Segundo Carvalho et al. (2011) e Garcia, Tonucci e Bernardino (2013), por ter um caráter integrado, é fundamental que os resultados obtidos dentro do ecossistema de produção, como o sistema ILPF, sejam avaliados e interpretados de forma conjunta, e não como fatores isolados.

Dentre os componentes do sistema agrossilvipastoril estão o: agrícola (lavoura), arbóreo (floresta), forrageiro (pastagem) e animal (pecuária). Sendo assim, cada um deles será abordado nessa revisão conforme suas peculiaridades e sua importância dentro do sistema.

#### **3.1.4.1 Componente Agrícola (Lavoura)**

A lavoura, geralmente é cultivada no início da implantação do sistema, consorciada com a forrageira de interesse ou em ciclos de dois ou mais anos (ALMEIDA et al., 2012). Isso se deve ao fato da lavoura ser o componente de maior exigência

com relação à fertilidade do solo na integração, ou seja, os critérios para a correção inicial do solo devem ser baseados nas necessidades da cultura a ser plantada (ALVARENGA e GONTIJO NETO, 2012)

Dentro da ILPF o componente agrícola exerce uma função extremamente importante, pois além de contribuir com o aspecto químico do solo, a lavoura promove a recuperação das áreas degradadas e gera, a curto prazo, um bom retorno econômico. Essa renda obtida de forma rápida ajuda o produtor a amortizar o custo inicial de implantação do sistema em integração (GONTIJO NETO et al., 2015).

Para o mesmo autor, as pastagens em sucessão a lavoura, bem como as árvores inseridas nessa área agrícola se beneficiam integralmente dos nutrientes residuais utilizados na correção do solo para o plantio. Outro papel de extrema importância desse componente em consórcio com a pecuária é a produção de grãos ou forragem, principalmente as conservadas como, por exemplo, a silagem (ALVARENGA e GONTIJO NETO, 2012).

### **3.1.4.1.1 Culturas agrícolas utilizadas em sistemas em integração**

Entre as culturas mais utilizadas na rotação com pastagem estão o milho, sorgo, arroz e a soja (ALVARENGA e GONTIJO NETO, 2012; BALBINO et al., 2012; LEITE et al., 2010; GONTIJO NETO et al., 2015; WRUCK, BEHLING e ANTONIO, 2015). Entretanto, no primeiro ano de plantio as culturas mais indicadas são soja e arroz, porém em situações de rotação e/ou sucessão, o milho e o sorgo são as melhores opções (GONTIJO NETO et al., 2015).

A soja, bem como o cultivo de arroz são preferencialmente indicados no primeiro ano de plantio, em função de suas menores exigências com relação à correção química do solo (ALVARENGA et al., 2010). Dessa forma, áreas onde se tem níveis altos de degradação, com baixa fertilidade do solo, o uso dessas culturas se torna mais viável, uma vez que os gastos com a correção química tendem a ser menores.

Contudo, Alvarenga et al. (2010) afirmaram que o sorgo, assim como o milho e o girassol se tornam as melhores opções quando se visa o consórcio com a pastagem. Para os autores, o maior porte confere a essas graníferas um maior poder de competição com as forrageiras, pois ambas crescem simultaneamente e disputam por luz.

Na ILPF, é fundamental que as culturas agrícolas consigam competir por luz, pois o sombreamento causado pelas árvores tende a reduzir a entrada de radiação solar direta no sub-bosque (GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013) e por consequência pode prejudicar o desenvolvimento dos grãos.

O uso de plantas com maior porte em um sistema em integração ainda facilita a decisão de se trabalhar com espaçamentos menores entre linhas, pois as culturas obtêm melhor aproveitamento da luz, garantindo assim a boa produtividade da lavoura (ALVARENGA et al., 2010).

### **3.1.4.2 Componente Arbóreo (Floresta)**

A introdução do componente arbóreo, em sistemas de produção em integração, gera mudanças profundas e longevas. Com isso, os cuidados e a atenção durante o planejamento e a implantação da área florestal devem ser redobrados (ALVARENGA et al., 2010).

Para Garcia, Tonucci e Bernardino (2013), a presença de árvores em áreas de pastejo causa alterações significativas no microclima, pois a diminuição da penetração de luz solar, gerada pelo sombreamento das copas das árvores (Figura 4), provoca uma queda na temperatura do ar e do solo. Para os autores, esse decréscimo na temperatura resulta em melhores condições de desenvolvimento para plantas forrageiras, microrganismos presentes no solo e para o animal.

Entre os principais benefícios que o componente arbóreo pode gerar ao sistema ILPF, além do bem estar animal em função do maior conforto térmico, estão o aumento da fertilidade e da matéria orgânica do solo por meio da deposição gradual de serapilheira (DIAS et al., 2007) e a recuperação, através das raízes, dos nutrientes drenados ou lixiviados para as camadas mais profundas do solo (BALBINO et al., 2012b).

As árvores com associação micorrízica (com presença de rizóbios e bactérias na raiz) também beneficiam o sistema através da fixação biológica de nitrogênio (N) atmosférico (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2015). Para Dias et al. (2007), essa fixação aumenta significativamente a disponibilidade de N para forrageiras C4 e gramíneas, ajudando também na recuperação de pastagens degradadas.

Outra característica conferida pela presença de florestas em sistemas de produção refere-se ao potencial de sequestro de carbono e à mitigação dos gases de

efeito estufa (GEEs) (ALVARENGA e GONTIJO NETO, 2012) através da absorção do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), presente no ambiente, além da compensação de gases como o metano ( $\text{CH}_4$ ) produzido pelos ruminantes através da fermentação entérica e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), resultante da deposição de dejetos associada à adubação nitrogenada (PIVA, 2012).

Segundo Piva (2012), as plantas absorvem o  $\text{CO}_2$  presente na atmosfera através da fotossíntese e o incorporam na forma de carbono orgânico no solo após sua decomposição e na biomassa vegetal das pastagens e das árvores, tornando a ILPF uma estratégia viável para aumentar os estoques de carbono (C) e diminuir os GEEs.

Com base nos dados de Tsukamoto Filho (2003), Leite et al. (2010) consideraram que um sistema intensivo no Brasil, com árvores de rápido crescimento e com mais de 2,2 cm de diâmetro, apresenta um potencial de mitigação de GEEs de aproximadamente 5,0 mg de  $\text{CO}_2$  eq. (média de 11 anos), isso significaria em um ano na pecuária a compensação da emissão de gases de 13 bois adultos pesando 450kg.

Ao inserir o componente florestal em um sistema integrado, várias considerações precisam ser avaliadas, entre elas a escolha da espécie arbórea. Essa decisão precisa ser tomada com base em critérios como adaptação edafoclimática (clima e solo), potencial de consorciação com outras espécies, crescimento rápido, enraizamento profundo, tolerância à seca, arquitetura de copa, finalidade de uso, valor dos produtos a serem comercializados, presença de mercados próximos à propriedade, arranjo espacial e, principalmente, não provocar efeitos negativos como toxidez e alelopatia sobre os componentes animal e vegetal, respectivamente (ALVARENGA et al., 2010; GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013; GONTIJO NETO et al., 2015).

No Brasil, existem algumas espécies arbóreas que são mais utilizadas (Quadro 1), principalmente em função da sua adaptabilidade climática e rápido crescimento.

**Quadro 1.** Espécies de árvores comumente usadas em sistemas agrossilvipastoris no Brasil

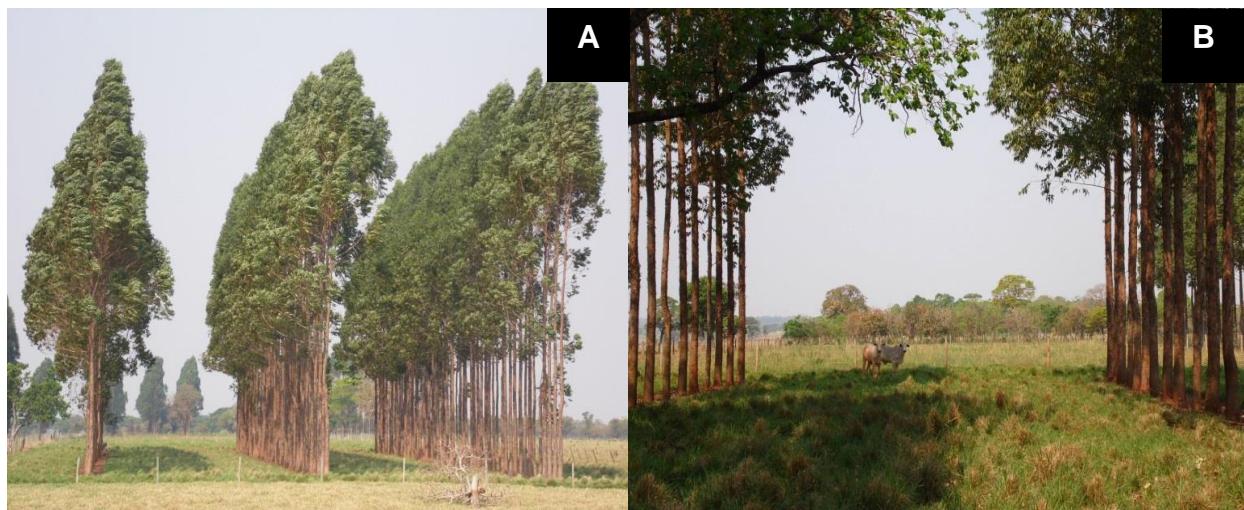
Nome comercial	Nome científico
Acácia	<i>Acacia magium</i>
Acácia-Negra	<i>Acacia mearnsii</i>
Amoreira	<i>Morus alba</i>
Angico-mirim	<i>Mimosa artemisiana</i>
Angico-vermelho	<i>Anadenanthera peregrina</i>
Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>
Bracatinga	<i>Mimosa scrabella</i>
Cedro-Australiano	<i>Toona ciliata</i>
Cratília	<i>Cratilia argentea</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>
Grevílea	<i>Grevillea robusta</i>
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Pinus	<i>Pinus sp.</i>
Paricá	<i>Schyzolobium amazonicum</i>

Fonte: Adaptado de Garcia, Tonucci e Bernardino (2013).

Entre as espécies citadas no Quadro 1, o Eucalipto (*Eucalyptus sp.*) tem se destacado como componente importante nos sistemas agrossilvipastoris. Os avanços tecnológicos sobre manejo e melhoramento genético, bem como o fácil acesso a mudas de qualidade pelo menor custo, facilitam a aceitação do produtor por essa espécie (MELOTTO et al., 2012). Segundo Gontijo Neto et al. (2015), características como o rápido crescimento e arquitetura de copa favorável às culturas herbáceas, contribuem para a difusão do eucalipto em sistemas de produção em integração.

O espaçamento entre as linhas para o plantio das árvores também é considerado um fator determinante para a escolha das culturas de interesse agrícola e forrageiro. Segundo Kluthcouski et al. (2015), em sistemas em integração, o componente florestal é estruturado com base no arranjo florestal de aleias, onde as árvores devem ser plantadas em faixas ou renques de linhas simples (Figura 4) ou múltiplas, com espaçamento amplo. Os autores ainda afirmam que as culturas anuais e/ou a

pastagem precisam ser cultivadas no espaço entre as linhas de árvores a uma distância de 1 metro (ALVARENGA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2012) a 1,5 metro (OLIVEIRA et al., 2015) de cada lado do renque, a fim de assegurar a integridade do componente arbóreo no momento da colheita.



**Figura 4. (A)** Sistema ILPF com renque simples de eucalipto no espaçamento 14 m x 2 m; **(B)** Bovinos em ócio à sombra do eucalipto. Fonte: Arquivo pessoal.

Um critério importante para definir o espaço entrelinhas é a dimensão lateral dos implementos agrícolas (ALVARENGA et al., 2010). Para Almeida et al. (2012), o espaçamento entre os renques deve variar de 9 a 50 metros para evitar qualquer tipo de limitação à produtividade dos demais componentes, almejando assim, o retorno satisfatório de todos os sistemas de produção envolvidos.

### 3.1.4.3 Componente Forrageiro (Pastagem)

Em sistemas em integração com consórcio de árvores, o maior entrave encontrado para o desenvolvimento das forrageiras é o sombreamento. Com isso, a escolha da espécie herbácea, na ILPF, precisa ser decidida em função da tolerância dessa à sombra (ALMEIDA et al., 2012).

As gramíneas do gênero *Panicum maximum* (cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia), *Panicum spp.* (cv. Massai), *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés e Piatã) e *Brachiaria decumbens* (cv. Basilisk) são consideradas as mais adaptadas e com boa produtividade em condições de baixa luminosidade (ALMEIDA et al., 2012; GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013).

Em regiões de clima temperado, Gontijo Neto et al. (2015) relataram o uso de forrageiras como aveia e azevém. Para os autores, essas gramíneas de inverno apresentam boa taxa de crescimento quando manejadas em áreas com sombreamento moderado.

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) foi considerado por Andrade et al. (2004) uma leguminosa forrageira tolerante ao sombreamento, pois entre as leguminosas avaliadas (*Arachis pintoi* BRA-031143 e *Pueraria phaseoloides*) essa se destacou pela boa produtividade em condições com até 50% de sombra. Paciullo, Pires e Müller (2015) também citaram o uso de outras leguminosas medianamente tolerantes ao sombreamento, como Calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), Centrosema (*Centrosema pubescens*) e a Puerária (*Pueraria phaseoloides*), em sistemas agrossilvipastoris e silvipastoris.

Segundo Castro et al. (1999), o sombreamento promove diversas alterações morfológicas na forrageira conforme a sua espécie, impossibilitando assim a generalização dessas modificações para todos os componentes forrageiros. No entanto, os autores relataram que gramíneas cultivadas em áreas sombreadas (Figura 5) tiveram um aumento na produtividade, na concentração de nitrogênio da parte aérea e se tornaram mais suculentas, apresentando menor teor de matéria seca.

Paciullo et al. (2007) observaram nas forrageiras submetidas ao sombreamento intenso (65% de sombra) uma redução do número de perfis/m<sup>2</sup> e dos valores de massa de forragem, porém essas mesmas alterações não foram encontradas no sombreamento moderado (35% de sombra). Além disso, os autores relataram variações morfológicas no dossel de *Brachiaria decumbens*, que contribuíram no aumento da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, bem como em maiores teores de proteína bruta (PB) e redução de fibra em detergente neutro (FDN), o que resultou em uma maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca da *Brachiaria decumbens* cultivada no sub-bosque.

Almeida et al. (2012), em experimento conduzido na Embrapa Gado de Corte (CNPGC) também verificaram um aumento no teor de PB na folha e no colmo da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, sob sombreamento no período da seca. A folha dessa mesma forrageira à sombra apresentou maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (63,2%) do que a cultivada no sol (54,1%), indicando assim um elevado valor nutricional de pastos manejados em ILPF.

Algumas forrageiras (leguminosas e gramíneas) quando sujeitas a sistemas com sombreamento, lançam de estratégias para conseguirem se desenvolver (GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013). Gobbi (2007) relatou algumas dessas adaptações em *Arachis pintoi* e *Brachiaria decumbens*, entre elas o aumento da área foliar específica (AFE), e na anatomia da folha, demonstrando a plasticidade anatômica dessas espécies, principalmente da gramínea em situações com variação de luminosidade. Para a autora, essas mudanças ajudam na captação de luz, manutenção da atividade fotossintética e, consequentemente, no desenvolvimento das herbáceas em áreas sombreadas.

Além do sombreamento excessivo, outros fatores como o déficit hídrico e de nutrientes, principalmente de N no solo, também podem prejudicar o crescimento das forrageiras em sistemas em integração, assim como nos sistemas convencionais (ALMEIDA et al., 2012).

Em condições onde o componente arbóreo é formado apenas por eucaliptos (*Eucalyptus spp.*), Andrade et al. (2001) observaram problemas na imobilização de nitrogênio no solo, proveniente da baixa reciclagem desse nutriente no sistema. Os autores concluíram que a liteira ou serrapilheira, formada pelo acúmulo de folhas e galhos (Figura 5), provenientes do eucalipto, apresenta baixa qualidade, com baixos teores de nitrogênio e fósforo (P) e elevadas relações C/N (carbono/nitrogênio), C/P e Lignina/N. Com isso, a competição entre gramíneas e eucalipto por N, especialmente na fase juvenil da árvore (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2015), pode dificultar a disponibilidade de tal nutriente para o desenvolvimento da forrageira.

Mesmo havendo competição entre os componentes florestal e forrageiro, é possível reportar-se a algumas medidas que evitem ou minimizem esses impasses. Paciullo, Pires e Müller (2015) citaram a necessidade de se preconizar a adubação e manutenção da fertilidade do solo, sobretudo em situações onde há consórcio com eucalipto e em solos com baixa fertilidade. Além disso, os autores salientaram a importância da escolha da espécie forrageira, referindo-se a alguns cultivares de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, as quais tendem a ser mais produtivas e, consequentemente, podem demandar uma maior reposição de nutrientes.

A produtividade das forrageiras em sistemas agrossilvipastoris pode ser menor quando comparada a sistemas convencionais, onde se tem a incidência constante de luminosidade e menor competição por nutrientes e água no solo. No entanto, diversas espécies usadas para pastejo na pecuária solteira, mesmo não sendo sele-

cionadas para tal finalidade, apresentam condições favoráveis para se desenvolverem em áreas sombreadas como as do sistema em integração (ALMEIDA et al., 2012).



**Figura 5.** (A) Acúmulo de serrapilheira (folhas e galhos) de eucalipto sobre pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã em sistema ILPF com eucalipto; (B) Área de pastagem (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã) com sombreamento de eucaliptos (*Eucalyptus urograndis* (Clone H-13)). Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.1.4.4 Componente Animal (Pecuária)

Entre os grandes questionamentos desfavoráveis à introdução de ruminantes em sistemas agroflorestais, estão os danos físicos que os animais podem causar às árvores, como a mastigação das folhas e dos ramos, pisoteio das mudas recém plantadas e quebra das árvores, em função do hábito de se roçarem em troncos (GARCIA, TONUCCI E BERNARDINO, 2013).

Popay e Field (1996) enfatizaram que algumas das injúrias causadas às árvores, pelos animais em pastejo, devem-se a vários fatores, entre eles a qualidade da forragem oferecida, a palatabilidade do tecido foliar do componente arbóreo e o conhecimento prévio do comportamento dos animais de interesse, em pastejar sob sistemas agrossilvipastorais.

Couto et al. (1994) e Varella e Saibro (1999) relataram que a introdução de animais, como bovinos e ovinos em áreas de pastejo consorciado com *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna*, respectivamente, não gerou maiores problemas às árvores, ambas com seis meses de idade. Além disso, os autores concluíram que essa integração se mostrou mais eficiente no controle da vegetação nativa do que os herbicidas comumente usados por empresas florestais. Segundo Varella e Saibro

(1999), os bovinos, quando comparados aos ovinos, apresentam maiores chances de danificar as árvores no primeiro ano de implantação da floresta, podendo reduzir a área foliar do componente arbóreo em até 38,35% contra 8,78% dos ovinos.

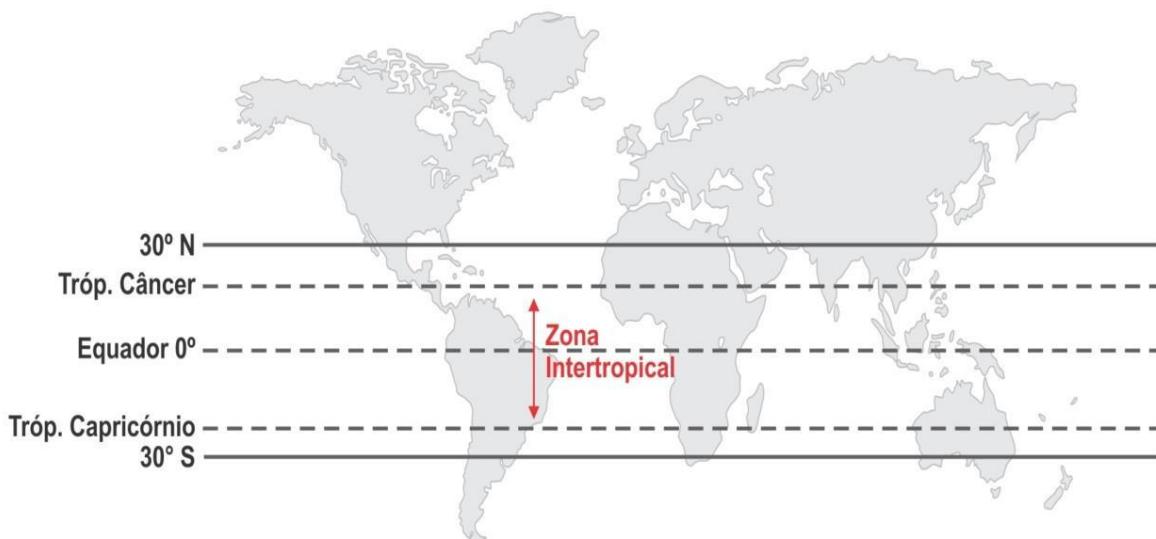
Com relação ao conforto térmico animal, os sistemas de produção consorciados com árvores se tornam uma boa alternativa (PÉREZ et al., 2008) em função do microclima gerado no sub-bosque, através do bloqueio da radiação solar direta e de ventos fortes, resultando em áreas sombreadas e de temperaturas amenas (BALBINO et al., 2012b; GARCIA, TONUCCI e BERNARDINO, 2013).

Segundo Bavera e Bèguet (2003), elementos climáticos como temperatura ambiente, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento são determinantes no grau de conforto térmico e possuem efeito direto no consumo, crescimento e reprodução dos animais. Para os autores, além desses, outros elementos climáticos podem ter efeito indireto no aproveitamento da pastagem pelos ruminantes, como pluviosidade, luz, nebulosidade e pressão atmosférica.

De acordo com Porfirio-da-Silva (2003), o estado do Mato Grosso do Sul apresenta áreas de pastagem a céu aberto que conferem aos animais algum grau de desconforto térmico, podendo esse variar de médio a intenso. Segundo o autor, animais desprovidos de qualquer proteção contra o sol, podem apresentar queda de desempenho, principalmente entre os meses de outubro a março.

A região central do Brasil recebe durante o período da seca (julho à setembro), caracterizada pela baixa pluviosidade e céu limpo na maior parte do tempo, uma alta concentração de raios solares (MARTINS, PEREIRA e ABREU, 2007) e o “Brasil Pecuário”, responsável por deter quase dois terços do rebanho brasileiro (39%) (FERRAZ e FELÍCIO, 2009) encontra-se nessa região.

A maior parte da pecuária brasileira é realizada de forma extensiva e aproximadamente 80% da população bovina é composta por gado zebu (*Bos taurus indicus*) (FERRAZ e FELÍCIO, 2009). O Brasil, por se encontrar na zona intertropical (Figura 6), apresenta uma alta incidência de radiação solar durante todo o ano (ALVES, 2012). Em função disso, a criação de bovinos a pasto pode sofrer uma grande influência climática, provocando nos animais um desconforto fisiológico devido ao estresse térmico por excesso de calor, prejudicando também o bem-estar desses quando criados em sistemas convencionais (ALVES et al., 2012), desprovidos de sombra.



**Figura 6.** Localização da Zona Climática intertropical. Fonte: Alves (2012).

Sistemas em integração com presença de árvores promovem o sombreamento natural das áreas de pastejo e reduzem o desconforto térmico dos bovinos, até mesmo dos mais tolerantes como os zebuínos. Ao estudarem o comportamento de vacas leiteiras mestiças Holandês-Zebu em sistema silvipastoril no estado de Minas Gerais, Leme et al. (2005) notaram no período do verão uma grande procura das vacas por ambientes sombreados, tanto para deitarem quanto para permanecerem em pé.

Ao avaliar, durante 68 dias, o desempenho de bovinos mestiços (*Bos taurus x Bos indicus*) em sistema de monocultivo e silvipastoril, ambos com *Panicum maximum* cv. Tanzânia em Chiapa no México, Pérez et al. (2008) constataram diferenças estatísticas no ganho de peso total e diário dos animais (Tabela 1) que realçaram a importância do sombreamento em sistemas de produção a pasto em clima tropical.

**Tabela 1.** Comportamento do peso vivo e do ganho de peso de animais mantidos em sistemas silvipastoril e monocultivo

Sistema	Peso vivo (kg)		GPT	GPD
	Inicial	Final		
Silvipastoril	157,92	190,97	33,050a	0,486a
Monocultivo	156,92	182,01	25,090b	0,369b

Valores com letras diferentes, diferem estatisticamente pelo teste de SNK para P<0,05. Fonte: Adaptado de Pérez et al. (2008).

Navarini et al. (2009) também observaram que Nelores submetidos a diferentes condições de sombreamento e a pleno sol em clima subtropical úmido, apresentaram desconforto térmico. Porém, os autores concluíram que no tratamento onde havia presença de árvores formando pequenos bosques, a condição térmica foi amenizada, pois o componente arbóreo ajudou a reduzir a incidência solar, bem como a temperatura do ar.

Souza et al. (2010b), quando avaliaram o comportamento ingestivo de novilhas aneladas no verão, sob diferentes alturas de eucalipto em sistema ILPF, verificaram que essas permaneceram quase metade do tempo disponível na sombra. Além disso, os autores relataram que a presença de árvores contribuiu para o aumento do tempo e da frequência do pastejo e reduziu o tempo em ócio dos animais. Contudo, tanto o tempo quanto a frequência de ruminação não diferiram nos sistemas com e sem sombra .

Quando em estresse calórico o animal tende a reduzir a ingestão de alimentos, a fim de minimizar a produção de calor proveniente da digestão, por consequência o ganho de peso também decresce, podendo gerar perdas na produtividade individual e do rebanho (GLASER, 2003).

Sendo assim, é fundamental que o criador se concientize da necessidade de oferecer ao animal, principalmente em regiões tropicais, meios para que esse consiga produzir e manter sua homeotermia, mesmo em condições adversas. Embora escassos, os estudos sobre o desempenho animal em sistemas em integração com árvores tem se mostrado uma estratégia eficiente para criação de animais especializados, pois oferecem a eles um ambiente termicamente confortável (LEME et al., 2005) e com sombra de qualidade superior às fornecidas por estruturas de sombreamento artificial (BARION, SILVA e FERREIRA, 2012).

### **3.1.5 Bem-estar Animal**

O atual interesse pela qualidade de vida dos animais de produção não se restringe só ao mundo científico. A crescente pressão pública sobre o bem-estar animal acerca de seu manejo e tratamento em sistemas produtivos (GLASER, 2003) tem levado os pesquisadores a tomadas de novas estratégias de sistemas de produção, baseados em princípios como sustentabilidade e conforto térmico animal (PIRES e PACIULLO, 2015).

Segundo Pires e Paciullo (2015), países desenvolvidos como os da União Europeia, tem se conscientizado cada vez mais com questões envolvendo o bem-estar de animais de produção, investindo em regulamentações que preconizam a qualidade de vida desses. Contudo, os autores ressaltaram que no Brasil esse cenário ainda é pouco explorado, e que o país é deficiente em políticas e normas que regulamentam o bem-estar animal, como por exemplo, a Instrução Normativa nº 56 do Ministério da Agricultura (MAPA), que estabelece alguns procedimentos gerais que asseguram o bem-estar de animais especializados (carne, leite, ovos, lã, etc.).

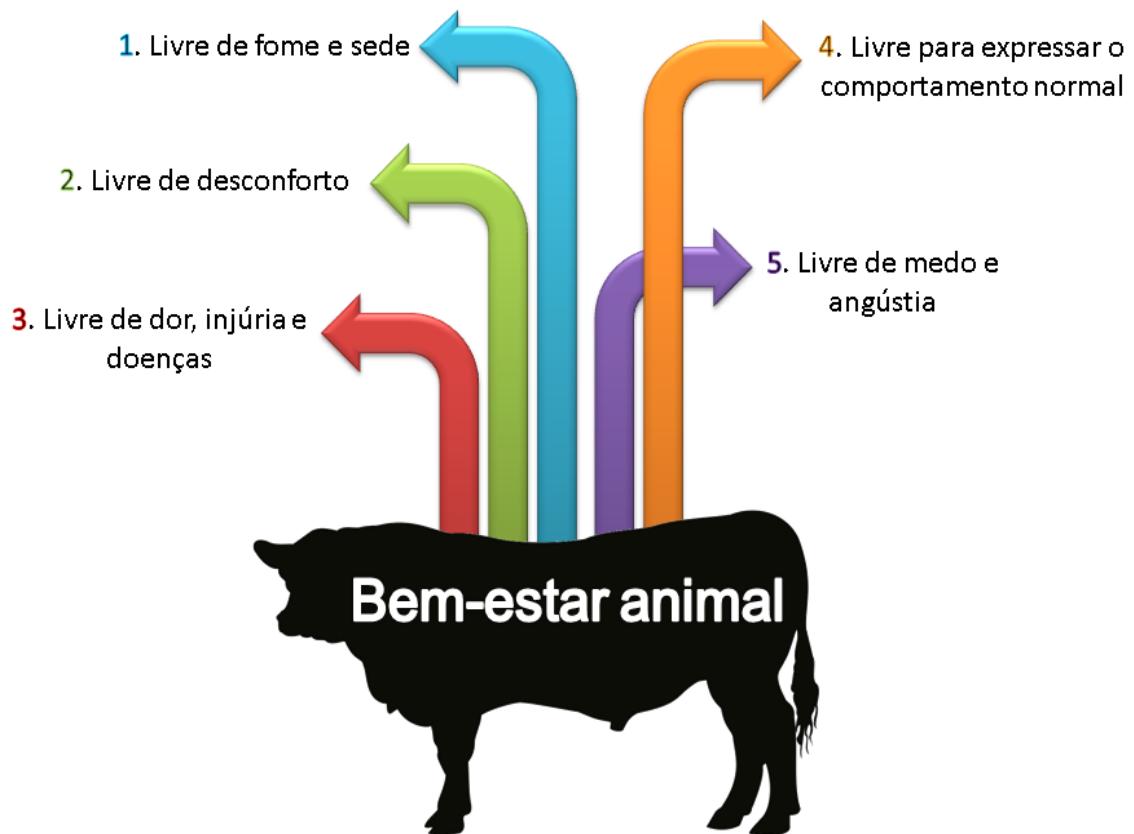
A atual conjuntura sobre bem-estar animal difere muito do antigo pensamento de René Descartes, filósofo francês do século XVII, que acreditava que os animais eram como “máquinas de produção”, incapazes de sentir, e expressavam apenas uma resposta automática ao estímulo que recebiam (GLASER, 2003). Contudo, filósofos seguintes, como o inglês Jeremy Bentham do século XVIII, debateram a ideia de Descartes e perceberam que a questão em si não era sobre a capacidade do animal raciocinar, e sim se esse era capaz de sentir e ser reativo a determinadas situações impostas pelo homem em seu habitat (SOUZA, 2008).

Ainda no século XVIII, também conhecido como Século das Luzes, o naturalista britânico Charles Darwin observou algumas semelhanças entre a atividade mental dos animais e dos humanos (SOUZA, 2008), e enunciou uma das frases mais emblemáticas dessa transição do animal “máquina” para senciente: “Não há diferença fundamental entre o Homem e os animais nas suas faculdades mentais (...) Os animais, como o Homem, demonstram sentir prazer, dor, felicidade e sofrimento.”

Reconhecer que o animal é um ser senciente é aceitar que esse apresenta consciência do ambiente onde está inserido, resposta emocional, é passível de aprendizado, possui sensações corporais (frio, calor, fome e sede) e é capaz de se relacionar com outros seres e escolher entre diferentes animais, objetos e situações (HURNIK e LEHMAN, 1988).

Considerando esse novo modelo de pensamento, instituições europeias como o Conselho de Bem-Estar de Animais de Produção (*Farm Animal Welfare Council - FAWC*) propuseram em 1967 (SAAD, SAAD e FRANÇA, 2011) que o bem-estar animal precisa estar de acordo com alguns princípios, denominados por eles de as “5 liberdades” (COSTA e PASCOA, 2013), assim descritas na Figura 7.

## 5 Liberdades do Bem-estar Animal



**Figura 7.** Descrição das “5 Liberdades” (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL - FAWC, 2009) que regem os princípios do Bem-estar Animal. Fonte: Elaborada pela autora.

No entanto, a aplicabilidade dessas liberdades a campo se torna um tanto sugestiva, pois assegurar, por exemplo, que o animal estará completamente livre de medo não é algo possível de se garantir, uma vez que nem mesmo o ser humano é capaz de controlar seus medos (COSTA e PASCOA, 2013). Visando a aplicação prática desses princípios, os mesmos autores citam o projeto “Welfare Quality”® de 2009, o qual sugere alguns critérios (Quadro 2) mais plausíveis para se avaliar o bem-estar de animais em sistemas de produção.

**Quadro 2.** Princípios e critérios de bem-estar animal definidos pelo Projeto Welfare Quality® (2009)

Princípios	Critérios de bem-estar animal
Boa alimentação	1- Ausência de fome prolongada 2- Ausência de sede prolongada
Boas instalações	3- Conforto no local de descanso 4- Conforto térmico 5- Facilidade de movimento
Boa saúde	6- Ausência de ferimentos 7- Ausência de doenças 8- Ausência de dor induzida pelo manejo
Comportamento apropriado	9- Expressão de comportamentos sociais 10- Expressão de outros comportamentos 11- Boas interações entre humanos e animais 12- Ausência de medo generalizado

Fonte: Costa e Pascoa (2013).

Costa e Pascoa (2013) sugeriram que para se avaliar a qualidade de vida do animal, é preciso haver uma combinação entre os indicadores de bem-estar (Quadro 3) intrínsecos (eficiência reprodutiva, fisiologia, comportamento) e extrínsecos (ambiente, clima, disponibilidade de alimento, qualidade do manejo) ao indivíduo.

**Quadro 3.** Exemplos de indicadores de bem-estar animal

Avaliações	Indicadores no Animal
Clínicas	1- Condição corporal 2- Ferimentos e machucados 3- Problemas de saúde
Fisiológicas	1- Nível de cortisol 2- Frequência respiratória 3- Temperatura corporal 4- Frequência cardíaca
Comportamentais	5- Distância de Fuga 6- Frequência de disputas sociais no cocho 7- Reatividade durante o manejo 8- Deslocamento 9- Comportamento alimentar 10- Ruminação

Fonte: Adaptado de Costa e Pascoa (2013).

O animal quando manejado em sistemas de produção em integração, se beneficia, principalmente, do microclima gerado pelas árvores. Características como comportamento alimentar, deslocamento, temperatura corporal, frequência respiratória e nível de cortisol, conforme citados no Quadro 3, são alguns dos principais indicadores usados na avaliação do conforto térmico.

Quando expostos a condições de estresse térmico, os animais tentam se adaptar ao ambiente, através de ajustes fisiológicos e comportamentais (ARANHA, 2016), visando a sua sobrevivência. No entanto, algumas dessas adaptações podem levar a uma queda no desempenho produtivo do animal, sendo esse um dos aspectos de maior relevância quando se almeja avaliar o bem-estar do indivíduo (PIRES e PACIULLO, 2015).

Estudos relacionados ao bem-estar de animais de produção ainda são muito voltados a sistemas intensivos. Entretanto, questões ligadas à qualidade de vida dos animais são de extrema importância em qualquer cenário de produção, sobretudo na criação a pasto, onde o animal consegue desfrutar de maior liberdade (COSTA e PASCOA, 2013), porém fica exposto às adversas condições do ambiente.

### **3.1.5.1 Conforto térmico animal em sistemas agroflorestais**

O conforto térmico é um dos critérios que compõem o bem-estar animal e o principal fator a ser considerado em sistemas de produção ao ar livre, principalmente em países de clima tropical e subtropical, a fim de minimizar os danos causados pelas altas temperaturas (PIRES e PACIULLO, 2015) e radiação solar.

Para Pires e Paciullo (2015), oferecer sombra aos animais a pasto é uma contribuição primária à proteção desses à radiação solar direta, bem como ao ganho de calor excessivo. Para os autores, a arborização das pastagens deveria fazer parte do planejamento do manejo animal das fazendas, uma vez que, o sombreamento oferecido de forma natural é mais efetivo que o artificial na redução da temperatura do ar.

Considerando que a temperatura é um dos principais agentes do estresse calórico, Aranha (2016) relatou que a temperatura da superfície da terra aumentou significativamente durante o século XX, devido especialmente à alta emissão de gases promotores do efeito estufa. Segundo o IPCC (2001), a previsão é que essa tempe-

ratura continue aumentando, e que a Terra sofra um aquecimento entre 1,4 e 5,8°C entre os anos de 1900 a 2100.

Grande parte do rebanho brasileiro é criado a pasto, ou seja, a maioria dos animais estão expostos a essas variações climáticas extremas. Contudo, cada espécie animal apresenta uma zona de conforto térmico (ZCT) ou zona termoneutra (Quadro 4), a qual pode variar conforme a raça, sexo, idade, tolerância térmica, características corporais e genéticas (BIANCHINI et al., 2006; CRUZ, 2015).

Os bovinos, no entanto, são considerados animais homeotérmicos, capazes de manter a temperatura corporal constante através de mínimas alterações fisiológicas nos mecanismos termorreguladores (SOUZA JUNIOR, 2008). Para eles, a faixa de temperatura que compreende a termoneutralidade está situada entre 4° e 26° C, dentro dessa zona térmica os bovinos conseguem alcançar a máxima eficiência produtiva e reprodutiva (PIRES e PACIULLO, 2015).

De acordo com Pires e Paciullo (2015) cada raça bovina, seja ela de leite ou corte, apresenta uma temperatura crítica inferior e superior (Quadro 4). Segundo os autores, quando a temperatura do ambiente ultrapassa esse limite, o processo homeostático do animal é comprometido, gerando uma série de variações fisiológicas e comportamentais para manter o equilíbrio térmico.

O Brasil apresenta altas temperaturas durante todo ano em quase todas as regiões do país, ou seja, o animal muitas vezes fica exposto a condições de calor intenso. Por consequência, a primeira resposta fisiológica do animal ao estresse calórico é a inibição de fontes de calor endógeno (SILVA et al., 2005a).

O estresse por calor provoca uma redução no consumo de alimentos e no metabolismo basal e energético, concomitante ao aumento da temperatura corporal, frequência respiratória (animal ofegante), taxa de sudação e na ingestão de água ao longo do dia (SILVA et al., 2005; CRUZ et al., 2011). De acordo com McDowell, Hooven e Camoens (1976), na maioria das espécies de animais domésticos, a elevação de 1°C na temperatura retal é suficiente para reduzir o desempenho desses.

Segundo Cruz et al. (2011), as altas temperaturas tendem a diminuir a frequência alimentar, especialmente nas horas mais quentes do dia, aumentando apenas nas primeiras horas da manhã e do final da tarde.

**Quadro 4.** Exemplos de Zona de Conforto Térmico (ZCT) e Temperatura Crítica Superior (TCS) de bovinos

Bovinos Adultos	ZCT (°C)	TCS (°C)
Holandesa	0 – 16 <sup>x</sup>	26 <sup>†</sup>
Jersey e Pardo-Suíço	0 – 16 <sup>x</sup>	29 <sup>†</sup>
Zebuíno	10 – 27 <sup>*o</sup>	32 – 35 <sup>†</sup>
Europeu	-1 – 16 <sup>o</sup>	26 – 27
Mestiços	5 – 31 <sup>x</sup>	32 – 35 <sup>x</sup>

Fonte: Alzina-López et al. (2001)<sup>\*</sup>, Baêta e Souza (1997) (citado por Couto et al. (2013))<sup>o</sup>, Pires e Paciullo (2015)<sup>†</sup> e Cruz (2015)<sup>x</sup>.

O Brasil possui 92% do seu território localizado na zona intertropical (entre os trópicos de Câncer e Capricórnio) e em baixas altitudes do relevo, o que justifica a predominância de climas quentes no país, com médias de temperatura que superam os 20°C (GALVANI, 2008). Segundo o autor, algumas regiões do Nordeste, Sudeste, Pantanal e áreas rebaixadas do Centro-Oeste podem apresentar temperaturas máximas absolutas acima de 40°C.

Considerando que a maior produção de pecuária de corte está situada na região central do Brasil, explica-se a predominância de bovinos indianos na produção a pasto. De acordo com os dados apresentados no Quadro 4, os zebuínos são a subespécie bovina que possui maior tolerância ao calor. No entanto, quando a temperatura ambiente supera a temperatura critica superior, o gado zebu também responde metabolicamente e reduz seu desempenho, evitando o ganho calórico.

Os zebuínos, sobretudo os Nelores, são mais termotolerantes às altas temperaturas quando comparados ao gado europeu, ou seja, apresentam menor produção de calor metabólico e maior capacidade de perda de calor para o ambiente (BERTIPAGLIA, 2007). Isso se deve, especialmente, as suas características de pelame, epiderme e a maior eficiência na perda de calor por sudorese, pois possuem uma vasta quantidade de glândulas sudoríparas espalhadas pelo corpo, que facilitam a excreção do suor em maior volume (PEREIRA et al., 2008).

O Nelore é considerado o bovino mais vantajoso para se produzir em regiões tropicais, pois além da sua rusticidade a endo e ectoparasitos, também possui pelos brancos e bem assentados, sobre uma epiderme altamente pigmentada (SILVA, 1999), que reduz a resistência ao fluxo de calor do pelame (BERTIPAGLIA, 2007), o tornando mais tolerante ao clima quente.

A pele negra do animal, como a do Nelore (*Bos taurus indicus*), o protege dos raios ultravioletas (UV) emitidos pelos raios solares diretos e difusos de ondas curtas e os refletidos pelo solo, vegetação e objetos (SILVA, 1999). Para o autor, uma epiderme altamente pigmentada minimiza, além do desconforto térmico calórico, o aparecimento de células cancerígenas, como melanomas e carcinomas epidérmicos.

A fim de estimar e avaliar o impacto ambiental sobre o conforto térmico dos bovinos, alguns índices foram desenvolvidos para predizer o conforto ou o desconforto desses quando submetidos a diferentes condições climáticas (COUTO et al., 2013; PIRES e PACIULLO, 2015).

Além dos índices já existentes para calcular o conforto térmico, como o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), criado por Thom (1958) primeiramente para humanos e adaptado para bovinos, Buffington et al. (1981) desenvolveram um novo indicador de conforto ambiental, porém para animais criados a pasto. O chamado Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), criado por esses autores, difere do ITU, pois considera a temperatura de globo negro (Tgn) ao invés da temperatura do ar.

Ambos os índices são usados frequentemente em avaliações de estresse térmico animal, principalmente em gados de leite, corte, aves e suínos. Contudo, para Pires e Paciullo (2015), o ITGU, em condições ambientais onde a radiação solar ou a movimentação do ar são altas, é a variável que melhor estima a sensação térmica imposta ao indivíduo. No entanto, em condições moderadas de radiação solar, tanto o ITGU quanto o ITU são eficientes.

Outro indicador utilizado para se avaliar o conforto térmico animal é a carga térmica de radiação (CTR), a qual expressa a radiação total recebida pelo globo negro proveniente de todo o ambiente ou de partes dele (MORAES et al., 2011). A CTR considera o efeito gerado pela combinação das variáveis de energia térmica radiante do ambiente, temperatura do ar e velocidade do vento (KARVATTE JUNIOR, 2014).

A CTR pode ser obtida através da equação de Stefan-Boltzmann (ESMAY, 1978) e considera-se que quanto menor o seu valor mais termicamente confortável é o ambiente (GUISELINI, SILVA e PIEDADE, 1999). Sendo assim, os valores das variáveis ITU, ITGU e CTR podem ser calculados através das equações 1, 2 e 3, respectivamente:

$$\text{ITU} = \text{Tbs} + 0,36\text{Tbu} + 41,5 \quad (1)$$

em que:

ITU = Índice de Temperatura e Umidade;

Tbs = Temperatura do termômetro do bulbo seco ( $^{\circ}\text{C}$ );

Tbu = Temperatura do termômetro do bulbo úmido ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$$\text{ITGU} = \text{Tgn} + 0,36\text{Tpo} + 41,5 \quad (2)$$

em que:

ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade;

Tgn = Temperatura de Globo Negro ( $^{\circ}\text{C}$ );

Tpo = Temperatura de Ponto de Orvalho ( $^{\circ}\text{C}$ ).

$$\text{CTR} = \sigma (\text{TRM})^4 \quad (3)$$

em que:

CTR = Carga Térmica Radiante ( $\text{W.m}^{-2}$ );

$\sigma$  = Constante de Stefan-Boltzmann,  $5,67 \times 10^{-8} \text{ K}^{-4} (\text{W.m}^{-2})$ .

TRM = Temperatura Radiante Média ( $\text{W.m}^{-2}$ ).

Sendo a TRM obtida pela equação:

$$\text{TRM} = 100 \times \sqrt[4]{\left\{ 2,51 \times v^{0,5} \times (tgn - tbs) + \frac{tgn^4}{100} \right\}}$$

em que:

TRM = Temperatura Radiante Média (K);

v = Velocidade do vento ( $\text{m.s}^{-1}$ );

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

tbs = Temperatura de bulbo seco (do ar) (K).

Para Baêta (1985), valores de ITGU até 74 caracterizam um ambiente termicamente confortável, entre 74 e 78 situação de alerta, de 79 a 84 perigosa e acima de 84 considera-se uma situação de emergência para o animal, sobretudo para vacas em lactação. A Tgn, usada na equação 1, combina o efeito das variáveis de energia radiante, temperatura e velocidade do ar, com intuito de quantificar a energia radiante do ambiente (GOMES et al., 2011).

Em relação à variação do ITU, Armstrong (1994) classificou o estresse térmico em três níveis, sendo eles, ameno (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). No entanto, deve-se ressaltar que ambos os índices foram desenvolvidos inicialmente para vacas leiteiras criadas em regiões de clima temperado, nos Estados Unidos, o que por vez pode implicar na correta interpretação desses valores quando se deseja avaliar bovinos de corte em condições de clima tropical.

Ao estudar vacas leiteiras mestiças em sistema silvipastoril, Leme et al. (2005) analisaram as temperaturas de globo negro, obtidas ao sol e a sombra, ambas no período da tarde e observaram uma diferença de quase 6°C, sendo o menor valor na sombra. Além disso, o ITU obtido (80) foi considerado acima do limite (72), caracterizando assim um ambiente termicamente desconfortável para as vacas.

Navarini et al. (2009) também obtiveram valores de ITU, ITGU e CTR (Tabela 2) ao avaliarem o conforto térmico de bovinos Nelore a pasto sob diferentes tipos de sombra e a céu aberto. Os autores observaram que as áreas sombreadas por pequenos bosques de árvores Guajuvira ofereceram os melhores índices, consequentemente, as melhores condições térmicas aos animais.

**Tabela 2.** Médias dos índices de conforto térmico para as condições de bosque (PB), árvores isoladas (AI) e pleno sol (PS), durante os meses de janeiro e fevereiro de 2007, em Diamante D'Oeste – PR

Tratamentos	Médias		
	ITU	ITGU	CTR ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )
PB	76a	79a	508a
AI	78b	82b	543b
PS	80c	84c	571c

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%). Fonte: Adaptado de Navarini et al. (2009).

Karvatte Junior (2014) avaliando microclima em três sistemas em integração distintos no cerrado (ILP com 5 árvores nativas/ha dispersas, ILPF-1 com 357 árvo-

res de eucalipto/ha e ILPF-2 com 227 árvores de eucalipto/ha) igualmente, observou diferenças estatísticas nos valores de ITU, ITGU e CTR de cada área. Tanto no ITU quanto no ITGU as melhores condições de conforto térmico foram observadas na sombra (Tabela 3), em todos os sistemas no período da seca.

Em relação ao CTR, as áreas sombreadas por árvores nativas de cambará tiveram as menores variações diárias, de  $424 \text{ W.m}^{-2}$  a  $517,3 \text{ W.m}^{-2}$ . Segundo o autor, essa árvore apresenta uma copa mais densa, o que confere a ela uma maior capacidade de interceptação da radiação solar.

**Tabela 3.** Médias dos valores de ITU e ITGU obtidos ao meio dia, à sombra e ao sol, nos sistemas ILP, ILPF-1 e ILPF-2 e suas respectivas classificações térmicas do ambiente

Situação	ITU	Classificação do ambiente <sup>2</sup>	ITGU	Classificação do ambiente <sup>3</sup>
Sombra	77,7 <sup>1</sup>	Ameno	80,13 <sup>1</sup>	Perigo
Sol	80,9 <sup>1</sup>	Moderado	85,2 <sup>1</sup>	Emergência

<sup>1</sup> = Média dos valores de ITU e ITGU obtidos ao meio dia, adaptado de Karvatte Junior (2014),

<sup>2</sup> = Classificação do ambiente com base no ITU, conforme descrito por Armstrong (1994),

<sup>3</sup> = Classificação do ambiente com base no ITGU conforme descrito por Baêta (1985).

Nos sistemas agroflorestais, essa redução nos índices térmicos se dá basicamente pela mitigação da radiação solar bem como da velocidade do vento no sub-bosque, pois quando implantadas na área, as árvores atuam como bloqueadoras de raios solares e quebra-ventos. Alves (2012) relatou que em sistemas arborizados a velocidade do vento pode decrescer em até 26% e 61%, no inverno e no verão, respectivamente. Já Pires e Paciullo (2015) relataram que a sombra proveniente da floresta pode reduzir em 30% ou mais a carga de calor radiante, permitindo assim que os animais mantenham seu padrão comportamental.

Segundo Nicodemo et al. (2004), essa diminuição na velocidade do vento promove na área de pastejo uma economia de água, contribuindo com uma menor evaporação do solo e da planta. Por sua vez, o teor de umidade do ar aumenta e inibe a oscilação repentina das temperaturas diurnas e noturnas, evitando choques térmicos.

Em climas frios, o componente arbóreo se torna uma barreira contra as perdas de radiação de ondas longas no período da noite, impedindo a formação de geadas de radiação (geada branca) e de ventos extremamente gelados e dessecantes, como os da geada negra. Essa proteção, gerada sob as árvores, resulta em condi-

ções microclimáticas favoráveis aos animais e à pastagem, permitindo que essas permaneçam verdes durante todo o inverno (NICODEMO et al., 2004).

Os efeitos do estresse térmico podem ser atenuados através de estratégias e tecnologias, a fim de minimizar a radiação solar e a carga calórica sobre o componente animal (PIRES e PACIULLO 2015). Com base nos estudos citados durante o texto, nota-se a importância do sombreamento em áreas de pastejo. Nesse contexto, sistemas consorciados com árvores como o silvipastoril e agrossilvipastoril demonstram ser altamente eficientes, pois além de beneficiar o animal e o ambiente, o componente florestal ainda pode contribuir na renda do produtor.

### **3.1.6 Comportamento ingestivo em sistemas agroflorestais**

Através do pastejo, os ruminantes são capazes de demonstrar algumas características do ambiente pastoril no qual estão inseridos. Não obstante, o interesse da sociedade pelo bem-estar dos animais de produção tem aumentado. Dessa forma, entender como esses se comportam durante o pastejo não é apenas uma questão de manejo, e sim de produtividade associada à qualidade do ambiente de produção (CARVALHO e MORAES, 2005).

Com a pressão mundial pelo aumento da produção de alimentos, questões relacionadas à qualidade do ambiente produtivo dos animais foram deixadas de lado (MARQUES et al., 2006). No entanto, compreender o real comportamento ingestivo dos ruminantes frente a diversas variáveis e a um ambiente extremamente heterogêneo, é fundamental para o discernimento de estratégias que melhorem o bem-estar desses.

O comportamento ingestivo é controlado por inúmeros fatores (RHIND, ARCHER e ADAM, 2002), entre eles as características morfológicas e nutricionais da planta, requerimento nutricional do animal e o ambiente, tais como o clima e a disponibilidade de alimento (DECROYENAERE, BULDGEN e STILMANT, 2009).

Essencialmente, em climas amenos, os ruminantes pastejam durante o dia e realizam de 6 a 8 refeições, com 2 pastejos principais, um no início e outro no fim do dia (DECROYENAERE, BULDGEN e STILMANT, 2009). Segundo os autores, em temperaturas acima de 25 graus, os ruminantes tendem a pastejar nos períodos mais frescos, bem no inicio da manhã ou no fim da tarde e a noite. Essa adaptação

visa a maximização do tempo de pastejo e a ingestão diária do animal (BAUMONT, PRACHE e MEURET, 2000) em climas quentes.

Em sistemas agrossilvipastoris, onde se tem a manutenção do microclima no sub-bosque, essas alterações no comportamento ingestivo são menos expressivas. No entanto, é preciso conhecer a duração e as atividades que caracterizam esse comportamento, a fim de estimar corretamente o quanto aquele ambiente pode ser termicamente confortável ou estressante para o animal (FERREIRA, 2005).

O comportamento ingestivo a pasto é caracterizado, basicamente, por quatro atividades, sendo elas: pastejo, ruminação, ócio e outras (bebendo água, mineralizando, etc...). Contudo, não se sabe ao certo o tempo que o animal despende para cada uma dessas atividades e como elas são distribuídas ao longo do dia. Além disso, essas podem sofrer grande influência da dieta, do ambiente e do tipo de manejo (MARQUES et al., 2008).

Um dos principais benefícios gerados pelos sistemas agrossilvipastoris se deve à provisão de sombra nas áreas de sub-bosque, bem como da manutenção do microclima. Segundo Titto et al. (2008), a sombra gera diversas melhorias no desempenho produtivo, no metabolismo e nas características comportamentais (ócio, ruminação, ingestão, etc.) de animais especializados.

Pérez et al. (2008) observaram que há uma correlação negativa entre as variáveis temperatura ambiente e atividade de pastejo, tanto no sistema silvipastoril quanto em monocultivo. Entretanto, no monocultivo ou pecuária solteira esta correlação foi predominante.

Oliveira (2013), avaliando o efeito da sombra sobre o comportamento ingestivo de novilhas Nelores no cerrado, notou uma diferença estatística entre os sistemas ILP e ILPF, em relação ao pastejo ao sol e à sombra (Tabela 4). Além disso, nesse mesmo estudo a autora destacou a importância de se compreender a interação animal-ambiente, pois dependendo do período do dia e da estação do ano, temperaturas mais elevadas (ao sol) podem ser mais adequadas para o pastejo, como por exemplo, no inverno, onde o animal tende a procura áreas com maior incidência de radiação solar para pastejar, a fim de manter a homeotermia.

**Tabela 4.** Tempo acumulado em pastejo ao sol e à sombra, de acordo com o sistema em integração

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

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

CV (%)<sup>1</sup> = Coeficiente de variação

ILPF-1 = espaçamento entre fileiras de árvores eucalipto de 14 m e densidade de 357 árvores/ha;

ILPF-2 = espaçamento entre fileiras de árvores eucalipto de 22 m e densidade de 227 árvores/ha e ILP = testemunha com 5 árvores nativas remanescentes/ha. Fonte: Oliveira (2013).

Conforme apresentado na Tabela 4, a densidade de árvores e o espaçamento entre elas (ILPF-1 e ILPF-2) também interfere no tempo de pastejo à sombra. Outras atividades como ruminação e ócio foram mensuradas pela autora, a qual destacou a predominância da ruminação à sombra e ócio ao sol no período da manhã, quando comparado ao período da tarde.

No Brasil, a bovinocultura de corte exerce um papel de extrema importância na sociedade, uma vez que gera inúmeros empregos ao longo da sua cadeia produtiva, e é considerada umas das principais fontes de proteína animal na dieta da população brasileira (MARQUES et al., 2006). Considerando que no país a maior parte da produção de pecuária de corte é realizada de forma extensiva (FERRAZ e FELÍCIO, 2009), essa merece atenção tanto quanto às realizadas em confinamento, especialmente em relação ao conforto térmico dos animais.

A fim de melhorar a produtividade e ao mesmo tempo a qualidade de vida dos animais, são necessários mais estudos sobre o componente animal e os fatores ambientais que afetam a ingestão desses em sistemas em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

### 3.1.6.1 Metodologias de avaliação do comportamento animal e ingestivo

Na literatura estão descritos diversos métodos de amostragem para avaliação das atividades intrínsecas ao comportamento ingestivo e animal, como por exemplo, a bioacústica (LACA e WALLIS DE VRIES, 2000), os usuais acelerômetros (ROBERT et al., 2009) e a consolidada observação visual (SANTANA et al., 2012).

No entanto, essas técnicas podem ser aplicadas de diferentes formas, por conseguinte, a escolha da metodologia deve ir de acordo com o que pretende-se

avaliar (MARQUES et al., 2008). Outro critério importante para a escolha são os pontos positivos e negativos de cada método, seja em relação à facilidade de implantação ou ao custo econômico que cada um demanda.

A observação visual é o método mais utilizado para se avaliar o comportamento ingestivo e o comportamento dos animais, tanto domésticos quanto criados em cativeiro. Também conhecida como “*focal-animal sampling*”, essa metodologia tem como propósito a observação instantânea e o registro das ações de um grupo de indivíduos, por um período de tempo específico (ALTMANN, 1974).

Em geral, esta técnica é de fácil emprego, por não demandar custos com equipamentos específicos e proporcionar uma boa descrição das atividades, se avaliada corretamente (MEZZALIRA et al., 2011). A observação visual pode ser realizada em intervalos pré-definidos ou de forma direta. Contudo, quando essa é feita de forma contínua, necessita de vários observadores, o que acaba tornando-a onerosa e impraticável quando se tem um grande contingente de animais (SILVA et al., 2005b).

As observações são usualmente feitas em escala de intervalos de 5, 10, 15, 20 e 30 minutos, sendo o critério de escolha o objetivo do estudo (MARQUES et al., 2008; SANTANA et al., 2012 e SILVA et al., 2005b). De acordo com Marques et al. (2008), a definição do intervalo de tempo é imprescindível para se obter resultados de alta confiabilidade. À vista disso, os autores concluíram que intervalos de cinco e de até trinta minutos são suficientes para se avaliar a frequência e o tempo de cada atividade, respectivamente. Entretanto, o intervalo de dez minutos tem sido o mais usado em estudos (MEZZALIRA et al., 2011).

Com relação aos acelerômetros, existem diversos sistemas capazes de monitorar as atividades dos animais. Entre eles podem ser citados o colar Ethosys, Vibracorders, APEC, Medilog, e o IGER *Behaviour Recorder*, sendo esse utilizado frequentemente para detecção dos movimentos mandibulares e estimativa do consumo e da qualidade da forrageira (CARVALHO et al., 2007).

Outro tipo de acelerômetro constantemente adotado nos experimentos pela sua eficiência é o pedômetro, o qual é colocado na perna do animal com o intuito de contar o número de passos dados (FRICKE et al., 2014). Esse equipamento é muito usado, principalmente, para detecção de estro em vacas leiteiras (MADUREIRA, 2016), que em cio tendem a caminhar no mínimo o dobro do que fazem normalmente (BARUSELLI, 2007).

A metodologia da bioacústica, apesar de ser usada há muito tempo em estudos comportamentais de animais silvestres, recentemente tem migrado para o âmbito da pecuária. Essa técnica consiste no estudo dos sons emitidos pelos animais, de acordo com a biologia e o comportamento de cada espécie (MARTINS, 2015), seja em vida livre ou em sistemas de produção, por gravações do sinal sonoro emitido pelo indivíduo ou pelo grupo.

A captação do som é feita através de um microfone conectado a um gravador de áudio, podendo também ser associado ao GPS para localização espaço-temporal do animal, avaliando assim os principais sítios e atividades de pastoreio (GALLI et al., 2006). Por ser considerada uma técnica não invasiva e de baixo custo, a bioacústica é uma ferramenta importante na avaliação do comportamento ingestivo de ruminantes (NELSON, ALKON e KRAUSMAN, 2005).

Segundo Trindade et al. (2011), as ações realizadas pelos animais apresentam características acústicas, como frequência (Hz), intensidade (dB), duração (s) e intervalos (s). Para os autores, o uso da bioacústica para quantificar o tempo diário das atividades dos bovinos, como pastoreio, ruminação e entre outras é eficiente, pois, cada uma dessas apresenta um padrão sonoro distinto, o que permite descrever facilmente em softwares acústicos.

No entanto, por ser algo recente na avaliação comportamental de animais de produção, ainda se tem poucos experimentos relacionados ao método acústico nessa área. Além disso, tal metodologia apresenta algumas desvantagens que precisam ser melhoradas, como a capacidade das pilhas de manter as gravações de forma contínua (acima de 24 horas) e a automatização das análises (softwares específicos) (TRINDADE et al., 2011).

São inúmeras as ferramentas capazes de identificar e descrever o comportamento dos animais, porém nenhuma delas pode ser eficiente se não houver um bom avaliador e observador analisando os dados. A capacitação daqueles que estão envolvidos é fundamental para obtenção de resultados fidedignos e coerentes na hora da interpretação dos dados. Sendo assim, escolher a metodologia de acordo com o objetivo do estudo e entender o comportamento natural do ser é de exímia importância para que se possa conciliar a produtividade com bem-estar animal.

## 4. RELATÓRIO DE ESTÁGIO

### 4.1 Plano de Estágio

As atividades realizadas durante o estágio obrigatório no Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (CNPGC) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento foram de acordo com o designado no Plano de Estágio (Anexo 1) durante o período de 07 de março a 31 de maio de 2016, totalizando 472 horas, conforme descrito abaixo:

- ✓ Avaliação de microclima em sistemas de ILPF;
- ✓ Determinação de bioindicadores de estresse térmico em bovinos;
- ✓ Avaliação do comportamento ingestivo de Nelore em sistema em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta com Eucalipto e *Panicum*.

Contudo, outras atividades também foram desenvolvidas durante o período do estágio, porém em outros setores da Embrapa Gado de Corte sob supervisão de seus respectivos responsáveis:

- ✓ Plantio de forrageiras (gramíneas e leguminosas) em parcelas experimentais dos sistemas em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e Lavoura-Pecuária (ILP) para avaliação da persistência e morfofisiologia vegetal em áreas sombreadas e ao sol;
- ✓ Pesagem de amostras de matéria seca provenientes da simulação de pastejo (HP) para estimativa do consumo animal pela técnica de n-alcanos;
- ✓ Pesagem dos animais para adequação da taxa de lotação;
- ✓ Pesagem, identificação e avaliação andrológica dos animais de sobreano participantes da prova de eficiência alimentar do Programa Geneplus;
- ✓ Acompanhamento da ultrassonografia de carcaça em animais cruzados e das raças Caracu e Senepol.

#### **4.2 Local de estágio e supervisão**

O estágio obrigatório do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná foi conduzido na Embrapa Gado de Corte - (CNPGC), localizada na capital do Mato Grosso do Sul, Campo Grande ( $20^{\circ}27'$  de latitude sul,  $54^{\circ}37'$  de longitude oeste e 530m de altitude) situada no Centro-Oeste do Brasil (Figura 8). Segundo Köppen, a condição climática da região está entre as faixas Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1560 mm (KARVATTE JUNIOR, 2014) e prevalência do bioma cerrado.

A instituição foi fundada em 1977 no então estado do Mato Grosso, na cidade de Campo Grande, a qual foi escolhida por especialistas que acreditavam que o município apresentava condições favoráveis à pecuária de corte. No mesmo ano o estado foi dividido, dando origem ao Mato Grosso do Sul (MS) e ao Mato Grosso (MT). O CNPGC foi criado com intuito de promover avanços tecnológicos à bovinocultura de corte brasileira, bem como aos fatores intrínsecos a ela (forragicultura, sistemas de produção, nutrição, melhoramento genético animal e vegetal, reprodução, etc.) (EMBRAPA, 2016).

As instalações que abrigam essa Unidade de Pesquisa da Embrapa foram herdadas do Exército Brasileiro, o qual mantinha antigamente na área a Coudeilaria e o Regime de Cavalaria. Atualmente, a instituição conta com duas bases físicas ou fazendas, sendo uma alocada junto à sede com 3.081 hectares (Figura 8), a 15 km do centro de Campo Grande, e outra com 1.612 hectares na cidade de Terenos-MS, também chamada de Fazenda Modelo (EMBRAPA, 2016).

O estágio ocorreu na fazenda situada na sede da Embrapa Gado de Corte, na área de Produção Animal – Manejo de Animais em Sistemas de Produção Sustentáveis (Figura 9), sob orientação da zootecnista e pesquisadora Dra. Fabiana Villa Alves (CRMVZ 0279/SP). A área que comporta os sistemas agroflorestais é composta por aproximadamente 50 ha, no entanto, o estágio acompanhou somente alguns piquetes específicos (Figura 10) dentro de cada integração:

##### **ÁREA - 1: URT - AGROSSILVIPASTORIL**

- **ILPF** - 6 ha com *Eucalyptus urograndis* (Clone H-13) em linhas simples com espaçamento de 22 metros entre linhas, totalizando 227 árvores/ha em integração com capim-piatã (*Brachiaria brizantha*) e bovinos Nelore;

- **ILP** – 6 ha com 5 árvores nativas/ha remanescentes do Cerrado, Cambará (*Gochnatia polymorpha*) e Cumbaru (*Dipteryx alata*), com capim-piatã (*Brachiaria brizantha*) e bovinos Nelore.

#### **ÁREA - 2: URT - INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA**

- **ILPF** – 3 ha *Eucalyptus urograndis* (Clone H-13) em linha simples com espaçamento de 14 metros entre linhas, totalizando 357 árvores/ha em integração com capim-massai (*Panicum maximum*) e bovinos Nelore;
- **ILP** – 3 ha com capim-massai (*Panicum maximum*) e bovinos Nelore.

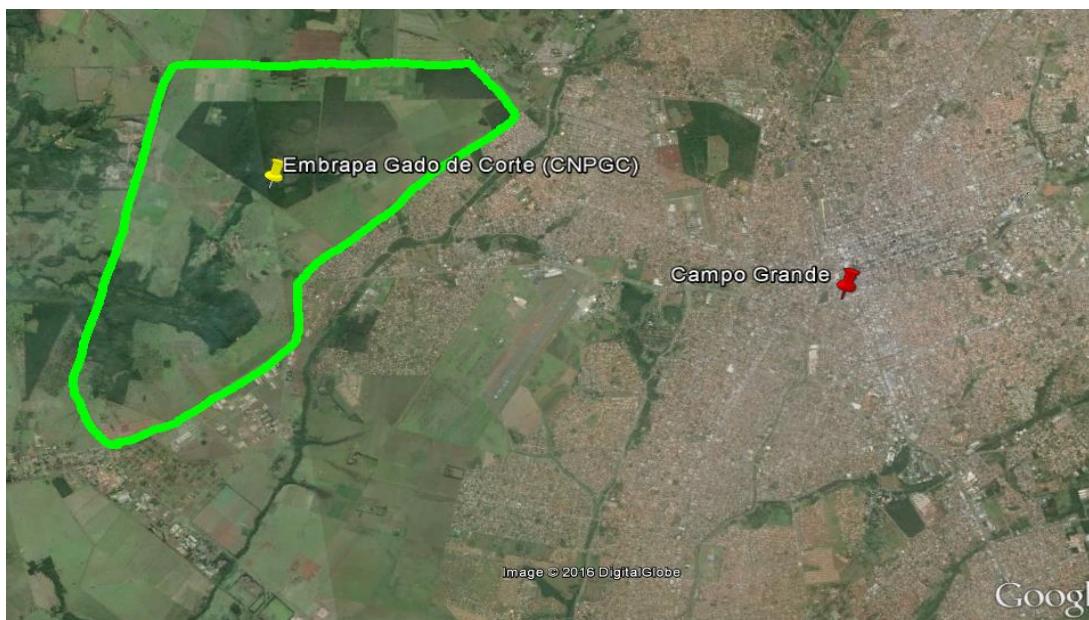
A estratégia de implantação dos sistemas em integração teve como finalidade a renovação de pastagens degradadas de braquiária. Em outubro de 2008, iniciou-se o manejo no ILPF da ÁREA – 1, primeiramente foi realizado o preparo do solo para cultivo da soja, em seguida, janeiro de 2009, realizou-se o plantio das mudas de eucalipto, as quais atualmente estão com altura média de 26 metros. A semeadura do capim piatã ocorreu apenas em abril de 2009, sobre a palhada da cultura agrícola (soja), sendo a forrageira mantida apenas com adubação de manutenção anual, com N-P-K (0-20-20) 350 kg/ha, e em média 85-90 kg de N/ha.

Os bovinos entraram no sistema apenas em 2010, mais precisamente 15 meses após o plantio do eucalipto, quando esses atingiram DAP (diâmetro à altura do peito) de 6 cm e aproximadamente 1,50 m de altura, no intuito de assegurar a integridade das árvores. O componente animal é formado apenas por bovinos da raça Nelore, mais precisamente novilhas de recria oriundas do próprio rebanho da Embrapa. Essas, por sua vez, são mantidas em sistema de pastejo contínuo com taxa de lotação variável, conforme a disponibilidade de forragem e com animais reguladores (testers).

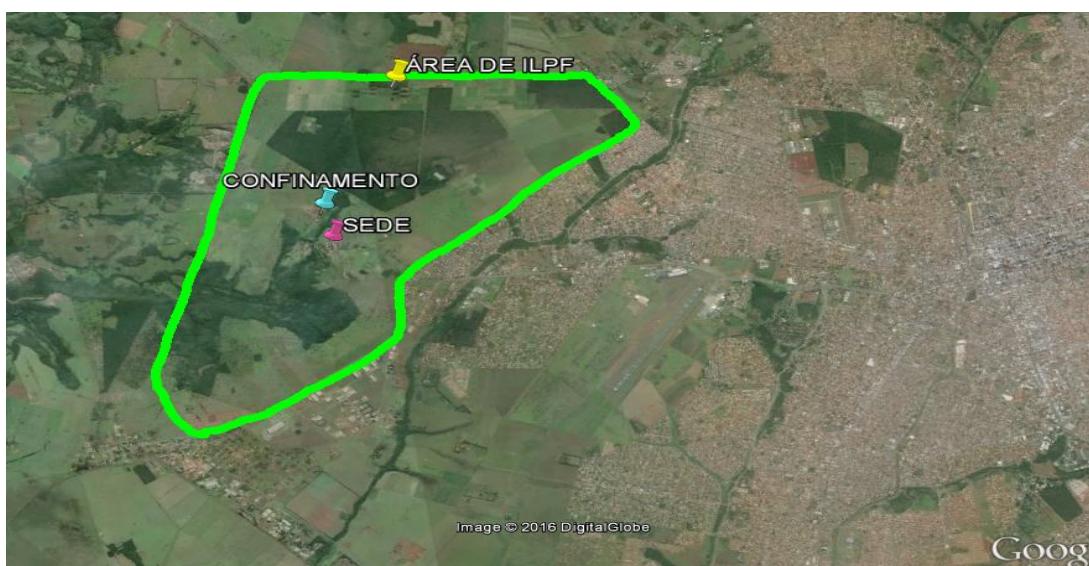
A desrama dos eucaliptos foi realizada quando esses atingiram 6 metros de altura, a fim de diminuir o sombreamento excessivo sobre as forrageiras e a lavoura. Aos oito anos de idade será feito o desbaste seletivo da floresta, com corte de 50% dos eucaliptos, no intuito de promover maior incidência luminosa entre as fileiras das árvores e gerar receita. Somente aos doze anos todas as árvores serão cortadas para venda de madeira de qualidade, adequada para indústria de móveis e construção civil (ALMEIDA et al., 2012).

A ÁREA-2, implantada em 1993 foi visitada apenas duas vezes ao longo do estágio, no entanto, assim como na ÁREA-1 o plantio dos eucaliptos só ocorreu em janeiro de 2009 (até esse ano ocorria apenas ILP). Nessa área a integração é realizada a cada quatro anos, ou seja, são quatro anos de lavoura e quatro anos de pastagem, diferente da ÁREA-1, a qual recebe um ciclo da soja a cada quatro anos de pastagem, com o objetivo apenas da lavoura repor a fertilidade do solo.

As observações prevaleceram na ÁREA-1, pois os animais serão retirados do local em junho/2016 para a entrada da lavoura. Sendo assim, se deu prioridade a esse sistema, com intuito de finalizar os experimentos na área, restando apenas os animais em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta da ÁREA-2.



**Figura 8.** Localização geográfica da Embrapa Gado de Corte. Fonte: Google Earth (2016).



**Figura 9.** Localização dos setores da Embrapa Gado de Corte. Fonte: Google Earth (2016).



**Figura 10.** Delimitação e identificação das áreas avaliadas durante o período do estágio. Fonte: Google Earth (2016).

### 4.3 Atividades desenvolvidas

#### 4.3.1 Observação do comportamento ingestivo de bovinos em sistemas em integração

A observação do comportamento ingestivo das novilhas Nelore foi realizada em diferentes pontos dos sistemas em integração das áreas 1 e 2 (Figura 11 e 12), como parte de dois experimentos de mestrado em zootecnia, dos zootecnistas Denise Volpi (ÁREA-1) e Alan Arguelho (ÁREA-2). O objetivo de ambos os trabalhos é analisar o efeito do microclima no comportamento animal em diferentes sistemas em integração e validação da bioacústica como metodologia para avaliação do comportamento ingestivo de animais criados a pasto.

As avaliações comportamentais ocorreram sempre na segunda semana do mês, através da metodologia de observação visual em escala de intervalos de 10 minutos, somente para avaliação do tempo de cada atividade e o sítio de pastejo.

Na observação visual, a pessoa responsável por identificar o comportamento dos animais em pastejo fica posicionada entre os dois piquetes de interesse, desconsiderando os animais localizados na mesma área do observador. A visualização era feita à distância, de forma discreta, com auxílio de binóculo, sem movimentos e barulhos que desviassem a atenção das novilhas, a fim de minimizar qualquer interferência no comportamento natural dessas.

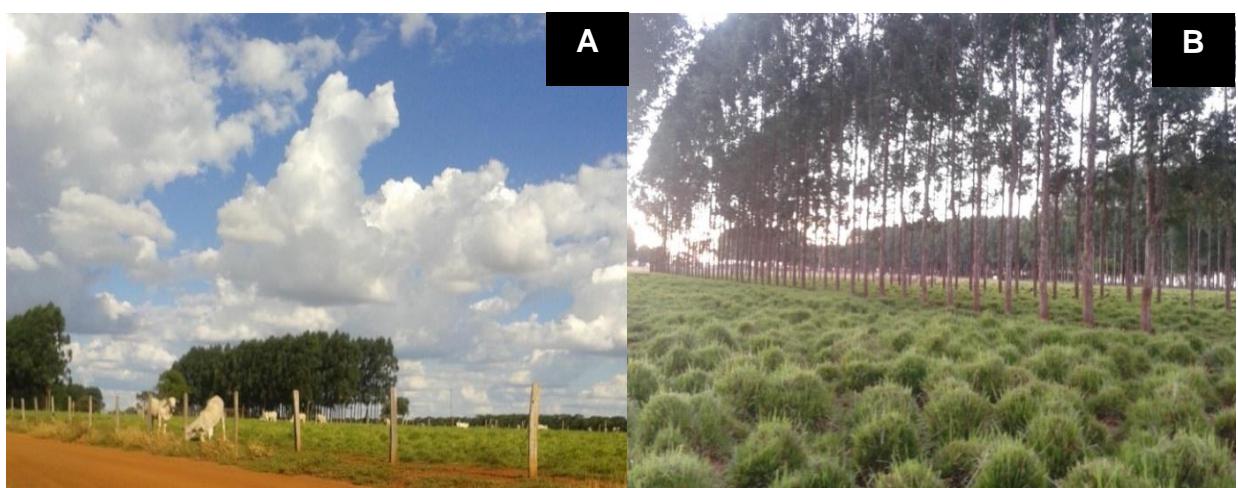
O registro das atividades era anotado a campo em planilhas específicas que continham, basicamente, as frequentes ações dos animais em pastejo (etograma), o horário que cada uma estava sendo executada e o sistema. No início do experimento, as primeiras observações visuais foram realizadas em quatro dias consecutivos

(de terça-feira a sexta-feira) das 6h00 às 18h00. No entanto, as demais observações ao longo do estágio ocorreram das 8h00 às 16h00, apenas com o intuito de validar a técnica da bioacústica.

Geralmente três pessoas iam para campo, duas para avaliar o comportamento e uma para coletar os dados referentes ao microclima, sendo esse realizado nos piquetes representativos de cada sistema, sem animais pastejando e longe daqueles que estavam sendo avaliados. Dependendo da disponibilidade de pessoas, montava-se uma escala para que houvesse troca dos observadores às 12h00. O número de animais visualizados no início dos experimentos era variável, porém assim que começaram os testes com a bioacústica avaliou-se apenas doze novilhas, sendo todas amansadas para facilitar a colocação dos cabrestos equipados.



**Figura 11.** (A) Observação do comportamento ingestivo no sistema ILPF da ÁREA – 1; (B) Observação do comportamento ingestivo no sistema ILP da ÁREA – 1. Fonte: Arquivo pessoal.



**Figura 12.** (A) Observação do comportamento ingestivo no sistema ILP da ÁREA – 2; (B) Sistema ILPF da ÁREA – 2. Fonte: Arquivo pessoal.

Embora apresente alguns impasses, a observação visual é uma metodologia eficiente, pois com ela é possível registrar, além do comportamento ingestivo, o comportamento do animal, não só em relação ao pasto, mas sim a tudo que compõe o ambiente, principalmente ao microclima. Sendo esse, fundamental para o conforto térmico e bem-estar dos animais (PIRES e PACIULLO, 2015).

Durante as avaliações visuais, observou-se nos sistemas ILPF de ambas as áreas, uma predominância dos animais à sombra no decorrer do dia, em todas as atividades de pastejo, sobretudo da ruminação. Entretanto, nos sistemas ILP o ócio prevaleceu visualmente nas horas mais quentes, em média das 11h00 às 14h00, horário que coincidiu com os maiores picos de radiação solar registrados pelo cpetômetro.

No ILP da ÁREA – 1, os animais aparentemente despenderam mais tempo pastejando, no entanto, a ruminação acontecia preferencialmente à sombra das árvores nativas e nos horários mais quentes do dia (Figura 13). Já nos piquetes onde não havia presença de árvores (ILP da ÁREA – 2) observou-se que os bovinos ingiriram mais água, como uma tentativa de dissipar calor e pastejaram nas horas mais frescas, bem como permaneceram deitados em ócio ou ruminando, ao meio dia.



**Figura 13.** (A) Animais sob a sombra da árvore cumbaru (*Dipteryx alata*) no ILP da ÁREA – 1; (B) Animais à sombra projetada por árvore nativa remanescente do cerrado no sistema ILP da ÁREA – 1.  
Fonte: Alan Arguelho.

O fato de usar animais amansados ajudou tanto no manejo do método acústico durante a colocação dos equipamentos, quanto na observação visual, pois esses se mostraram menos reativos na presença de pessoas. De certa forma, isso facilita a

aproximação do observador ao animal sem desviar a atenção do mesmo, além de se obter uma visualização mais precisa da atividade.

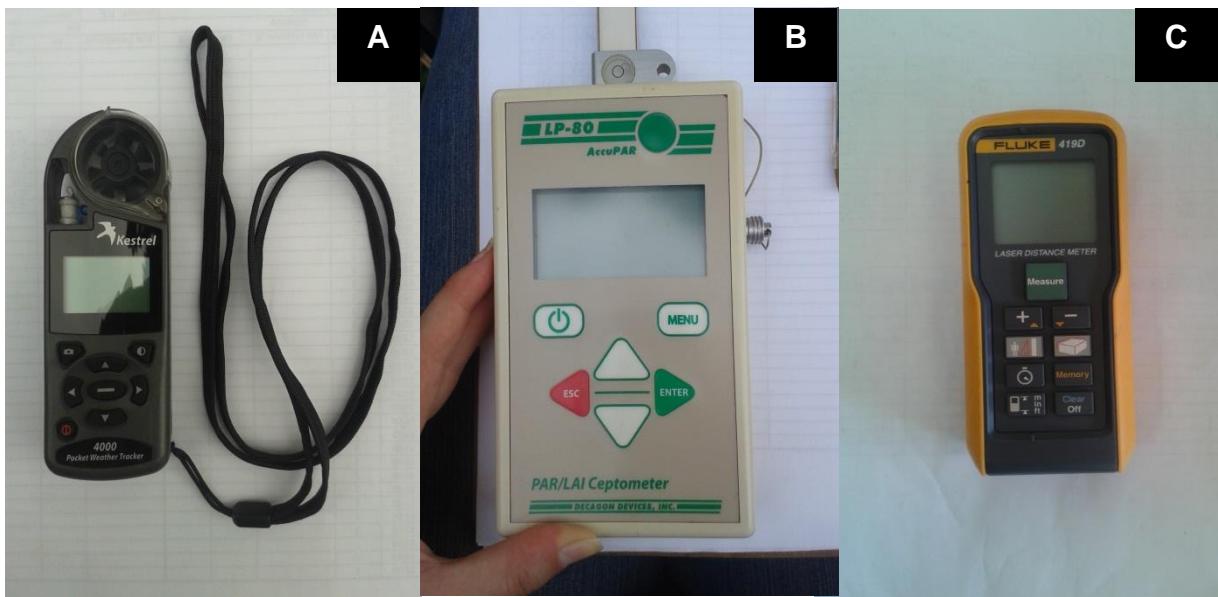
Contudo, tal característica pode ser algo negativo, ou seja, os animais não expressam tão naturalmente o seu comportamento, pois em função de serem curiosos esses tendem a ficar mais tempo próximos ao observador e interagindo com eles, podendo assim gerar dados imprecisos no momento da avaliação.

#### **4.3.2 Mensuração das variáveis microclimáticas à sombra natural e a pleno sol**

Váriaveis microclimáticas como temperatura, umidade do ar, radiação solar e velocidade do vento influenciam no comportamento e no consumo do animal (BAVERA e BÈGUET, 2016), notadamente em função do conforto ou estresse térmico que o ambiente pode gerar aos herbívoros domésticos. Sendo assim, é fundamental a mensuração dessas variáveis para obtenção dos índices de conforto térmico animal (ITU, ITGU, TRM e CTR) e, consequentemente, avaliação do bem-estar térmico dos bovinos quando criados a pasto.

Durante o dia das observações, as medições eram feitas sempre pela mesma pessoa, em um piquete representativo de cada sistema em integração que estava sendo avaliado. Por sua vez, os piquetes geralmente ficavam livres de animais em pastejo ou com animais que não estavam sendo observados, no objetivo de não desviar a atenção desses. As mensurações de velocidade (mínima e máxima) do vento, ondas de radiação solar e área sombreada eram realizadas manualmente, através do anemômetro digital, ceptômetro de multifunções e trena digital com laser (Figura 14), respectivamente.

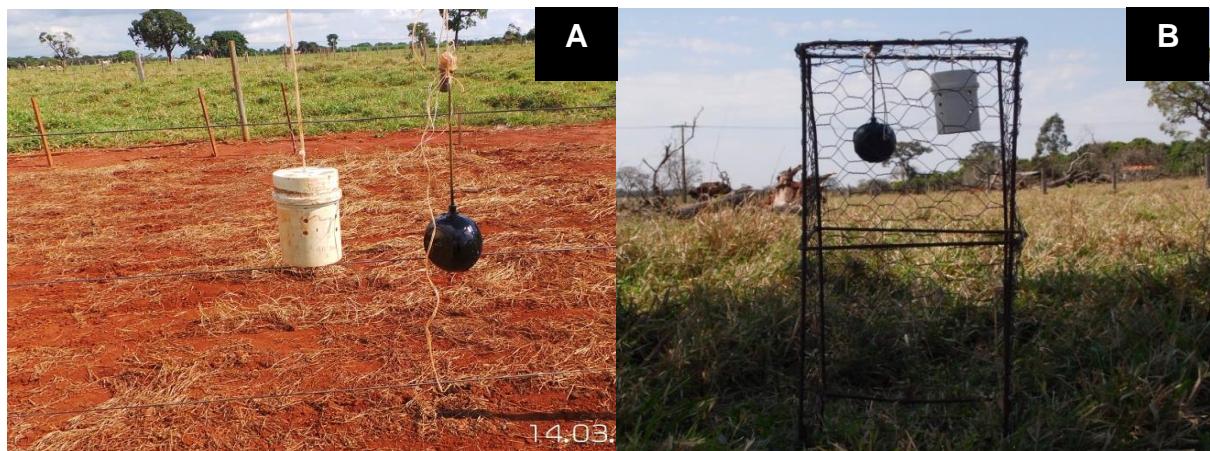
Tanto a velocidade do vento ( $v$ ) quanto a radiação fotossinteticamente ativa ( $Rs$ ) foram obtidas em intervalos de uma hora em lugares distintos de cada sistema, sendo dois pontos para  $v$  e três pontos (à sombra e ao sol) para  $Rs$ . Os locais eram escolhidos aleatoriamente dentro dos piquetes, porém tentava-se selecionar os ambientes mais representativos do sistema. Os valores gerados nos respectivos pontos, pelo anemômetro e pelo ceptômetro, eram anotados a campo em diferentes planilhas.



**Figura 14.** (A) Anemômetro usado a campo para verificação da velocidade do vento; (B) Ceptômetro utilizado para mensuração das ondas de radiação solar; (C) Trena digital a laser para mensuração da área sombreada. Fonte: Arquivo pessoal.

Já a temperatura de globo negro, temperatura de bulbo seco, temperatura de ponto de orvalho e umidade relativa do ar, foram mensuradas automaticamente por dois termohigrômetros digitais programados a cada uma hora, fixados em gaiolas de exclusão, cercas de arame ou em fios presos entre árvores (Figura 15), dentro dos piquetes. As estações meteorológicas eram colocadas no campo um dia antes da avaliação, para que no dia seguinte já houvesse o registro dos dados na parte da manhã.

Alguns valores coletados a campo foram passados para planilhas do Excel, e posteriormente serão utilizados para comparar e caracterizar de forma geral o microclima de cada ambiente avaliado, conforme o sistema.



**Figura 15.** (A) Termohigrômetros de bulbo seco e globo negro postos na cerca de arame dentro do piquete ao sol; (B) Termohigrômetros de bulbo seco e globo negro fixados em gaiolas de exclusão à sombra natural. Fonte: Arquivo pessoal.

Mesmo sem a análise estatística eram perceptíveis, durante as observações, os diferentes microclimas formados nos sistemas. As árvores apesar de formarem sombra, promovem uma sensação térmica de abafamento em dias muito quentes, pois bloqueiam a entrada do vento reduzindo a circulação de ar no ILPF. De fato isso é ótimo no inverno, onde os animais precisam evitar a perda de calor, mas em situações atípicas, de calor intenso, isso pode ser desgastante para o animal, assim como as altas temperaturas registradas pelos termohigrômetros no ILP.

São indiscutíveis e provados na literatura os benefícios que o componente arbóreo gera ao animal, principalmente em questão de sombreamento. Durante as coletas, notou-se claramente as diferenças nos valores de radiação solar e velocidade do vento, registrados pelo ceptômetro e anemômetro, respectivamente, havendo um predominância dos maiores valores no sistema ILP, a pleno sol. Entretanto, a sombra promovida pelas árvores nativas do ILP, aparentemente, interceptaram melhor os raios solares e proporcionaram uma sensação térmica mais amena.

Em estudo nessa mesma área, Karvatte Junior (2014) observou diferenças estatísticas na qualidade da sombra proporcionada pelo cambará e cumbaru, em relação ao eucalipto. Segundo o autor, as árvores nativas resultaram na maior produção de sombra em área, comprimento e distância. Além disso, foram analisadas que diferentes densidades de árvores interferem na qualidade do sombreamento, ou seja, árvores dispersas favorecem as trocas de calor com o ambiente e promovem um microclima mais agradável e confortável ao animal.

Por outro lado, quando se tem renques muito distantes dentro do sistema ILPF, tende-se a perder o efeito do microclima no sub-bosque. Apesar dessa maior distância favorecer a incidência de luz no componente herbáceo, o componente animal pode ser prejudicado, uma vez que a área sombreada reduz e o sub-bosque fica suscetível à bruscas oscilações na temperatura.

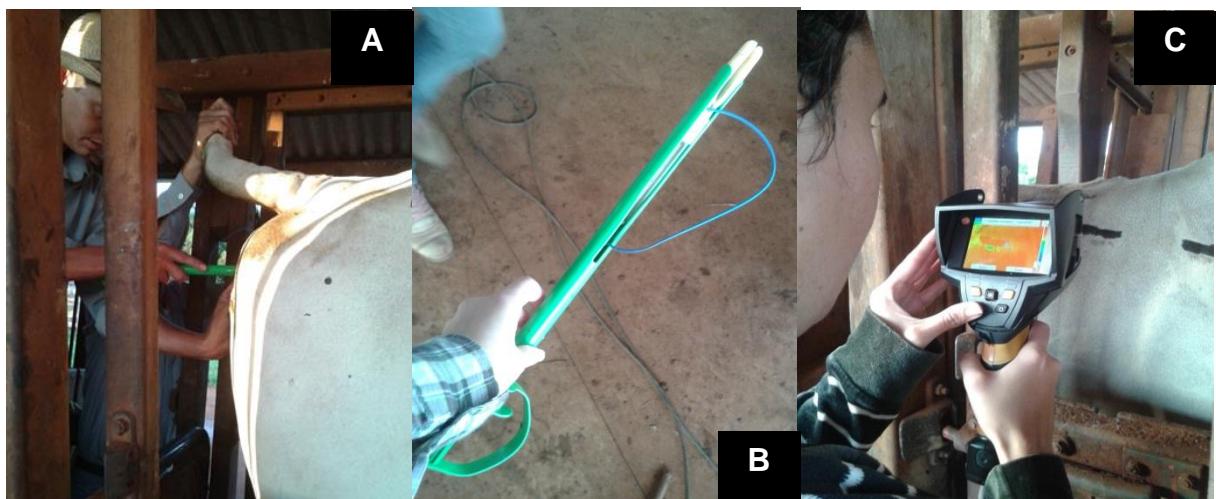
#### **4.3.3 Bioindicadores de estresse térmico em bovinos**

Os animais, quando em estresse calórico, são capazes de emitir alguns sinais fisiológicos (hormonais, frequência respiratória, batimentos cardíacos e sudorese) e comportamentais (redução do consumo, aumento da ingestão de água, procura por áreas sombreadas e prevalência de ócio ao longo do dia). Contudo, alterações como essas refletem diretamente no desempenho produtivo e reprodutivo do animal

(BERTIPAGLIA et al., 2007), que busca através dessas variações reduzir a produção interna e o ganho externo de calor.

Durante o estágio houve a mensuração e coleta de alguns dados para possíveis inferências sobre o estresse térmico de animais mantidos em sistemas em integração, com e sem a presença do componente arbóreo. Os animais (doze novilhas não amansadas) eram contidos no brete e realizava-se a contagem da frequência respiratória (FR), coleta de sangue para aferição dos níveis de cortisol, temperatura retal (TR), da pele e da pelagem, fotos termográficas, medição do comprimento dos pelos e implantação de iButtons<sup>†</sup> para registro das temperaturas retais durante a permanência das novilhas nos sistemas (Figura 16).

Ao longo do experimento ocorreram quatro avaliações, sendo duas no período das águas e duas na seca, a fim de comparar os efeitos das sazonalidades sobre o estresse térmico animal. No entanto, o estágio acompanhou apenas a última coleta, no período da seca no mês de maio. Esses animais permaneceriam nos sistemas por mais 20 dias e ao fim dessa estadia seriam retirados os iButtons para verificação das temperaturas retais.



**Figura 16.** (A) Colocação do iButton na cavidade vaginal; (B) Aplicador com iButton usado durante as coletas; (C) Foto termográfica da região dorsal do lado direito. Fonte: Arquivo pessoal.

---

<sup>†</sup> iButton é um *datalogger* de temperatura por contato capaz de registrar e armazenar as diferentes temperaturas retais a longo prazo (MOSTAÇO, 2014).

As mensurações eram feitas de manhã, de preferência até às 8h00, priorizando a coleta de sangue, em função das frequentes variações do cortisol após esse horário, devido a interferências ambientais e do próprio organismo animal. As temperaturas da pele e do pelame foram aferidas em quatro regiões do corpo mais suscetíveis à incidência de radiação solar: pescoço, paleta, dorso e garupa, que juntamente ao comprimento do pelo (do extremo superior ao ponto de inserção na epiderme), e à coloração da pele e pelagem serão usados para caracterização da adaptabilidade de Nelores a climas quentes (Figuras 17 e 18).



**Figura 17.** (A) Coleta de sangue na região da cauda para mensuração do nível de cortisol; (B) Mensuração da temperatura da pele e da pelagem com termômetro digital a laser; (C) Tabela de referência para coloração da pelagem (esquerda) e pele (direita). Fonte: Arquivo pessoal.



**Figura 18.** Pontos (em vermelho) de coleta de material e da temperatura da pele e pelagem. Fonte: Elaborado pela autora.

A temperatura retal foi obtida com a ajuda de um termômetro digital, sendo a temperatura normal dos bovinos entre 38 e 39°C (DU PREEZ, 2000) e a frequência respiratória mensurada através da observação dos movimentos na região do flanco. Tanto TR quanto FR podem variar por fatores intrínsecos (raça, idade, estado fisiológico) e extrínsecos (hora do dia, temperatura ambiente, velocidade do vento, estação do ano) (DALTRO, 2014). Em função dessas variações, TR e FR foram obtidas no momento da coleta para serem comparadas ao nível de cortisol, eliminando assim a influência de outras variáveis, além da temperatura ambiente, sob o estresse.

Os dados desse experimento ainda serão submetidos à análise estatística e avaliados para determinação do estresse térmico e identificação do sistema mais termicamente confortável para a produção animal a pasto. Contudo, sabe-se que a sombra é capaz de proporcionar um microclima favorável ao animal e, consequentemente, pode reduzir os distúrbios de ordem fisiológica provocados pelas altas temperaturas, especialmente em regiões tropicais.

Souza et al. (2010a), em estudo com novilhas leiteiras mestiças Holandês/Jersey no estado de São Paulo, observaram que ambientes sombreados são considerados confortáveis e que lugares sem sombra, podem provocar estresse a um nível perigoso, com base nos valores de ITGU. Os mesmos autores concluíram que a provisão de sombra a pasto reduziu em mais de 50% a carga térmica radiante, sendo assim um fator indispensável para que as novilhas conseguissem manter a homeotermia.

Apesar de não haver resultados conclusivos sobre o presente trabalho, estima-se que o fato de se ter árvores associadas à pastagem provoque um ganho no bem-estar e na produtividade dos animais, uma vez que esses sofrem menos com o estresse calórico em função do sombreamento, e também da maior tolerância ao calor da raça Nelore. De certa forma, isso pode resultar em mais horas em pastejo do que em ócio e/ou ingerindo água, na intenção de manter o equilíbrio e reduzir o estresse térmico.

#### **4.3.4 Relação interpessoal**

Todas as atividades foram realizadas em equipe, com a ajuda de técnicos de campo, campeiros, profissionais e estudantes da área. A contribuição de cada um é fundamental para o desenvolvimento dos experimentos, há muita dedicação, respeito e educação entre os envolvidos e com os animais.

A Embrapa Gado de Corte recebe estagiários e pesquisadores do Brasil e do exterior, o que possibilita a interação com diversas culturas e a troca de experiências, além de proporcionar contatos importantes para a vida profissional. As diferentes situações vivenciadas durante o estágio ajudaram a exercitar e a melhorar minha relação interpessoal, favorecendo o meu crescimento intelectual.

Em grande parte dos experimentos há uma demanda por um grande contingente de pessoas, ou seja, é de extrema importância o bom relacionamento de todos para que se obtenham ótimos resultados, sendo esses, posteriormente, levados aos produtores e à sociedade. Trabalhar em uma instituição como a Embrapa foi muito importante, pois agregar e absorver tantos conhecimentos, advindos de vários colegas e técnicos contribuiu muito para o amadurecimento e preparo da futura carreira de zootecnista.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Cumprimento do Plano de Estágio

As atividades descritas no plano de estágio foram desenvolvidas em sua totalidade, contudo, a participação nos estudos de comportamento ingestivo e avaliação do microclima prevaleceram quando comparada à determinação de biondicadores de estresse térmico animal. Isso pode ser explicado pelo fato de que das quatro mensurações dos indicadores, três já haviam sido realizadas antes do período do estágio, pois fazem parte de outro experimento de doutorado.

No entanto, a última coleta foi realizada em maio, ou seja, foi possível participar e compreender a importância e finalidade de cada variável ali mensurada. Já os experimentos de mestrado, que abrangem o comportamento ingestivo e o microclima no sub-bosque ocorreram durante toda a estadia na Embrapa – CNPGC. Assim, foi possível participar da maioria das coletas de dados, desde a primeira mensuração, o que facilitou a compreensão e a execução do estudo.

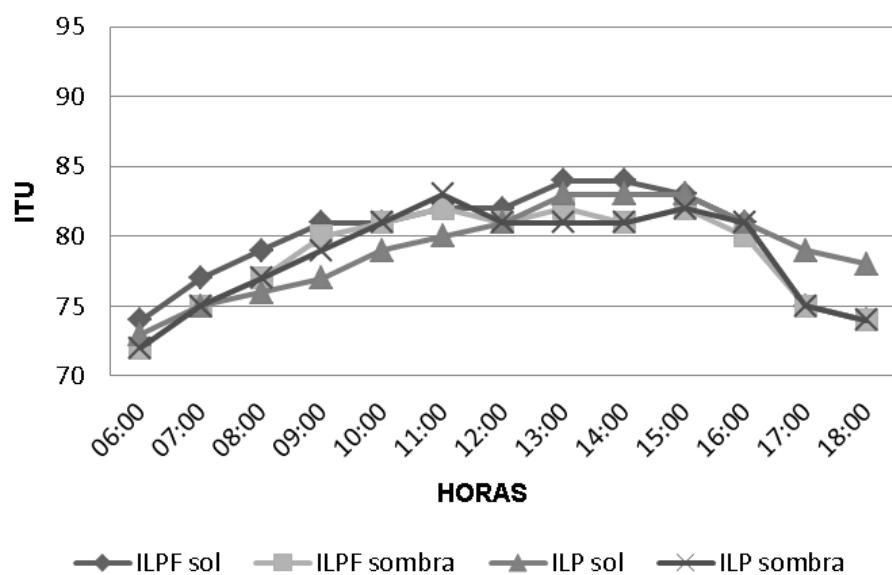
Outras atividades, além do determinado no plano de estágio foram desenvolvidas ou apenas acompanhadas, porém sempre com a supervisão e autorização dos responsáveis pelo experimento. Participar de outras pesquisas, fora dos sistemas em integração foi muito importante, pois facilitou a aproximação com outros profissionais e setores da Embrapa, bem como ampliou o conhecimento e a experiência em diversas áreas que compõem a Zootecnia, sendo muitas delas vistas na graduação de forma breve, como por exemplo, a ultrassonografia de carcaça e o exame andrológico.

A Embrapa Gado de Corte trabalha em inúmeras áreas, desde o melhoramento genético vegetal até a nutrição e melhoramento animal, considerando todos os fatores inerentes a esses campos de pesquisa. Fazer estágio em uma instituição como essa faz perceber a grandiosidade e a relevância do profissional zootecnista frente a novas descobertas na cadeia agropecuária, em especial na pecuária de corte, a qual vem se aprimorando e demandando cada vez mais pessoas preparadas e interessadas em desenvolver bons índices econômicos e zootécnicos.

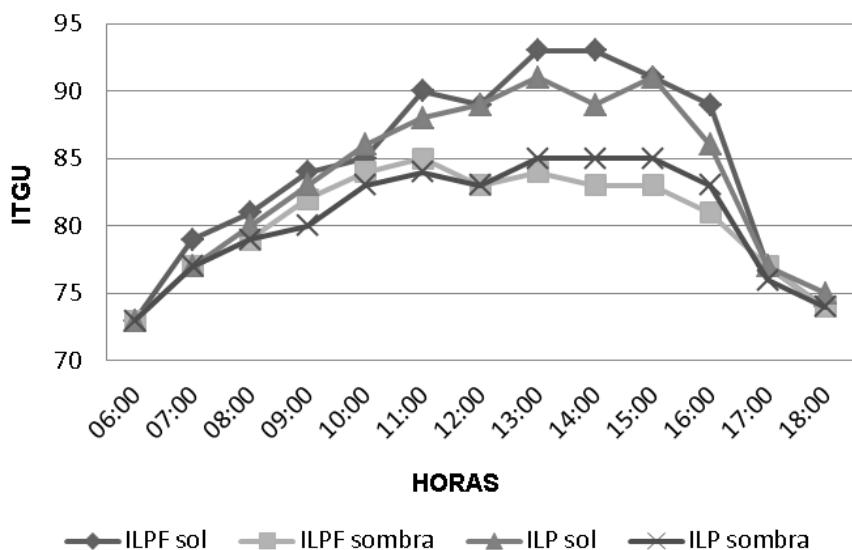
## 5.2 Resultados estimados para o conforto térmico animal

Com base nos dados coletados a campo estimou-se alguns resultados sobre os índices de conforto térmico animal nos sistemas ILPF e ILP. Os dados não publicados ainda passarão por análise estatística, no entanto, é possível inferir sobre os prováveis microclimas formados nesses sistemas através dos registros armazenados nos *dataloggers* instalados na parte interna dos piquetes.

Através da temperatura do ar, de globo negro e de ponto de orvalho obteve-se as médias por hora do ITU (Figura 19) e do ITGU (Figura 20) dos três meses (janeiro, fevereiro e março) de coleta, em ambos os sistemas da ÁREA-1.



**Figura 19.** Médias, de três meses (janeiro, fevereiro e março), dos valores do índice de temperatura e umidade (ITU) em sistemas em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta com eucalipto em espaçamento de 22 m (ILPF) e sistema Integração Lavoura-Pecuária com árvores nativas dispersas (ILP), à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS. Fonte: Volpi (Dados não publicados).



**Figura 20.** Médias, de três meses (janeiro, fevereiro e março), dos valores do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) em sistema em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta com eucalipto em espaçamento de 22 m (ILPF) e sistema em Integração Lavoura-Pecuária (ILP), à sombra e ao sol, em Campo Grande, MS. Fonte: Volpi (Dados não publicados).

Para maior compreensão, o microclima de cada ambiente foi classificado em função dos valores de ITU (Tabela 5) e ITGU (Tabela 6), segundo Armstrong (1994) e Baêta (1985), respectivamente.

**Tabela 5.** Médias e classificação do ITU, ao sol e à sombra, nos sistemas ILPF e ILP

SISTEMA ILPF			SISTEMA ILP		
SITUAÇÃO	ITU	CLASSIFICAÇÃO	SITUAÇÃO	ITU	CLASSIFICAÇÃO
SOL	80	Moderado	SOL	79	Moderado
SOMBRA	79	Moderado	SOMBRA	79	Moderado

Fonte: Volpi (Dados não publicados).

**Tabela 6.** Médias e classificação do ITGU, ao sol e à sombra, nos sistemas ILPF e ILP

SISTEMA ILPF			SISTEMA ILP		
SITUAÇÃO	ITGU	CLASSIFICAÇÃO	SITUAÇÃO	ITGU	CLASSIFICAÇÃO
SOL	84	Perigo	SOL	83	Perigo
SOMBRA	80	Perigo	SOMBRA	81	Perigo

Fonte: Volpi (Dados não publicados).

Numericamente, os valores apresentaram pouca diferença entre os sistemas, no entanto, é visível que os menores índices foram obtidos principalmente à sombra, de ambos os sistemas. Conforme os gráficos apresentados nas Figuras 19 e 20 é

possível observar que durante os horários mais quentes do dia, como por exemplo às 12h00, ITU e ITGU se mantiveram menores nos locais onde havia sombra, promovendo aparentemente uma área mais termicamente confortável.

Segundo Buffington et al. (1981), o ITGU é mais preciso que o ITU na avaliação do conforto térmico animal, pois tal índice combina em único valor os efeitos da umidade relativa, temperatura, velocidade do ar e energia radiante. De fato, através do gráfico de ITGU nota-se uma variação maior entre os valores das áreas com e sem sombra, proporcionando uma visualização mais concisa da influência do sombreamento sobre o ambiente térmico no qual o animal está inserido.

Navarini et al. (2009), ao avaliar os índices de conforto térmico animal à sombra e a pleno sol com bovinos Nelore, entre os meses de janeiro e fevereiro, observaram situações variando de moderada (76 a 80) para ITU e perigosa (79 a 84) para ITGU. Assim como no presente relatório, os autores encontraram os menores valores de ITGU nas áreas com sombreamento, especialmente nas condições de pequenos bosques formados por árvores nativas.

Cremon (2013) também obteve valores mais altos de ITU (80 a 84) e ITGU (57 a 60) no período das águas em relação à seca, ao avaliar microclima e bem-estar em um sistema silvipastoril com três diferentes espaçamentos de árvores no município de Novo Horizonte do Sul-MS, caracterizando o ambiente como moderado e confortável, respectivamente.

Um fator importante que deve ser levado em conta na interpretação dos índices no ILPF é o fato de que locais sombreados, apesar de apresentarem menor temperatura, possuem maior umidade relativa do ar (GONTIJO NETO et al., 2012). Ao considerar que nas equações de ITU e ITGU a umidade relativa do ar (temperatura do bulbo úmido e de ponto de orvalho) é contabilizada, pode se inferir que essa é capaz de influenciar o aumento dos índices de conforto térmico em locais sombreados.

Andrade et al. (2007), ao estudarem os parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês em pastejo no semi-árido, com disponibilidade de sombra natural e artificial, encontraram altos valores de ITGU em ambos os sombreamentos, sobretudo no artificial e no turno da tarde. Entretanto, os autores concluíram que o provedimento de sombras, independente da origem e do ITGU observado, ajudaram os ovinos a manter o equilíbrio térmico com menor gasto energético do aparelho termorregulatório, quando comparado aos ambientes sem sombra.

Apesar dos índices terem variado de moderado a perigoso, fornecer sombra aos animais ainda é a melhor alternativa, frente aos maiores índices encontrados a pleno sol em todos os sistemas avaliados, notadamente nos horários com as temperaturas mais elevadas. Esses resultados vão de encontro com observado a campo, onde os animais preferiram permanecer sob a sombra das árvores no ILPF e ILP entre os horários das 11h00 às 14h00, sendo esses os que tiveram as maiores temperaturas registradas pelos termohigrômetros.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estagiar em uma empresa como a Embrapa Gado de Corte e principalmente na área de Sistemas de Produção Sustentáveis foi um grande desafio, pois exigiu um amplo conhecimento, sendo esse em grande parte, adquirido ao longo da graduação, através das disciplinas e da vivência dentro do ambiente acadêmico.

Tal experiência aliada às mudanças pessoais, como viver em outra cidade e conviver com pessoas jamais vistas me proporcionou um grande amadurecimento pessoal e profissional. Sair da universidade, explorar novos conceitos e conhecer outros profissionais é essencial para a formação de um bom zootecnista. Durante a estadia na empresa pude participar de diversas palestras fornecidas pela própria Embrapa, inclusive na DINAPEC (Dinâmica Agropecuária), e em dias de campo organizados por fazenda parceiras a ela, além de ter a chance de conhecer uma propriedade URT (Unidade de Referência Tecnológica) em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, fora da instituição.

Ao longo do estágio me relacionei com diversos pesquisadores, técnicos de campo, campeiros e estudantes em seus diferentes níveis acadêmicos. Todos foram fundamentais para o desenvolvimento dos experimentos, bem como a compreensão de cada um deles. Contudo, principalmente a campo, foi possível avaliar algumas questões que ainda precisam ser melhoradas para o bom funcionamento das atividades. Mais investimentos em recursos humanos, como ampliar o conhecimento e entendimento dos campeiros em relação à relevância do manejo racional e das coletas de dados é uma das principais sugestões que faço à instituição.

Outra consideração se refere à avaliação do componente arbóreo na interpretação dos dados, pois apesar dos eucaliptos ainda não terem completado oito anos, esses apresentam ter o porte de uma árvore com tal idade. Dentro do sistema é notável a formação de grandes áreas sombreadas, as quais em excesso podem influenciar negativamente a pastagem e o microclima no sub-bosque, pela alta umidade ali retida. Por sua vez, essa alta umidade pode dificultar a troca de calor entre o animal e o ambiente e influenciar nos índices de conforto térmico, especialmente em dias muito quentes, prejudicando assim a homeotermia dos herbívoros domésticos em pastejo.

Como sugestão de experimento, indicaria um novo estudo sobre a classificação dos índices de conforto térmico animal para bovinos de corte produzidos a pasto

em condições tropicais, sobretudo bovinos cruzados e zebuíños. Considerando que os atuais índices usados na pecuária foram desenvolvidos em clima temperado para vacas leiteiras da raça Holandesa, nos Estados Unidos. Pesquisas relacionadas a esse contexto precisam ser mais exploradas, pois avaliando o comportamento dos animais a campo é possível verificar que as classificações da literatura não representam o que de fato o animal demonstra, especialmente o gado Nelore.

É um tanto questionável comparar o estresse térmico de um animal tolerante ao clima tropical, com aptidão para carne com o de um animal leiteiro, extremamente exigente, produzindo alguns litros de leite/dia em uma região temperada. Apesar de estarem consolidados na literatura, acredito que tais índices são passíveis de mudanças e adaptações para a realidade da pecuária de corte brasileira.

De fato a integração entre o componente arbóreo e animal demonstram grandes vantagens sobre o bem-estar dos bovinos de corte criados de forma extensiva. Oferecer ao animal a opção de escolha, entre sombra ou sol é algo primordial para se obter o bom desempenho dos mesmos, sobretudo nas condições climáticas brasileiras. Assim como o técnico, o produtor rural também precisa compreender o funcionamento e o manejo de um sistema em integração antes de instalá-lo em sua propriedade, a fim de explorar todos os benefícios que esta estratégia pode gerar a ele, a sociedade e ao ambiente.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. G. de. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: VII Encontro sobre Zootecnia de Mato Grosso do Sul-EZOOMS 2010. **Anais...**Campo Grande: UFMS, 2010, p. 1-10.
- ALMEIDA, R. G. de et al. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. cap. 7.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: Sampling methods. In: **Behavior.** Chicago, Illinois, 1974. p. 227–267.
- ALVARENGA, R. C. et al. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. **Informe Agropecuário**, v. 31, n. 257, p. 59–67, 2010.
- ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M. Inovações Tecnológicas nos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta-iLPF. VIII SIMCORTE – VIII Simpósio de Produção de Gado de Corte e IV Simpósio Internacional de Gado de Corte. **Anais...**Viçosa: 2012. p. 267-276.
- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração Lavoura-Pecuária.** 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, ISSN:1518-4277. Documento 47, 2005.
- ALVES, F. V. O componente animal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). . **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. cap.10.

ALVES, F. V. et al. Ambiência e bem estar animal de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). II Congreso Colombiano y 1er Seminario Internacional Silvopastoreo. **Anais...**Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2012.

ALZINA-LÓPEZ, A. et al. Condición ambiental y su efecto en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria en bovinos cruzados (*Bos taurus x Bos indicus*) del estado de Yucatán, México. **Revista Biomédica**, v. 12, n. 2, p. 112–121, 2001.

AMARAL, G. et al. **Panorama da pecuária sustentável**. Disponível em: <[https://web.bnbes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1491/1/A\\_set.36\\_Panorama\\_da\\_pecuaria\\_sustentavel\\_P.pdf](https://web.bnbes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1491/1/A_set.36_Panorama_da_pecuaria_sustentavel_P.pdf)>. Acesso em: 20 maio. 2016.

ANDRADE, C. M. S. de et al. Fatores Limitantes ao Crescimento do Capim-Tanzânia em um Sistema Agrossilvipastoril com Eucalipto , na Região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1178–1185, 2001.

ANDRADE, C. M. S. de et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263–270, 2004.

ANDRADE, I. S. et al. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos santa inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 540–547, 2007.

ARANHA, A. S. **Desempenho e bem estar de bovinos Nelore na fase de recria mantidos em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

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

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

BALBINO, L. C. et al. International Plant Nutrition Institute - Brasil. **Informações Agronômicas.** n. 138, jun. 2012a. 32 p.

BALBINO, L. C. et al. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012b. cap. 2.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. **Marco Referencial: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.** 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p.

BARION, M. R. L.; SILVA, H. C. da; FERREIRA, S. G. C. A Importância e os tipos das sombras utilizadas para bovinos a pasto. VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. **Anais...** Maringá: CESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ, 2012. 14 p.

BARUSELLI, P. Reprodução de bovinos. In: PTASZYNSKA, M. (Ed.). **Compêndio de Reprodução Animal.** Intervet, 2007. 399 p.

BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science.** v. 64, p. 15–28, 2000.

BAVERA, G. A.; BÈGUET, H. A. **Clima y ambiente ; elementos y factores.** Disponível em: <[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

BERTIPAGLIA, E. C. A. **Efeito das características do pelame e da taxa de sudação sobre parâmetros reprodutivos em vacas da raça braford.** 2007. 163 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária - Reprodução Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

BERTIPAGLIA, E. C. A. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 350–359, 2007.

BIANCHINI, E. et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1443–1448, 2006.

BUFFINGTON, D. E. et al. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE, St. Joseph**, v. 24, n. 3, p. 711–714, 1981.

CARVALHO, P. C. D. F. et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 151–170, 2007.

CARVALHO, P. C. D. F. et al. **Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil**. 1. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2011. 60 p.

CARVALHO, P. C. de F.; MORAES, A. de. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: CECATO, U.; JOBIM, C. C. (Eds.). . **Manejo Sustentável em Pastagem**. 1. ed. Maringá-PR: UEM, 2005. p. 1–20.

CASTRO, C. R. T. de et al. Produção Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919–927, 1999.

COSTA, M. J. R. P. da; PASCOA, A. G. As pastagens e o bem-estar Animal. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds.). . **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 1. ed. Jaboticabal: UNESP - Jaboticabal, 2013. p. 714.

COUTO, L. de et al. Conforto Térmico de Bovinos Criados a Pasto. III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal. **Anais...**Pirassununga-SP: (FMVZ/USP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2013. 3 p.

COUTO, L. et al. Cattle and sheep in eucalypt plantations : a silvopastoral alternative in Minas Gerais , Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 28, p. 173–185, 1994.

CREMON, T. **Espaçamento ( eucalyptus entre faixas suas urophylla interrelações com o acúmulo de forragem [ urochloa brizantha (hochst . ex a . rich .) stapf cv . xaraés], microclima e bem-estar animal.** 2013. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Dourados, Mato Grosso do Sul.

CRUZ, L. V. da et al. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. IX, n. 16, p. 18, jan. 2011.

CRUZ, P. F. F. da. **Efeito da composição genética nas características de termorregulação em vacas girolando em Tapira , MG.** 2015. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

DALTRO, D. dos S. **Uso da termografia infravermelha para avaliar a tolerância ao calor em bovinos de leite submetidos ao estresse térmico.** 2014. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

DANIEL, O. et al. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, v. 23, n. 3, p. 367 – 370, 1999.

DECROYENAERE, V.; BULDGEN, A.; STILMANT, D. Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods : a review. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, v. 13, n. 4, p. 559–573, 2009.

DIAS, P. F. et al. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 37, n. 2, p. 352–356, 2007.

DU PREEZ, J. H. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Onderstepoort Journal Veterinary Research**, v. 67, p. 263–271, 2000.

DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. **Agroforesterie: des arbres et des cultures**. Paris: France Agricole, 2008.

EMBRAPA. **História Embrapa Gado de Corte**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-corte/historia>>. Acesso em: 25 maio. 2016.

ESMAY, M. L. **Principles of Animal Environment**. Westport: AVI, 1978.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL - FAWC. **Five freedoms**. Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

FERNANDES, E. C. M. Agrofloresta - Aproveitamento agroecológico visando as paisagens resilientes e produtivas. (J. L. V. De Macêdo, E. V. Wandelli, J. P. Da Silva Júnior, Eds.)**III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, Documento 17, 2001.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. de Production systems: An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. fev., p. 238–243, 2009.

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

FLORES, A. C. dos S. et al. As consequências causadas pela monocultura da cana-de-açúcar e do café na região norte pioneiro do Paraná. **X Congresso de Educação do Norte Pioneiro**, n. 1808 - 3579, p. 225 – 238, 2010.

FRICKE, P. M. et al. Expression and detection of estrus in dairy cows: the role of new technologies. **The Animal Consortium**, v. 8, n. 1, p. 134–143, 2014.

GALLI, J. et al. Acoustic monitoring of chewing and intake of fresh and dry forages in steers. **Animal feed science and technology**, v. 128, n. 1-2, p. 14–30, 2006.

GALVANI, E. **Unidades Climáticas Brasileiras**. Disponível em: <[http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio\\_Emerson/Unidades\\_Climaticas\\_Brasileiras.pdf](http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Emerson/Unidades_Climaticas_Brasileiras.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2016.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; BERNARDINO, F. S. Sistema Silvipastoril: Uma Integração Árvore, Pasto, Animal. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds.). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 1. ed. Jaboticabal: Multipress, 2013. cap. 15.

GHISI, E.; SOUZA, G. P. **Deserto Verde: plantio industrial de árvores ameaça camponeses no Paraná**. Disponível em: <<http://www.brasildefato.com.br/node/17744>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

GHOLZ, H. L. **Agroforestry: Realities, Possibilities and Potentials**. Florida: Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, 1987.

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2003. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOBBI, K. F. **Características morfoanatômicas, nutricionais e produtividade de forrageiras tropicais submetidas ao sombreamento**. 2007. 82 f. Tese (Doctor Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

GOMES, R. C. C. et al. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações climáticas em galpões avícolas climatizados. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 41, n. 9, p. 1645–1651, 2011.

GONTIJO NETO, M. M. et al. Integração Lavoura-Pecuária Floresta em Minas Gerais. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. DE (Eds.). **Sistemas Agroflorestais: A agropecuária sustetável**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 2.

GUISELINI, C.; SILVA, I. J. O. da; PIEDADE, S. M. Avaliação da qualidade do sombreamento arbóreo no meio rural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 380–384, 1999.

HURNIK, J. F.; LEHMAN, H. Ethics and Farm Animal Welfare. **Journal of Agricultural Ethics**, v. 1, p. 305–318, 1988.

IPCC. **Climate change 2001: Working group II: Impacts, adaptations and vulnerability.** Disponível em: <[http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/wg2/005.htm](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/wg2/005.htm)>. Acesso em: 19 abr. 2016.

KARVATTE JUNIOR, N. **Microclima em sistemas de integração e características quanti-qualitativas da sombra de espécies arbóreas nativas e cultivada, no cerrado**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná.

KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, G. S. Valoração de serviços ambientais em sistemas agroflorestais: Métodos, problemas e perspectivas. (J. L. V. Macêdo, E. V. Wandelli, J. P. Silva Júnior, Eds.) III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental Documento 17, 2001.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Livro 500 Perguntas 500 Respostas - EMBRAPA**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Cerrado, 2015. 400 p.

LACA, E.; WALLIS de VRIES, M. F. Acoustic measurement of intake and grazing behaviour of cattle. In: **Grass and Forage Science**. 2000. p. 97–104.

LEITE, L. F. C. et al. O potencial de seqüestro de carbono em sistemas de produção integrados: INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA (iLPF). 12º Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2010.

LEME, T. M. S. P. et al. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de Brachiaria decumbens em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668–675, 2005.

MADUREIRA, A. M. L. **Fatores que afetam a expressão de estro detectado por monitores de atividade e riscos de concepção em vacas leiteiras lactantes.** 2016. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro.** 2003. 54 f. Monografia (Pós- Graduação em Gestão da Agricultura Irrigada) - ISEA/FGV Ecobusiness School, Brasília.

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

MARQUES, J. D. A. et al. Intervalo de tempo entre observações para avaliação do comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 4, p. 955–960, 2008.

MARTINS, D. S. **Bioacústica e bem-estar em cativeiro: rugidos de *Alouatta caraya* (primates, atelidae) como elemento de enriquecimento ambiental.** 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Psicobiologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B.; ABREU, S. L. Satellite-derived solar resource maps for Brazil under SWERA project. **Solar Energy**, v. 81, n. abr., p. 517–528, 2007.

MCDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W.; CAMOENS, J. K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 59, p. 965–973, 1976.

MELOTTTO, A. M. et al. Espécies florestais em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. cap. 8.

MEZZALIRA, J. C. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1114–1120, 2011.

MONTOYA, L. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. Estado da arte dos sistemas agroflorestais na região sul do Brasil. Congresso Brasileiro sobre Ecossistemas Agroflorestais. **Anais...** Porto Velho: Embrapa-CNPF, 1994. p. 77 - 96.

MORAES, S. R. P. de et al. Eficiência bioclimatológica dos termômetros construídos com luminária plástica e bola de pingue-pongue, em comparação ao globo negro padrão - outono e primavera. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 1–15, 2011.

MOSTACÔ, G. M. **Determinação da temperatura retal e frequência respiratória de suínos em fase de creche por meio da temperatura da superfície corporal em câmara climática**. 2014. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, São Paulo.

NAVARINI, F. C. et al. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 508–517, 2009.

NELSON, D. E.; ALKON, P. U.; KRAUSMAN, P. R. Using acoustic telemetry to monitor foraging by penned mule deer. **Wildlife Society Bulletin**, v. 33, n. 2, p. 624–632, 2005.

NICODEMO, M. L. F. et al. **Pecuária do Centro-Oeste Brasileiro**. 1. ed. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p.

OLIVEIRA, C. C. de. **Desempenho e comportamento ingestivo de novilhas Nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Minas Gerais.

OLIVEIRA, F. L. R. de et al. Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **CERNE - Universidade Federal de Lavras (UFLA)**, v. 21, n. 2, p. 227–233, 2015.

OLIVEIRA, I. P. de et al. **Sistema Barreirão: Recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, Documento 64, 1996.

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

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. de F. A; MÜLLER, M. D. Forrageiras tolerantes ao sombreamento. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Eds.). **Sistemas Agroflorestais: A agropecuária sustentável**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 8.

PEREIRA, J. C. et al. Desempenho, temperatura retal e freqüência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 328–334, 2008.

PÉREZ, E. et al. Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas, México. **Pastos y Forrajes**, v. 31, n. 2, p. 161–172, 2008.

PIRES, M. de F. Á.; PACIULLO, D. S. Bem-estar animal em Sistemas Integrados. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Eds.). **Sistemas Agroflorestais: A agropecuária sustentável**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 6.

PIVA, J. T. **Fluxo de gases de efeito estufa e estoque de carbono do solo em sistemas integrados de produção no sub trópico brasileiro**. 2012. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Paraná.

POPAY, I.; FIELD, R. Grazing animals as weed control agents. **Weed Technology**, v. 10, n. 1, p. 217–231, 1996.

PORFIRIO-DA-SILVA, V. **Sistemas Silvipastoris em Mato Grosso do Sul - Para Que Adotá-los? Seminário sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <<http://saf.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/19.pdf>> Acesso em: 10 abr. 2016.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas Agroflorestais: A agropecuária sustentável. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. DE (Eds.). **Ideótipo de espécie arbórea para Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 7.

RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. **Sistemas Silvipastoris: Aspectos da Pesquisa com Eucalipto e Grevílea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, Documentos 191, ISSN: 1679-2599, 2009.

RHIND, S. M.; ARCHER, Z. A.; ADAM, C. L. Seasonality of food intake in ruminants: recent developments in understanding. **Nutrition Research Reviews**, v. 15, p. 43–65, 2002.

RIBASKI, J.; RIBASKI, S. A. G. Sistemas Agroflorestais na Região no Sul do Brasil. Congresso de Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável: 10 anos de pesquisa - SAFs +10. **Anais...Campo Grande**: 2011.

ROATH, L. R.; KRUEGER, W. C. Cattle Grazing and Behavior on a Forested Range. **Journal of Range Management**, v. 35, p. 332 – 338, 1982.

ROBERT, B. et al. Evaluation of three-dimensional accelerometers to monitor and classify behavior patterns in cattle. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 67, p. 80–84, 2009.

SAAD, C. E. do P.; SAAD, F. M. de O. B.; FRANÇA, J. Bem-estar em animais de zoológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 38–43, 2011.

SANTANA, L. R. C. et al. Comportamento ingestivo de bovinos: pastejo contínuo em Brachiaria decumbens. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v. 1, n. 2, p. 72–77, 2012.

SILVA, R. A. da et al. Sistemas Integrados de Produção – O novo desafio para a agropecuária brasileira. **Colloquium Agrariae**, v. 10, p. 55–68, 2014.

SILVA, R. G. da. Estimativa do Balanço Térmico por Radiação em Vacas Holandesas Expostas ao Sol e à Sombra em Ambiente Tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1403–1411, 1999.

SILVA, R. M. N. da et al. Efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça Sindi no semi-árido. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 193–199, 2005a.

SILVA, R. R. et al. Avaliação do comportamento ingestivo de novilhas ¾ Holandês x Zebu alimentadas com silagem de capim-elefante acrescida de 10% de farelo de mandioca: aspectos metodológicos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 173–177, 2005b.

SOUZA, B. B. de et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária científica no semi-árido**, v. 6, p. 59–65, 2010a.

SOUZA, W. de et al. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 677–684, 2010b.

SOUZA JUNIOR, J. B. F. Fluxo de calor latente e mecanismos termorregulatórios em bovinos no semi-árido. **PUBVET - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 28, 2008.

SOUZA, M. F. de A. Bioética e Bem-Estar Animal: novos paradigmas para a Medicina Veterinária. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 14, n. 43, p. 57–61, 2008.

THOM, E. C. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the ASAE**, v. 55, n. 7, p. 65–72, 1958.

TITTO, E. A. L. et al. Manejo ambiental e instalações para vacas leiteiras em ambiente tropical. Workshop de ambientes na produção de leite, I. **Anais...Nova Odessa: Centro Apta - Bovinos de Leite do Instituto de Zootecnia**, 2008. p. 1 - 24.

TRINDADE, J. K. da et al. Potencial de um método acústico em quantificar as atividades de bovinos em pasto. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 8, p. 965–968, 2011.

TSUKAMOTO FILHO, A. de A. **Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais**. 2003. 98 f. Tese (Doctor Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

VARELLA, A. C.; SAIBRO, J. C. de. Uso de Bovinos e de Ovinos como Agentes de Controle da Vegetação Nativa sob Três Populações de Eucalipto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 30–34, 1999.

WRUCK, F. J.; BEHLING, M.; ANTONIO, D. B. A. Sistemas Integrados em Mato Grosso e Goiás. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Eds.). **Sistemas Agroflorestais: A agropecuária sustentável**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 9.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Plano de estágio



#### PLANO DE ESTÁGIO

##### IDENTIFICAÇÃO DO(A) ESTUDANTE

Nome: Giovana Amanda Hess  
 Série/Curso: ZOOTECNIA  
 Instituição de Ensino: Universidade Federal do Paraná (UFPR)

##### SUPERVISOR

Nome: Fabiana Villa Alves  
 Cargo: Pesquisador  
 Formação: Zootecnista  
 Número do Projeto: 02.13.11.002.00.04.00

##### UNIDADE

Embrapa Gado de Corte

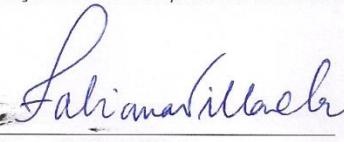
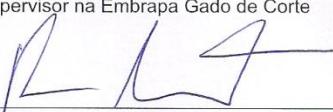
##### PERÍODO DO ESTÁGIO

De 07-03-2016 a 31-05-2016 (86 dias)

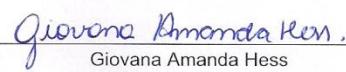
##### PROGRAMAÇÃO DE ATIVIDADES

Avaliação de microclima em sistemas de ILPF  
 Determinação de bioindicadores de estresse térmico em bovinos  
 Avaliação do comportamento ingestivo de nelore em sistema de integração  
 lavoura-pecuária-floresta com Eucalipto e Panicum

Orientação: Relacionar apenas as macroatividades que serão executadas no período do estágio.

  
 Fabiana Villa Alves  
 Matrícula 349798  
 Supervisor na Embrapa Gado de Corte  


Orientador da Instituição de Ensino  
 Carimbo e assinatura  
 Prof. Dr. Patrick Schmidt  
 Zootecnista - CRAFV 02191/Z

  
 Giovana Amanda Hess  
 CPF 082.298.369-90  
 Estagiário(a)

## Anexo 2. Ficha de avaliação de estagiário



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA  
 CAMPUS I AGRÁRIAS SCA-SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 CEP: 80035-050 – CURITIBA-PR  
 TELEFONE: (041) 3350-5769  
 E-MAIL: [cursozootecnia@ufpr.br](mailto:cursozootecnia@ufpr.br)

### FICHA DE AVALIAÇÃO DE ESTÁGIARIO

5.1 ASPECTOS TÉCNICOS	Atribuir Pontuação de 01 a 10	
5.1.1 - Qualidade do trabalho	(10)	
5.1.2 Conhecimento Indispensável ao Cumprimento das Tarefas	Teóricas	(9)
	Práticas	(8)
5.1.3 Cumprimento das Tarefas	(10)	
5.1.4 Nível de Assimilação	(10)	
5.2 ASPECTOS HUMANOS E PROFISSIONAIS	Atribuir Pontuação de 01 a 10	
5.2.1 Interesse no trabalho	(10)	
5.2.2 Relacionamento	Frente aos Superiores	(10)
	Frente aos Subordinados	(10)
5.2.3 Comportamento Ético	(10)	
5.2.4 Disciplina	(10)	
5.2.5 Merecimento de Confiança	(10)	
5.2.6 Senso de Responsabilidade	(10)	
5.2.7 Organização	(10)	

Fabiana Villa Alves  
 Pesquisa & Desenvolvimento  
 Embrapa Gado de Corte  
 Matrícula: 349798

Assinatura e Carimbo do Orientador Responsável pelo Estagiário

Giovanna Amanda Kerr.

Assinatura do Estagiário

### Anexo 3. Ficha de frequência de estágio



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA  
 CAMPUS I AGRÁRIAS SCA-SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 CEP: 80035-050 – CURITIBA-PR  
 TELEFONE: (041) 3350-5769  
 E-MAIL: [cursozootecnia@ufpr.br](mailto:cursozootecnia@ufpr.br)

#### FICHA DE FREQUÊNCIA DE ESTÁGIO

DIA	MÊS	ANO	ENTRADA	SAÍDA	RÚBRICA	ENTRADA	SAÍDA	RÚBRICA
07/03/2016	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana.	12 : 30	16 : 30	Giovana
08	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana.	12 : 30	16 : 30	Giovana
09	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
10	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
11	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
14	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
15	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
16	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
17	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
18	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
21	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
22	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
23	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
24	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
FERIADO	—	2016	— : —	— : —	—	— : —	— : —	—
28	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
29	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
30	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
31	03	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
01	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
04	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
05	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
06	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
07	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
08	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
11	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
12	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
13	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
14	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana.	12 : 30	16 : 30	Giovana
15	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana.	12 : 30	16 : 30	Giovana
18	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
19	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana
20	04	2016	07 : 30	11 : 30	Giovana	12 : 30	16 : 30	Giovana

*Fabiana Villa Alves*

Fabiana Villa Alves  
 Pesquisa & Desenvolvimento  
 Embrapa Gado de Corte  
 Matrícula: 348798

Assinatura e Carimbo do Orientador Responsável pelo Estagiário

*Giovana Amanda Hess.*

Assinatura do Estagiário



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA  
 CAMPUS I AGRÁRIAS SCA-SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 CEP: 80035-050 - CURITIBA-PR  
 TELEFONE: (041) 3350-5769  
 E-MAIL: [cursozootecnia@ufpr.br](mailto:cursozootecnia@ufpr.br)

### FICHA DE FREQUÊNCIA DE ESTÁGIO

DIA	MÊS	ANO	ENTRADA	SAÍDA	RÚBRICA	ENTRADA	SAÍDA	RÚBRICA
22	04	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
25	04	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
26	04	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
27	04	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
28	04	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
29	04	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
02	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
03	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
04	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
05	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
06	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
09	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
10	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
11	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
12	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
13	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
16	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
17	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
18	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
19	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
20	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
23	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
24	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
25	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
26	05	2016	- : -	- : -	FERIADO	- : -	- : -	FERIADO
27	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
30	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
31	05	2016	09 : 30	11 : 30	Giovanna	12 : 30	16 : 30	Giovanna
		2016	:	:		:	:	
		2016	:	:		:	:	
		2016	:	:		:	:	
		2016	:	:		:	:	
		2016	:	:		:	:	

*Fabiana Villa Alves*

Fabiana Villa Alves  
 Pesquisa & Desenvolvimento  
 Embrapa Gado de Corte  
 Matrícula: 349798

Assinatura e Carimbo do Orientador Responsável pelo Estagiário

*Giovanna Amanda Hey.*

Assinatura do Estagiário