

FREDERICO DELBIN GLASER

**Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto

Pirassununga  
2008

*Dedico este trabalho ao meu pais, Carlos e Neuza, pessoas fantásticas e extremamente incomuns em sua grandeza e sabedoria de vida.*

*Vocês me acompanharam nesta jornada pela Zootecnia desde o começo e espero que mais esta etapa seja motivo de orgulho para ambos.*

*Amo vocês.*

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS** – luz e conhecimento;

À minha mulher, Ana Lia e à nossa filha Liz – vocês norteiam meu caminho;

Aos meus irmãos, Flávio e Felipe (e a *Senninha* também) – companheirismo, bom-humor e paciência foram grandes lições que aprendi com vocês;

Ao meu avô, Pedro Delbin... pelas histórias, à minha tia Selma (te considero...), ao meu tio Johannes Steltenpool pela amizade incondicional, e aos meus primos e primas pela infância divertida;

Ao saudoso Brigadeiro do Ar João Jorge B. Glaser – por me ensinar que os *pássaros negros* são símbolos dos vãos mais altos;

Ao Professor Doutor Evaldo Antonio Lencioni Titto, pela cumplicidade durante todos estes anos – foi um grande orgulho trabalharmos juntos em mais esta pesquisa;

Ao sábio amigo e professor, Rogério Lacaz-Ruiz – por me ensinar ouvir e refletir antes de decidir;

Aos professores Nogueira, Gerson, Valdo, Pedro Henrique, Douglas, Bento, Joanir, Cesinha, Bob Sainz, Paulo Leme, Albino, Spers, Zanetti, Schalch, Catarina, Holmer, Sila, Valter e Luciano – por me mostrar o real valor do conhecimento;

A todos os professores e funcionários da FZEA/USP, pelos ensinamentos e dedicação a esta escola maravilhosa;

Aos amigos Valdomiro Poliselli Júnior, Carlos Viacava e Isabel Penteadó que gentilmente colocaram seus animais à disposição para realização dos experimentos,

e aos consultores e funcionários da VPJ Pecuária, Nelore CV e Fazenda Aurora pelo total empenho e colaboração;

A todos os estagiários, pela ajuda e pelos momentos de descontração;

A FZEA e a PCAPS, pela participação na minha formação profissional e realização dos experimentos;

E finalmente aos meus amigos:

Alberto, Alexandra, Anselmo, Aragon, Baiano, Beto, Bode, Brotas, Browarny, Brumatti, Bruno, Bruzzi, Bugio, Cacá, Callun, Carla, Carturan, Cássio, Cecília, Celso, Chibio, Chico, Chorão, Christian, Ciro, Cláudia, Clélia, Clóvis, Conceição, Cris, Dale, Dan, Daniela, Danilo, Darci, Débora, Denis, Denise, Dico, Edith, Elaine, Eliane, Eric, Érica, ET, Evan, Fábio, Feijão, Feio, Fio, Flávio, Gaúcho, Geraldinho, Giani, Giovanni, Greg, Grego, Gui, Heverardo, Hugo, Jeannine, Jim, João, Jubileu, Júlio, Júnior, Juvenal, Karina, Käthery, Kelly, Ken, Larry, Lee, Liana, Lombriga, Longas, Luciana, Luciane, Luís, Mamado, Mancebo, Mané, Manhani, Máquina, Marcelo, Marcos, Maria, Mário, Marjorie, Matheus, Maurício, Mike, Miltinho, Minhoca, Mônica, Murilo, Myles, Nelson, Neil, Nil, Omar, Osmar, Palmito, Panela, Paraíba, Paula, Paulinho, Pérsio, Pijama, Pinto, Queiroz, Reginaldo, Rêgo, Reinaldo, Ricardinho, Rick, Rodrigo, Roger, Rosalu, Rot, Sancho, Saulo, Scott, Shimoo, Sidney, Stefan, Sueli, Susy, Telão, Tiago, Tinelli, Ton, Trava, Turco, Victor, Vilhena, Wagner, Waltão, Zadra, Zé e a todos os novos e velhos amigos.

## RESUMO

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão.** 2007. Tese de Doutorado – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo: São Paulo.

Os bovinos mantidos em pastagens de regiões tropicais buscam a sombra regularmente como recurso de conforto térmico nos períodos mais quentes do dia. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avançar no entendimento da utilização de recursos de proteção contra o calor, para bovinos de origem zebuína, taurina europeia e taurina adaptada em condições climáticas de altas temperaturas. Pretendeu-se quantificar a frequência de utilização dos recursos de sombreamento e de água para imersão, disponibilizados a pasto para touros da raça Angus, variedade vermelha, Caracu e Nelore, variedade mocha, também avaliando as causas e funções dos diferentes comportamentos, detectando as possíveis preferências por água para imersão ou sombra ou interações entre esses recursos. O experimento foi realizado na FZEA/USP, Laboratório de Biometeorologia e Etologia. Os aspectos comportamentais de seis bovinos machos inteiros de cada raça foram avaliados em três experimentos distintos de mesma metodologia, para três diferentes tratamentos: TS - disponibilidade de sombra de árvores e artificial (malha de polietileno), TSA - disponibilidade de sombra artificial e de água para imersão, e TA - disponibilidade de água para imersão. Os registros das temperaturas de globo negro e da umidade relativa do ar foram tomados a cada 15 minutos entre o amanhecer e o anoitecer, juntamente com as variáveis comportamentais dos animais: posição (ao sol, à sombra natural e artificial ou na água), postura (em pé ou deitado) e atividades (pastejo, ruminação, deslocamento, ócio ou outras atividades). Os resultados dos experimentos mostraram que animais da raça Angus utilizam com frequência os recursos de proteção contra o calor durante grande parte do dia, especialmente nos momentos onde a temperatura é mais elevada, a sombra é a opção utilizada na maior parte das vezes, mas a água pode ser utilizada quando a sombra não está disponível. As atividades de ruminação e ócio foram realizadas majoritariamente enquanto os animais estavam sob a sombra e deitados. O pastejo ocorreu com maior frequência nos horários onde as temperaturas foram mais amenas. Para os animais da raça Caracu, o uso da sombra ocorreu numa frequência moderada e o da água foi baixo, mesmo quando as temperaturas foram mais elevadas, e a atividade de pastejo ocorreu de forma distribuída durante todo o dia e de forma mais intensa ao amanhecer e entardecer. Os animais da raça Nelore não utilizaram os recursos de defesa contra o calor, mesmo quando as temperaturas foram mais elevadas. Concluiu-se que os bovinos optam por utilizar o sombreamento como recurso de defesa contra as temperaturas elevadas e a radiação solar direta, e que na ausência de sombreamento podem utilizar a água para imersão como recurso secundário de proteção contra o calor. O menor nível de tolerância ao estresse ocasionado pelo calor faz com que animais menos adaptados ou que possuam a termólise prejudicada procurem os recursos de termólise com maior frequência e intensidade. Raças mais adaptadas possuem uma maior amplitude de tolerância ao estresse térmico.

Orientador: *Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto*

Unitermos: Bem-estar, conforto térmico, estresse, gado de corte

## ABSTRACT

GLASER, F. D. **Behavioral patterns of Angus, Caracu and Nelore beef cattle under grazing conditions with availability of shade and water for immersion.** 2007. Thesis of Doctor Degree – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo: São Paulo.

Cattle under grazing conditions in tropical areas seek for shade as a thermal comfort resource often during the hottest periods of the day. The objective of this study was to evaluate and understand how cattle of different origins (Caracu – adapted taurus, Nelore – zebu and Red Angus – european taurus) use the thermal comfort resources, quantifying the frequencies of utilization of shade and water for immersion (pond), available in the pasture, analyzing the causes and functions of different behaviors, detecting the preferences for shade or water for immersion, or interactions of both. The experiment was conducted at the Laboratory of Biometeorology and Ethology of FZEA/USP. The behavioral patterns of six young bulls of each breed were evaluated in three different experiments with same methodology, for three different treatments: availability of trees and artificial shade (TS), availability of artificial shade and water for immersion (TSA) and availability of water for immersion (TA). The black globe temperature and relative humidity were taken every 15 minutes between sunrise and sunset and the behavioral patterns were recorded at the same moment, using the focal sampling method and the categories observed were: position (in the sun, in the natural or artificial shade or in the pond), the posture (standing or lying down) and the activities (grazing, ruminating, moving, resting or other). The results showed that the Angus animals use the resources for protection against heat more often during the day, especially when the temperature is high, the shade is the option used in most of the times, but the pond can be utilized when the shade is not available. The main activity occurring in the sun was grazing, especially concentrated during the cooler hours of the day, and the ruminating and resting were done often when animals were under the shade and lying down. For the Caracu breed animals, the use of the shade occurred in a moderated frequency and the use of pond were low, even when the temperatures were higher, and the grazing activity were distributed during the day and intensively done at sunrise and sunset. The Nelore animals did not utilize the resources against the heat stress, even when the temperature was higher. On a whole, bovines under grazing conditions in hot climates choose the shade as thermal comfort resource against the high temperatures and heat load, and if the shade is not available they can use the pond for immersion as a second resource against heat stress. The lower level of heat tolerance make the less adapted animals seek for the resources more often and more intensively. The more adapted breeds have a higher range of heat tolerance against the heat stress.

Advisor: *Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto*

Key-words: Cattle, heat stress, thermal comfort, welfare

# SUMÁRIO

**DEDICATÓRIA**

**AGRADECIMENTOS**

**RESUMO**

**ABSTRACT**

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	09
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	12
2.1 Bem-estar	12
2.2 Estresse e ambiente	15
2.3 Ambiente, clima e adaptação	17
2.4 Clima: trocas térmicas e termorregulação	20
2.5 Clima: termorregulação e comportamento	23
2.6 Efeitos do clima no desempenho	28
2.7 A raça Angus	30
2.8 A raça Caracu	32
2.9 A raça Nelore	32
2.10 Comportamento de bovinos a pasto	33
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	42
3.1 Local	42
3.2 Experimentos e animais	42
3.3 Tratamentos e condições de manejo	43
3.4 Variáveis climáticas e comportamentais	44
3.5 Análise Estatística	46
<b>4 RESULTADOS</b>	47
4.1 Variáveis climáticas	47
4.1.1 Experimento 1 – Raça Caracu	47
4.1.2 Experimento 2 – Raça Angus	49
4.1.3 Experimento 3 – Raça Nelore	51
4.2 Aspectos comportamentais	53
4.2.1 Experimento 1 – Raça Caracu	53
4.2.2 Experimento 2 – Raça Angus	66

4.2.3 Experimento 3 – Raça Nelore .....	79
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>93</b>
5.1 Experimento 1 – Raça Caracu .....	93
5.2 Experimento 2 – Raça Angus .....	97
5.3 Experimento 3 – Raça Nelore .....	101
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>104</b>
<b>7 IMPLICAÇÕES .....</b>	<b>105</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	
<b>APÊNDICE</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Na última década foi possível observar a grande mudança ocorrida no agronegócio, devido especialmente ao aumento da competitividade e ao uso de tecnologias. Atualmente, a busca pelo trinômio produtividade x rentabilidade x sustentabilidade é o fator de maior importância tanto para a iniciativa privada quanto para o meio científico, e tornou-se o foco principal de diversas nações em todo o mundo.

Neste sentido o Brasil tem grande destaque. É sabidamente o país com o maior potencial produtivo e o único com expectativas reais de crescimento agropecuário. Frente a este cenário, é incontestável a importância do desenvolvimento de novas tecnologias e estudos que visem o efetivo crescimento deste setor, responsável por quase 40% das riquezas produzidas anualmente no país.

A importância da pecuária de corte nacional tem aumentado avidamente nos últimos anos. O profissionalismo crescente no setor transformou o país no maior exportador mundial de carne bovina, sendo líder também em outros tantos segmentos, comprovando a capacidade e competência dos pecuaristas, técnicos e cientistas envolvidos no setor.

Nota-se que, quando observada de maneira segmentada, a bovinocultura de corte ainda possui grandes entraves, especialmente na fase produtiva. Desta maneira, faz-se necessária uma avaliação objetiva do setor, a fim de identificar os pontos de divergência que impedem a continuidade do crescimento.

Indubitavelmente, a adoção do manejo intensivo e sustentável das pastagens, a melhoria dos índices reprodutivos e o progresso genético, são importantes metas. Há de se ressaltar o crescente uso dos cruzamentos, onde a utilização de raças puras e/ou compostas é indispensável, pois visa aumentar a produtividade dos

rebanhos comerciais por meio do incremento dos índices zootécnicos. Algumas das raças mais populares neste sentido são os bovinos europeus britânicos e ibéricos e os zebuínos.

Entretanto, animais provenientes de regiões com características climáticas diferentes das nossas, se deparam no Brasil com condições de clima extremamente quente (tropical-úmido), diferentes das encontradas nos países onde sofreram seleção (natural ou artificial). Ambientes com altas temperaturas tornam-se estressantes para estes animais principalmente devido à radiação solar e à umidade do ar.

Este fato desencadeia uma série de reações morfofisiológicas para adaptação ao ambiente e a regulação da temperatura corporal. Em verdade, o clima é um fator limitante e preponderante na maioria das criações, pois age diretamente sobre o animal, e não sobre as possibilidades de sua exploração, sendo um dos fatores que mais afetam o desempenho dos animais.

Em ambiente aberto, a pasto, a maior parte da incidência solar direta é proveniente da radiação solar, e representa a maior fonte de calor adquirida pelos animais através do ambiente. Uma alternativa para evitar o estresse térmico causado pela radiação solar é o uso do sombreamento, que diminui a incidência de radiação sobre o animal, beneficiando o conforto térmico e favorecendo a homeotermia. Além do sombreamento, o uso de água para imersão favorece a perda de calor pelos bovinos, ajudando-os a manter a temperatura do corpo em níveis térmicos confortáveis, proporcionando bem-estar térmico. Desta maneira, a utilização de técnicas de manejo que proporcionem mudanças ambientais favoráveis é um importante instrumento na melhoria do bem-estar e do desempenho animal.

Identificar quais são as condições ótimas do ponto de vista científico, especialmente para decidir o que é “melhor” ou não para o animal numa criação, é tarefa difícil, pois depende essencialmente da observação dos comportamentos resultantes da interação entre fatores biológicos, instintivos, evolutivos, sociais, genéticos e ambientais. O comportamento é a resposta dos animais ao ambiente em que vivem, sendo, portanto, adaptável às modificações ambientais. Tais adaptações comportamentais são vitais e associadas a alterações fisiológicas e anatômicas. O estudo das mudanças no comportamento animal torna-se uma ferramenta de vanguarda, indispensável, contribuindo para identificar gargalos em determinados sistemas de criação, melhorando o entendimento dos seus efeitos sobre a saúde e

produtividade do rebanho, além de contribuir para a adequação e evolução das técnicas de criação e manejo que atendam aos interesses do homem e respeitem as necessidades dos animais, sem prejudicar o meio-ambiente.

Para um melhor entendimento da dinâmica das respostas dos animais às mudanças de ambiente, são necessários estudos que quantifiquem o impacto do uso de recursos provedores de bem-estar térmico aos animais, bem-estar este relacionado diretamente a produção e a reprodução.

Pelo exposto, se evidenciou a importância de que o presente trabalho buscasse o avanço no entendimento da utilização de recursos provedores de bem-estar térmico que podem ser incorporados aos sistemas de produção de bovinos a pasto, visando melhorar os resultados de produtividade em regiões de clima tropical.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo geral estudar, quantificar e avaliar o comportamento de bovinos de diferentes origens adaptativas, com acesso a diferentes combinações de recursos de conforto térmico, manejados em sistema de pastejo. Mapearam-se as respostas comportamentais desencadeadas pelo clima quente, buscando soluções viáveis para o aumento da produtividade.

Como objetivos específicos, pretendeu-se quantificar a frequência de utilização dos recursos sombra e água para imersão, disponibilizados a pasto para touros da raça Angus (variedade vermelha), da raça Caracu e da raça Nelore (variedade mocha), e avaliar também as causas e funções dos diferentes comportamentos, detectando as possíveis preferências por água para imersão ou sombra ou interações entre esses recursos, sobre seus aspectos comportamentais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Bem-estar

Segundo Paranhos da Costa (2006), o tema bem-estar animal pode ser tratado de diversas formas, sendo encarado sob o ponto de vista ético fora do meio acadêmico, com grupos que atuam em defesa dos animais (e de seus direitos) pressionando para definição de normas legais que limitem a ação do homem no trato com os animais. Há pressões externas, como da União Européia, e internas em defesa dos animais, tanto de caráter social quanto legal que, de uma forma ou de outra, acabam interferindo na definição do modo que os animais serão criados. O mesmo autor afirma ainda que a abordagem científica do tema leva a uma convergência de interesses, pois ao conhecer e respeitar a biologia dos animais que criamos, melhorando seu bem-estar, também obtemos melhores resultados econômicos, quer aumentando a eficiência do sistema de criação, quer obtendo produtos de melhor qualidade ou ambos.

Broom (1988, 1991, 1997) conceitua bem-estar como as respostas do organismo às diversas condições do ambiente, para manutenção da homeostase. Seamer (1998) propõe que o animal “está bem” quando é bem sucedido no controle ou total eliminação de fatores adversos, através de suas reações comportamentais, fisiológicas e/ou psicológicas. Os animais possuem uma ampla gama de necessidades, as quais são consequências dos diversos sistemas que possibilitam o funcionamento de seus organismos. Em Fraser e Broom (1990) encontramos que necessidade é definida como uma deficiência do organismo animal que pode ser suprida obtendo-se um recurso específico ou respondendo a um estímulo do ambiente e/ou do próprio organismo. Se um animal tem uma necessidade, seu

estado motivacional é afetado e respostas comportamentais e fisiológicas devem ser efetuadas de forma que a sanem.

Existem muitos indicadores do bem-estar, que variam de acordo com a espécie estudada. Ao tentar definir o que é um ambiente provedor de bem-estar para um animal, há um consenso acerca da colocação de Appleby (1996) e Appleby e Hughes (1997), que afirmam que um ambiente é apropriado quando permite ao animal satisfazer suas necessidades incluindo recursos próprios e ações cuja função é atingir um objetivo. Quando os sistemas para controle do organismo animal estão sobrecarregados e há uma atual ou potencial redução na aptidão física e/ou mental do animal, este se encontrará estressado, segundo Broom (1988, 1988a) e, portanto, com um baixo nível de bem-estar.

Bem-estar é um termo utilizado para animais, incluindo o homem, e requer uma definição estrita se a intenção é a sua utilização de modo efetivo e consistente (BROOM; MOLENTO, 2004).

Segundo Broom (1986, 1991, 1997) o termo “bem-estar” refere-se ao estado do organismo durante as suas tentativas de se ajustar com o seu ambiente, e é caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e alta qualidade de vida do animal. A dificuldade de adequação ou mesmo a inadequação deste indivíduo ao ambiente resultará em um baixo nível de bem-estar, em geral associado à dor ou outro tipo de sofrimento. As consequências disto são a redução da expectativa de vida, prejuízos no crescimento, desenvolvimento e ganho de peso, diminuição dos índices de performance reprodutiva, maior incidência de doenças devido à imunossupressão, maior atividade adrenal, distúrbios comportamentais e, em casos extremos, a possibilidade de morte do animal. Nossa capacidade de detecção, mensuração e análise destas dificuldades, ocasionadas por agentes estressores, está constantemente aumentando e tais eventos são, portanto, passíveis de serem reconhecidos e estudados cientificamente.

Broom e Johnson (1993) afirmam que há várias implicações dessa definição, das quais se pode destacar:

- a. Bem-estar é uma característica de um animal, não é algo que pode ser fornecido a ele. A ação humana pode melhorar o bem-estar animal, mas não nos referimos como bem-estar ao proporcionar um recurso ou uma ação.

- b. Bem-estar pode variar entre muito pobre e muito bom. Não se pode simplesmente pensar em preservar e garantir o bem-estar, mas sim em melhorá-lo ou assegurar que ele é bom.
- c. Bem-estar pode ser medido cientificamente, independentemente de considerações morais. A sua medida e interpretação devem ser objetivas.

Alguns sinais de bem-estar precário são evidenciados por mensurações fisiológicas, tais como alterações nas frequências cardíaca e/ou respiratória, na atividade adrenal e em resposta imunológica reduzida, por exemplo. Outra forma de mensuração possível é a comportamental, de importância tal qual a fisiológica para o estudo do bem-estar. Comportamentos anormais, tais como estereotípias, automutilação, canibalismo em suínos, bicar de penas em aves ou comportamento excessivamente agressivo indicam que o indivíduo em questão encontra-se em condições de baixo grau de bem-estar. Doenças, ferimentos, dificuldades de movimentação e anormalidades de crescimento são, também, indicativos de baixo grau de bem-estar. Quaisquer que sejam as medições, os dados colhidos em estudos de bem-estar animal fornecem informações sobre a posição do animal em uma escala de bem-estar, variando de um grau muito alto até muito baixo (BROOM; MOLENTO, 2004).

Paranhos da Costa (2000) afirma que há uma série de recursos e estímulos que são necessários e devem ser proporcionados a bovinos criados a pasto, e que dependendo das circunstâncias, a ausência ou baixa disponibilidade desses recursos podem ter efeitos diretos sobre o bem-estar e produtividade. Paranhos da Costa e Cromberg (1997) destacam a oferta e distribuição de alimentos, incluindo as forragens, a água e os suplementos, e de abrigos, para que os animais possam se proteger dos rigores do clima. Segundo esses autores, para assegurar que os animais mantenham suas atividades num contexto social equilibrado, tais recursos precisam ser disponibilizados de forma a atender a necessidade de todos. Assim, o espaço que os animais dispõem para ter acesso a esses recursos é algo que também precisa ser considerado.

A observação do comportamento seria uma maneira adequada de obter esta resposta, pois a necessidade pelo recurso e o seu uso pelos animais é circunstancial, dependendo das condições ambientais, dos animais e das estratégias

de manejo (ABLAS, 2002; BARNETT; HEMSWORTH, 1990; BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994; GLASER, 2003; TITTO et al., 1998).

## **2.2 Estresse e ambiente**

Existem diversas abordagens para identificar a existência do bem-estar animal. O indicador mais apropriado do bem-estar seria a ausência de estresse e de sofrimento.

Muitas vezes, os padrões de comportamento são reflexos das tentativas do animal de se libertar ou escapar de agentes/estímulos estressantes. Essas reações podem ser usadas para identificar e avaliar o estresse e por oposição, o bem-estar.

Na prática da etologia, o bem-estar é avaliado por meio de características fisiológicas e comportamentais. As medidas fisiológicas são associadas ao estresse e baseadas no fato de que, se o estresse aumenta, o bem-estar diminui; já os indicadores comportamentais estão relacionados especialmente à ocorrência de reações e comportamentos anormais ou que se afastem dos que ocorrem no ambiente natural.

Selye (1976) definiu estresse como sendo o estado do organismo que, após a atuação de agentes de quaisquer naturezas, responde com uma série de reações não específicas de adaptação.

Segundo Fraser et al. (1975), um animal está em estado de estresse quando necessita alterar de maneira extrema sua fisiologia ou comportamento para adaptar-se a aspectos adversos do seu ambiente e manejo. Essa adaptação envolve uma série de respostas neuroendócrinas, fisiológicas e comportamentais que funcionam para manter o equilíbrio de suas funções (BARNETT; HEMSWORTH, 1990; VON BORELL, 1995).

Estresse é um termo amplo que pressupõe uma ameaça à qual o organismo necessita se ajustar. Tal necessidade de ajuste induz uma ampla gama de mudanças fisiológicas e comportamentais que tem como objetivo a rápida recuperação do estado inicial pré-agente estressor ou da adaptação a este agente (VON BORELL, 2001).

Selye (1976) e Blackshaw (2003) comentam essencialmente que fatores diferentes como frio, calor, drogas, tristeza e alegria provocariam reações biológicas

idênticas. Estes agentes são conhecidos como estressores. Várias definições de estresse foram propostas para as condições de criações animais. McBride (1980) propôs um modelo sugerindo como os animais adaptam-se ao estresse individualmente. Segundo os autores, podem ocorrer três níveis de adaptação ao estresse:

- a. Nível comportamental: se um animal tem condições de evitar um estímulo desagradável, ele se remove do estresse. Em muitas situações intensivas isto pode ser difícil para os animais, e possivelmente apenas os indivíduos dominantes serão capazes de se adaptar.
- b. Nível psicológico: os animais que não obtêm sucesso com os recursos comportamentais necessitam tentar ao processo de habituação psicológica. Caso eles não se habituem às condições adversas, poderão entrar em um estado de apatia aprendida no qual permanecem estressados, mas não realizam mais tentativas de respostas para melhorar sua condição.
- c. Nível fisiológico: caso os animais ainda não tenham conseguido se adaptar nem mesmo ao nível psicológico, a continuidade da ação do fator estressor gera a Síndrome Geral da Adaptação (GAS) de Selye (1976). Ocorre um padrão geral de atenção (reação de alarme), levando à mudança da resistência homeostática (estágio de resistência), e sendo seguida então pelo estágio de exaustão, caso o estresse seja severo o suficiente e aplicado por tempo suficiente. A exaustão pode ser caracterizada pela susceptibilidade a uma variedade de agentes infecciosos ou outros estressores ambientais. Em outras palavras, o animal não foi capaz de se adaptar ao ambiente.

Para se ter uma melhor compreensão das reações ligadas ao desconforto (estresse) em animais, faz-se necessário o uso de medidas fisiológicas e comportamentais, garantindo-se uma maior acurácia dos dados colhidos (BLACKSHAW, 2003; GRANDIN, 1997), tais como:

- a. As reações fisiológicas do animal a agentes estressores são difíceis de quantificar, especialmente a campo. Algumas medidas podem requerer o abate dos animais, como a pesagem das glândulas adrenais (BLACKSHAW, 2003; GATTO, 2007). Outros métodos envolvem o uso de guias, colheita de

amostras de sangue e imobilização, que podem perturbar o animal. O uso de transmissores telemétricos (SILVA, 2005; MAYES, 1982) pode fornecer informações a respeito da frequência cardíaca e sinais cerebrais do animal. Avanços tecnológicos como estes permitem aos pesquisadores colher grande quantidade de dados fisiológicos sem interferir nas reações do animal. Da mesma forma, a utilização de métodos de dosagem de cortisol e ACTH através de saliva, fezes e até mesmo ovos vem se tornando cada vez mais comum para medida das respostas ao estresse. No entanto, a importância dos ciclos circadianos e a possibilidade da fadiga fisiológica como resultado de estresse crônico indicam que tais medidas não devem ser interpretadas isoladas de observações comportamentais (BLACKSHAW, 2003).

- b. Mudanças no comportamento, principalmente a manifestação de estereotípias, podem ser indicadores iniciais de uma situação de desconforto (ABLAS, 2002; BLACKSHAW, 2003; GLASER, 2003; TITTO et al. 1998).

Segundo Paranhos da Costa e Cromberg (1997), identificar, medir e analisar as condições em que o bem-estar é ruim é mais fácil do que quando ele é bom.

Torna-se cada vez mais importante observar o que ocorre com o animal em condições naturais; os sinais de angústia estão correlacionados com os sinais fisiológicos do estresse e a observação do comportamento pode servir como substituto de técnicas mais complexas. Existem evidências que animais, incluindo espécies domesticadas, tomam decisões sobre quando, onde e o que devem comer para manter boa sua saúde e condição corporal, mostrando preferências sensatas (HUNTINGFORD, 1984).

### **2.3 Ambiente, clima e adaptação**

A existência de um organismo, seja qual for sua espécie, é consequência de uma série de ações e reações da natureza em dado momento, ocasionando novas interações, seja com o ambiente, com outros da sua espécie ou mesmo com espécies diferentes. O ambiente, e particularmente o clima são importantes fatores que podem afetar tais interações.

Head (1995) diz que o ambiente compreende todos os fatores físicos, químicos e biológicos que circundam o corpo do animal, e inclui fatores relativos à temperatura e luz, fatores que provoquem mudanças de comportamento e que causem doenças, entre outros, variando com o passar do tempo e da localidade.

O ambiente pode ser definido como o conjunto de tudo o que afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo, e que não envolve diretamente fatores genéticos (SILVA, 2000); assim, pode-se dizer que o ambiente é responsável pela maior parte da interferência existente nas condições de vida de um organismo.

O clima é o conjunto de condições meteorológicas (temperatura, pressão e ventos, umidade e chuvas) características do estado médio da atmosfera em um ponto da superfície terrestre (FERREIRA, 1995), e é formado por fatores e elementos climáticos que são produzidos e alterados por diversos eventos meteorológicos, geográficos e astronômicos, acrescenta Baccari Júnior, 2001.

Os animais homeotermos respondem às mudanças da sua temperatura corporal interna, modificando adequadamente tanto a produção de calor metabólico quanto a perda de calor pela superfície corporal. A temperatura interna da maioria dos mamíferos situa-se na faixa de 36°C a 40°C, sendo, conseqüentemente, mais alta que a temperatura do ar encontrado em grande parte dos ambientes terrestres. Assim, não é de surpreender que a evolução dos mecanismos de termorregulação desses animais tenha tomado o rumo do controle acurado da transferência de calor do corpo para o ambiente. Desta forma, a adaptação a um ambiente frio exige apenas uma melhora quantitativa daqueles mecanismos que restringem a perda de calor e aumentam a produção de calor endógeno. Por outro lado, é muito mais difícil a termorregulação eficaz sob condições de calor intenso, mormente onde a água é escassa. Quando a temperatura ambiente excede a da pele, o gradiente térmico normal inverte-se e o calor flui do ambiente para o corpo (HARDY, 1981).

O clima, o ambiente e a capacidade de adaptação influenciam o comportamento dos animais. Segundo Silva (2000), existem dois pontos de vista para a conceituação do termo adaptação. O primeiro é genético, e define adaptação como sendo o conjunto de alterações nas características herdáveis que favorecem a sobrevivência de uma população de indivíduos em um determinado ambiente. O segundo é biológico, resultado da ação conjunta de características morfológicas, anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e comportamentais, no sentido de favorecer a

sobrevivência e promover o bem-estar de um organismo em um ambiente específico. Assim, quanto mais adaptado o animal, em termos genéticos e biológicos, maiores serão suas chances de desenvolver todo seu potencial em determinada situação ambiental e climática.

No entanto, pouca atenção tem sido dispensada aos aspectos genéticos da adaptação dos animais de interesse zootécnico ao seu ambiente. Geralmente é considerado mais simples e rápido elevar a produção através de alterações ambientais, e a maior parte dos esforços de pesquisa têm se orientado para a modificação ambiental. Muitos argumentos têm sido utilizados contra este tipo de acasalamento, porém não parece existir nenhuma razão para impedir o progresso genético para a adaptação. Os programas de melhoramento genético para rebanhos de regiões tropicais deveriam levar em consideração não apenas características produtivas (produção de leite, ganho de peso, produção de ovos e de lã), mas também aquelas características relacionadas com a interação entre o animal e fatores ambientais como radiação solar, ventos, temperatura e umidade (SILVA, 2005).

Para que seja possível a seleção e conseqüente melhoramento direcionado à adaptação às condições tropicais, por exemplo, é necessário que se parta de uma população heterogênea. Desta forma, qualquer população em um ambiente específico é composta por uma maioria de indivíduos bem adaptados, enquanto um número menor de animais apresenta um genótipo menos adaptado àquele ambiente, mas adequado a outras condições, esta é à base do melhoramento genético (SILVA, 2005).

Várias características do pelame são desejáveis para bovinos que vivem em climas tropicais, como pêlos curtos e assentados, alta densidade numérica de pêlos, maior diâmetro dos pêlos, pele pigmentada e o pelame claro, entre outras. Essas características permitem maior proteção contra a radiação solar e o estresse térmico, contribuindo para maior conforto dos animais e, conseqüentemente, melhor desempenho zootécnico em condições de campo (SILVA, 2000).

Diversos estudos (SILVA, 1973; SILVA et al., 1988; OLSON et al., 2003; PINHEIRO, 1996; RHOAD, 1940) foram realizados a respeito da genética de características importantes para adaptação ao ambiente tropical, como as citadas acima. Quando se analisam seus resultados e se considera a variabilidade encontrada entre indivíduos de mesmas raças no tocante à tolerância ao calor

(TITTO, 2007; TITTO et al. 1998; TITTO et al. 1999; TITTO et al. 2006), indica-se a possibilidade de seleção genética para tal objetivo.

Os animais são dinâmicos, adaptáveis e capazes de manter sua vida e performance produtiva em uma faixa relativamente ampla condições ambientais. A resposta ao agente estressor envolve funções comportamentais, fisiológicas e imunológicas, que são mobilizadas a diferentes níveis de estresse para minimizar consequências adversas. Performance (produção, reprodução e eficiência), saúde e (ou) bem-estar podem ser comprometidos quando fatores estressores ambientais excedem os limites de tolerância dos mecanismos compensatórios. A diversidade genética de uma população também pode influenciar o nível da resposta e o grau de adaptabilidade, portanto o que é estressante para alguns indivíduos pode não ser para outros. Estágio da vida, condicionamento e situação nutricional e sanitária também influenciam no nível de vulnerabilidade aos estressores ambientais (HAHN, 1999).

Paranhos da Costa (2000) comenta que, no dia-a-dia da fazenda os bovinos invariavelmente enfrentam situações que causam desconforto: temperatura, radiação solar, insetos e parasitas. Tais condições podem, em conjunto ou isoladamente, levar os animais ao estresse. Durante grande parte de suas vidas os animais fazem escolhas baseadas na avaliação do ambiente e em suas próprias necessidades; dentro da limitação proveniente dos genes, os animais adaptam suas reações fisiológicas e comportamentais e seu metabolismo para apresentar respostas adequadas às diversas características e condições do ambiente, na busca da condição/opção que o beneficie da melhor maneira. Para que isso ocorra, o ambiente precisa oferecer os recursos necessários para a ocorrência dessas respostas, sob pena de ocorrer estresse, decorrente da falha na adaptação do animal ao meio (BROOM; JOHNSON, 1993).

#### **2.4 Clima: trocas térmicas e termorregulação**

Os bovinos são animais capazes de manter a estabilidade fisiológica do seu corpo. Esta capacidade refere-se aos mecanismos de auto-regulação e controle dos estados químicos e funcionais internos do organismo frente às flutuações do ambiente externo (MCFARLAND, 1999). Esse equilíbrio dinâmico é denominado

homeostase, sendo esta uma importante função para que a espécie possa viver em condições ambientais variadas.

A termorregulação refere-se especificamente à capacidade do animal em manter a temperatura corporal estável. A habilidade de regular a temperatura interna é uma adaptação evolutiva que permite aos animais homeotermos minimizar problemas provenientes da variação da temperatura ambiente (SILANIKOVE, 2000), pois suas taxas metabólicas criam uma fonte interna de calor, além de possuírem estruturas isolantes na superfície corporal que previnem a dissipação descontrolada de calor (MCFARLAND, 1999). McFarland (1999) acrescenta que os mamíferos mantêm a temperatura do corpo sutilmente acima da temperatura que o envolve.

Para que um animal mantenha a homeotermia (permanecer sem alterações na temperatura corporal, a não ser aquelas relacionadas aos seus ritmos circadianos normais) é necessário que ele e o ambiente troquem calor a uma taxa que permita o balanceamento entre o calor metabólico produzido e aquele adquirido/perdido através das quatro vias (Tabela 1).

Tabela 1 – Fatores físicos influenciando as trocas térmicas a partir da superfície de um animal

Fator	Forma de perda de calor			
	Radiação	Convecção	Condução	Evaporação
Área da superfície corporal	Xa	X	Xb	Xc
Temperatura da superfície animal	X	X	X	Xd
Temperatura do entorno		X	Xe	
Temperatura do ar		X	X	
Velocidade do ar		X	X	
Pressão de vapor do ar				X
Forma da fonte de radiação	X			
Emissividade da superfície animal	X			
Condutividade do entorno			Xe	
Emissividade do entorno	X			

a – Área do animal diretamente exposta à radiação; b – Para animais em pé, a transferência de calor por condução é negligenciável; para animais deitados a superfície em contato com a estrutura de suporte torna-se um fator; c – A área úmida da superfície do animal, incluindo as passagens respiratórias; d – A temperatura da superfície do animal é um fator indireto, já que a pressão de vapor é uma função da temperatura; e – Apenas a porção dos arredores realmente em contato com o animal. Fonte: HAHN, 1976.

A via preferencial de perda de calor dos ruminantes é a evaporativa, porém lançam mão da redução da ingestão de alimentos para diminuir a produção de calor caso as altas temperaturas sejam muito prolongadas (SILVA, 2005).

As principais vias para a perda de calor corporal são (BERMAN et al., 1985; MCFARLAND, 1999; NÃÃS, 1989; SANTOS, 1999; TITTO, 1998):

- a. *Condução*: ocorre pela transferência de calor pelo contato direto, através de superfícies de substâncias sólidas e/ou líquidas, entre regiões com temperaturas diferentes. Pode ocorrer entre tecidos ou entre o corpo e um objeto externo, como o chão ou a água. A condução do calor pode ser reduzida pelo isolamento ocasionado por camadas de gordura do corpo e pela camada de ar contida na pelagem da superfície corporal. A temperatura faz-se sentir sobre os animais, através da condução.
- b. *Convecção*: a perda de calor ocorre como resultado da circulação do sangue aquecido vindo do interior do corpo para os tecidos mais frios da superfície, potencializada principalmente pela passagem de ar frio através da pelagem do animal.
- c. *Radiação*: é a forma de troca de calor que ocorre no vácuo. Dessa maneira, os animais ganham e perdem calor por radiação, dependendo da diferença de temperatura existente entre o animal e todo o ambiente que o envolve.
- d. *Evaporação*: a evaporação de água de áreas úmidas da superfície corporal do animal propicia perda de calor.
- e. *Ofego*: a perda de calor ocorre quando, ao respirar, o animal expira o ar mais aquecido do que quando foi inspirado. Por perderem muita água através da respiração, os animais tendem a usar esse recurso somente em situações emergenciais, apesar dos bovinos o utilizarem com frequência.

Quantitativamente, o nível de trocas térmicas através das diferentes formas (radiação, convecção, condução e evaporação) é dependente da magnitude e direção do gradiente envolvido. Em ambientes quentes, as trocas por radiação são as dominantes, enquanto a convecção tende a ser dominante em ambientes frios (SILVA, 2000).

É muito importante separar os desafios fisiológicos associados a um ambiente quente e seco dos encontrados em um ambiente quente e úmido. Em condições quentes e

secas o baixo teor de umidade atmosférica facilita a evaporação, tornando muito eficaz o resfriamento evaporativo. No entanto, uma vez que a água é escassa nessa situação, a extensão do resfriamento por evaporação é usualmente limitada pela disponibilidade de água. Nos ambientes quentes e úmidos, por outro lado, não há falta de água, porém a umidade atmosférica restringe a evaporação, impondo limites ao resfriamento evaporativo (HARDY, 1981).

Para alternar eficientemente o microclima de um animal através de abrigos ou outras modificações ambientais, devemos considerar a modificação de um ou mais dos seguintes fatores: temperatura e/ou emissividade do entorno; temperatura do ar; velocidade do ar; pressão de vapor, fatores de radiação ou sombra e a condutividade das superfícies com as quais o animal tem contato (SILVA, 2005).

## **2.5 Clima: termorregulação e comportamento**

Apesar da grande capacidade dos mamíferos em manter sua temperatura estável, há situações onde a necessidade de perda de calor não ocorre de maneira satisfatória, ocasionando a ação de outros mecanismos para que a dissipação desse calor aconteça. A alteração funcional e a reação ocorrem num mesmo sentido, o que aumenta o desequilíbrio (TITTO, 1998). É o chamado “feedback” positivo. No caso da temperatura corporal, isso pode ocorrer caso as condições do ambiente não forneçam alternativas eficientes para trocas térmicas, exigindo um esforço cada vez maior por parte do animal. O aumento excessivo da temperatura corporal devido às condições ambientais adversas, como no caso de climas tropicais e subtropicais, ocasiona um aumento de reações metabólicas que, por consequência, liberam mais calor nos tecidos, elevando a temperatura interna.

A zona termoneutra (ZTN) é a faixa de temperatura ambiente efetiva na qual o animal não sofre estresse por frio nem por calor. Dentre os limites da ZTN, o animal mantém uma variação normal da temperatura corporal e da frequência respiratória, sendo que o apetite é normal e a produção é ótima, e o gasto de energia para a manutenção do animal é mínimo e constante, maximizando a retenção de energia da dieta (BACCARI JÚNIOR, 2001). Desse modo, a energia do organismo pode ser utilizada para os processos produtivos, não havendo desvio excessivo de energia para manter o equilíbrio fisiológico (BACCARI JÚNIOR et al., 1984). As temperaturas

ambientais críticas mínima (ou inferior) e máxima (ou superior) definem os limites da ZTN (ROBERTSHAW, 1981). Não existe uma unanimidade entre autores no que se refere aos limites da ZTN, uma vez que diferentes fatores podem influenciar a determinação dos pontos exatos (temperaturas críticas inferior e superior). Como exemplo, a maior velocidade do vento pode ampliar essa zona além da temperatura crítica superior, e o aumento da radiação solar e umidade podem diminuir a zona de conforto, baixando a temperatura crítica superior (ABLAS, 2002).

A subdivisão da ZTN em uma zona de bem-estar térmico, como para humanos, facilita a descrição da relação entre o animal e o ambiente, do ponto de vista da termoneutralidade. Em humanos, o termo original utilizado foi conforto térmico. Contudo, o termo conforto implica reconhecimento cognitivo, enquanto a decisão em relação à condição do animal depende daqueles que cuidam dele (SILANIKOVE, 2000). Assim, prefere-se utilizar o termo *bem-estar térmico* para descrever o estado do animal em relação ao ambiente em que ele se encontra (ABLAS, 2002; HAFEZ, 1973; SILANIKOVE, 2000).

De acordo com Nããs (1989), os fatores climáticos mais significativos e que influenciam o bem-estar térmico são: a radiação solar, a influência da longitude e da latitude, a influência da altitude e da umidade relativa do ar, enquanto os elementos climáticos mais expressivos são: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a radiação solar, o grau de nebulosidade, os ventos e a pluviosidade. Todos estes componentes atuam de maneira simultânea no ambiente, e por consequência, nos animais. Em ambientes com altas temperaturas, a radiação solar direta e indireta, a velocidade do vento e a umidade são os principais fatores estressores para os animais (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994; SILANIKOVE, 2000).

Silva (2005) afirma que os problemas associados ao clima na produção animal vão além do entendimento dos processos e variações atmosféricas e do papel da cobertura do solo e topografia. É necessário um conhecimento de como os agentes estressores ambientais potenciais (temperatura do ar, umidade relativa, carga térmica radiante, velocidade do ar) podem afetar direta e adversamente a performance, saúde e bem-estar animal. As consequências indiretas dos episódios climáticos, como disponibilidade e qualidade da forragem também devem ser reconhecidas, bem como os seguintes fatores:

- a. Zona termoneutra das classes animais mais importantes, considerando as possíveis variações devidas ao clima e estações do ano. Dados climáticos passados deveriam ser analisados para se estabelecer riscos e possibilidades.
- b. Avaliação detalhada das trocas térmicas para indivíduos e grupos de animais, que indicam o desbalanceamento entre produção e dissipação de calor metabólico, sob diversas combinações realistas de variáveis climáticas. Fenômenos climáticos de duração estendida, que afetem a disponibilidade de alimento podem ter impactos marcantes sobre a performance. Caso as restrições alimentares ocorram simultaneamente ao estresse térmico, ou caso haja competição por reservas corporais (como no caso de gestação), então as desordens metabólicas podem ter efeitos plenamente conhecidos apenas após o nascimento da nova geração.
- c. Compreensão, preferencialmente quantitativa, de como as variáveis ambientais afetam as trocas térmicas nos animais. Estas sugerem de que forma o ambiente deveria ser manipulado, através de abrigos contra ventos, radiação e precipitação; da escolha do local para sua instalação ou pelo uso de recursos artificiais para prover aquecimento ou resfriamento direto.
- d. A dependência climática de doenças e parasitismo, especialmente no tocante à época e intensidade do problema. A exposição aos patógenos resulta em infecção dependendo, entre outros fatores, da quantidade de microrganismos contraídos e da ocorrência de estresse ambiental (particularmente estresse térmico) no período.

Quando expostos a um ambiente diferente do original ou quando ocorre uma mudança brusca no mesmo ambiente, os animais reagem ao estresse térmico com mudanças fisiológicas e comportamentais (BACCARI JÚNIOR, 2001). Quando a temperatura externa extrapola os limites fisiológicos (temperaturas críticas inferior e superior) e o animal começa a ganhar calor, logo aciona vários mecanismos para promover a perda de calor e voltar ao equilíbrio térmico (SANTOS, 1999).

Em sua maioria, as alterações efetuadas por um animal envolvem a dissipação do calor para o ambiente e a redução da produção do calor metabólico (SILANIKOVE, 1992, 2000; TITTO, 1998).

As principais reações homeostáticas contra o estresse térmico em mamíferos incluem o aumento das taxas respiratórias e de sudorese, redução do ritmo cardíaco e da ingestão de alimentos (SILANIKOVE, 2000). Segundo Santos (1999), a alta temperatura aumenta o fluxo sanguíneo na superfície do corpo, levando ao aumento da sudorese e à dissipação do calor pela evaporação.

De maneira geral o animal perde calor por condução, convecção, radiação, evaporação da água e expirando o ar. No entanto, as perdas por radiação e convecção só são realçadas em ambientes com temperaturas menores (SILANIKOVE, 2000).

Blackshaw e Blackshaw (1994) complementam que em ambientes com altas temperaturas, as perdas evaporativas são os principais mecanismos para a dissipação de calor em bovinos.

O estresse térmico depende da produção interna de calor e de fatores que influem nas trocas térmicas, que por sua vez dependem dos gradientes de temperatura e pressão de vapor existentes entre o animal e o ambiente. Silanikove (2000) reporta que o equilíbrio da temperatura corporal é mantido em níveis relativamente constantes, pois existe um balanço entre a produção e a perda de calor. Os fatores que aumentam a produção de calor corporal incluem exercícios, o ato de tremer, tensões imperceptíveis da musculatura, aumento do metabolismo químico, febre decorrente de doenças, e o aumento do calor externo; entre os fatores que aumentam a perda de calor está a mudança interna na distribuição de sangue, diminuição da condutância dos tecidos, realçada pela sudorese, salivagem, vasodilatação periférica, camada mais curta de isolamento (pêlos), ambiente mais frio, entre outros.

Através da pele o animal absorve calor na forma de energia radiante ou através de convecção ou condução, quando a temperatura do ambiente está acima da temperatura da pele; contudo, Findlay (1950) afirma que a pele dos bovinos é um importante meio para a dissipação de calor por condução, radiação e por evaporação da água. A perda de calor através da pele depende em parte do gradiente de temperatura entre esta e o ar, objetos sólidos ou líquidos; perdas por vias não evaporativas tendem a diminuir quando a temperatura ambiente sobe, tornando o animal dependente da vasodilatação periférica e da evaporação de água para reforçar a perda de calor e prevenir o aumento da temperatura corporal (BERMAN et al., 1985). A alta temperatura provoca a dilatação dos vasos

sanguíneos e o aumento do fluxo na superfície do corpo, levando à elevação da sudorese e da dissipação de calor pela evaporação, aumentando a necessidade de água para o organismo.

Com o aumento da umidade relativa, diminui a dissipação de calor pela pele por perda na difusão de água (FINDLAY, 1950; HAFEZ, 1973; TITTO et al., 1998). Se a temperatura do ar aumentar e o ar continuar úmido, a perda de calor decrescerá até que o animal passe a receber calor do meio-ambiente, especialmente se estiver sob a ação direta da radiação solar. Findlay (1950) acrescenta ainda que a carga de energia radiante incidente no animal, em regiões tropicais, pode ser maior que três vezes o total de calor endógeno produzido pelo próprio animal.

A coloração da pelagem dos bovinos é um importante mediador do impacto da radiação solar, pois afeta a troca de calor por convecção e evaporação do suor (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994). Essa coloração faz pouca diferença na perda de calor, mas afeta o ganho de calor por radiação (MCFARLAND, 1999).

As características físicas da pelagem podem afetar o ganho ou perda de calor não-evaporativo (MCFARLAND, 1999; YOUSEF, 1985).

McFarland (1999) ressalta que, a pelagem molhada aumenta a perda de calor por condução e que alguns animais incrementam a perda de calor evaporativo umedecendo a superfície corporal com saliva ou molhando-se com água, o que corrobora as conclusões de Titto et al. (1996) em trabalho que utilizou banhos de água sobre a superfície corporal de bubalinos. Esse fato confere à pele e pelagem uma grande importância como meio essencial de dissipação de calor endógeno.

A tolerância ao calor varia de acordo com as espécies, com as raças e dentro das raças. A adaptação do animal, ou o fato de possuir uma tolerância ao calor elevada, permite uma melhor resposta termorregulatória, facilitando a manutenção do equilíbrio homeotérmico (ABLAS 2002; SANTOS, 1999). Entretanto, meios para dissipação de calor podem ser colocados à disposição dos animais, com o intuito de melhorar as condições térmicas externas e conseqüentemente beneficiar o equilíbrio da temperatura interna por parte do animal (TITTO, 1998).

Como respostas comportamentais, os animais diminuem o pastejo e ambulação, buscam por sombra, isolam-se de seus companheiros, estendem os membros buscando aumentar a superfície de troca, buscam pisos frios e molham a superfície corporal com água (PIRES et al., 1998).

No dia-a-dia da fazenda os bovinos invariavelmente enfrentam situações que causam desconforto, calor ou frio, radiação solar, moscas e predadores. Paranhos da Costa (2006) afirma que tais condições podem, em conjunto ou isoladamente, levar os animais ao estresse. As raças melhor adaptadas geralmente apresentam respostas adequadas a enfrentar tais situações, mas para tanto os animais dependem de certos recursos que devem estar disponíveis.

Por exemplo, os bovinos podem mudar seu padrão de pastejo diurno para noturno para reduzir o estresse pelo calor, podem também buscar a forragem em áreas sombreadas ou com maior ventilação; podendo ocorrer sem que haja efeitos negativos do clima sobre eles. Mas é sempre importante saber se tais ajustes no comportamento estão ocorrendo e sob quais condições, pois em determinadas situações (ausência de sombra, por exemplo) as necessidades para redução do estresse podem ser maiores do que as necessidades nutricionais, levando os animais à redução na ingestão de alimentos (ARNOLD; DUDZINSKI, 1978), com consequências previsíveis no seu desempenho produtivo.

Segundo Baccari Júnior (1998), altas temperaturas do ar, principalmente quando associadas a altas umidades e à radiação solar direta, são os principais elementos climáticos estressores causadores de baixo desempenho do gado. Animais de raças mais especializadas e de alta produção são particularmente sensíveis ao estresse por calor, devido à função produtiva especializada e à alta eficiência na utilização dos alimentos, como consequência da intensa produção de calor associada à digestibilidade e ao metabolismo de grandes quantidades de nutrientes. A redução da produtividade nos animais sob estresse térmico deve-se, primordialmente, ao menor consumo de alimentos, à hipofunção da tireóide e ao gasto de energia necessária para dissipação de calor corporal.

## **2.6 Efeitos do clima no desempenho**

O calor é o maior limitante da produtividade dos animais em zonas tropicais e áridas, segundo Silanikove (1992, 2000). O estresse por calor é um dos principais limitantes na produção de bovídeos nos trópicos, devido às mudanças drásticas que ocorrem nas funções biológicas do animal (ABLAS, 2002). Alterações nas condições ambientais podem causar uma redução significativa dos processos de crescimento e

reprodução animal, pois em climas quentes afetam a bioenergética dos animais, e causam impactos negativos na performance e bem-estar. Reduções na ingestão de alimentos, crescimento e eficiência são comumente reportadas em bovinos sob estresse pelo calor (BROWN-BRANDL et al., 2005; HAHN, 1999).

Hahn e Mader (1997) apontam que os impactos da carga térmica são bastante variados, ocorrendo desde nenhum efeito em exposições breves até a morte de animais mais sensíveis durante uma onda forte de calor. As implicações negativas de longas exposições a situações estressantes são mais evidentes nas fases críticas da produção animal. Uma queda na eficiência reprodutiva pode ser um indicador dramático de um sistema de produção, ou ao menos de componentes de um sistema, percebido como ameaçador e, portanto, ter impactos negativos sobre o bem-estar animal (LAY; WILSON, 2001). Perdas significativas nos índices reprodutivos de novilhas e vacas são ocasionadas pela alta temperatura ambiental (THATCHER et al.; 1974; THATCHER; COLLIER, 1982).

As altas temperaturas do ar, principalmente quando associadas a altas umidades relativas e radiação solar intensa são causas de redução na produção de leite de vacas de alta e mesmo moderada produção. A radiação solar incidente sobre vacas, quando da ausência de sombra nas horas mais quentes do dia no verão tropical, pode tornar-se um forte estressor, reduzindo a produção (TITTO, 1998).

O crescimento, geralmente mensurado através do ganho de peso, é outra característica produtiva que pode ser marcadamente deprimida por exposições prolongadas a situações estressantes (LAY; WILSON, 2001). Santos (1999) também ressalta o fato de que o ganho de peso pode ser afetado pelas condições climáticas adversas, ocasionando perdas na produção e produtividade individual de cada animal, e por consequência de todo o rebanho.

Chrousos (1997) afirma que níveis elevados de glicocorticóides circulantes em resposta a estímulos estressores podem impactar diretamente parâmetros metabólicos que regulam a secreção do hormônio do crescimento (GH). Ademais, as mesmas concentrações de glicocorticóides podem estimular a secreção hipotalâmica de somatostatina, que inibe diretamente a secreção de GH. Isto ocasiona também prejuízos na secreção e atuação do fator de crescimento IGF-1.

Huntingford (1984) ressalta que, além de perdas na produção, a saúde dos animais pode ser afetada por condições que acarretam desconforto. Lay e Wilson

(2001) destacam também outro efeito bastante conhecido do estresse: a diminuição da função imune. O exemplo mais clássico deste fenômeno é a manifestação de doenças em animais que passaram por transporte. Mais uma vez, a concentração aumentada de glicocorticóides surte efeitos negativos sobre macrófagos, células mononucleares periféricas, neutrófilos e praticamente todos os componentes do sistema imune.

O resultado final de todas essas mudanças será a limitação do crescimento, da produção e da reprodução (ALBRIGHT; ALLISTON, 1972; BACCARI JÚNIOR et al., 1984, 1998; BIANCA, 1973; FINCH, 1984; FINDLAY, 1950; IGONO et al., 1992; JACOBSEN, 1996; MARAI; HABEEB, 1998; SILANIKOVE, 1992, 2000; TITTO, 1998; YOUSEF, 1985).

Em ambientes de clima quente, duas estratégias podem ser utilizadas para aumentar o desempenho animal: a primeira é utilizar raças que sejam geneticamente adaptadas ao ambiente local; a segunda é alterar o ambiente a fim de reduzir o estresse térmico pelo calor (HANSEN; ARÉCHIGA, 1999).

Desta maneira, para que existam condições de bem-estar, dois contextos devem ser observados: quando o animal não consegue manter a homeostase e quando consegue a custo de muito esforço. Paranhos da Costa e Cromberg (1997) reportam que os animais possuem sistemas funcionais de controle, que atuam na tentativa de manter o equilíbrio de funções como a temperatura corporal; e quando estimulados, acionam esses sistemas na tentativa de encontrar recursos para manutenção do equilíbrio. Tais sistemas conduzem a diferentes comportamentos, que são necessários para entender como cada espécie ou raça responde às condições ambientais, definindo seu grau de susceptibilidade a situações potencialmente redutoras do bem estar, e conseqüentemente da produção.

## **2.7 A raça Angus**

A raça Aberdeen-Angus é originária de um grupo relacionado às raças mochas locais do nordeste e centro da Escócia, em um clima que exigia animais vigorosos (FELIUS, 1985; FRASER, 1959; WILLIAMS, 1967).

Segundo Santiago (1975), os criadores Hugh Watson, da região de Angus, e William McCombie, do condado de Aberdeen, empenharam-se na formação da raça,

que por esse fato recebeu a denominação Aberdeen Angus, também conhecida como Polled Angus, ou Black Polled. A raça foi reconhecida oficialmente em 1835.

As principais características desta raça que pertence à subespécie *Bos taurus taurus* são: a baixa mortalidade dos bezerros, facilidade de parto (fato esse devido tanto à habilidade materna quanto ao baixo peso ao nascer do bezerro/a), o fator genético dominante para a ausência de chifres, alta conversão alimentar, precocidade sexual, crescimento acelerado (grande velocidade de ganho de peso), longevidade, docilidade, adaptabilidade a uma ampla gama de climas e condições ambientais, altos níveis de fertilidade, a produção de leite das vacas, e especialmente, a habilidade de transmitir carcaças de qualidade superior, pois é a raça com o maior desenvolvimento para qualidade de carne (FRASER, 1959; SANTOS, 1999), sendo muito utilizada em cruzamentos (SANTIAGO, 1975; SANTOS, 1999).

A conformação geral da raça é especialmente representada por animais de corpo cilíndrico, profundo e compacto, com pêlos de comprimento curto a longo, existindo animais com pelagem negra ou vermelha (que deu margem à formação de uma variedade dessa cor, sendo essa a única diferença existente em relação ao gado negro), segundo reportam Fraser (1959), Willians (1967), Santiago (1975), Felius (1985) e Santos (1999). Esta variedade é também conhecida como Red Aberdeen Angus, ou simplesmente Red Angus, e foi especialmente trabalhada por criadores dos estados do Texas e Oklahoma, nos Estados Unidos, onde foi estabelecida a Associação de Red Angus em 1954 (FELIUS, 1985).

Atualmente a raça está presente nos países de vanguarda onde a carne bovina é produzida (FRASER, 1959; SANTOS, 1999). São bons pastadores e suportam bem o calor, afirma Willians (1967).

Para Santiago (1975) a raça Angus adapta-se exclusivamente às regiões clima temperado, e afirma que em experimentos realizados no Estado de São Paulo, demonstrou-se à inconveniência de sua exploração em zonas de clima subtropical e tropical.

Segundo Santos (1999), o desenvolvimento de novas tecnologias sempre leva em conta as virtudes da raça Angus, pois é tida como uma raça-base da pecuária moderna; ou seja, a raça apresenta certas virtudes que se tornam cada vez mais importantes, tais como o baixo peso ao nascer, a habilidade de se adaptar a climas tropicais, a qualidade da carne e a facilidade de produzir animais precoces.

## 2.8 A raça Caracu

As características do gado Caracu são uma evolução adaptativa de raças de origem portuguesa, introduzidas no Brasil no início da colonização, sendo assim um animal taurino, porém adaptado ao clima tropical. As raças que contribuíram para a formação do gado Caracu eram provenientes de cruzamentos entre raças originárias basicamente de dois troncos: o Aquitânico, composto pelas raças Transtagana, Minhota, Alentejana e outras; e o tronco *Ibérico*, representado pelas raças Barrosã, Arouquesa, Mirandesa e Brava (EL FARO, 1996).

Nicolau et al. (2004) afirmam que no começo do século XX, os animais da raça Caracu eram considerados fortes e rústicos, sendo utilizados para trabalhos de tração, produção de leite e carne. A partir da década de 70, as qualidades adaptativas e produtivas da raça Caracu foram sendo reavaliadas e valorizadas, e houve um resgate da raça em várias regiões do país (LIMA et al., 1992).

Em geral, o Caracu apresenta pelagem amarela de várias tonalidades e mucosas de cor clara, às vezes pigmentadas (DOMINGUES, 1961, LIMA et al., 1992). Segundo Leme Neto (1977), alguns selecionadores procuraram levar as características do Caracu a se aproximar do tipo aquitânico de bovino, que apresenta epiderme despigmentada e pelagem homoganeamente bastante clara. O autor comenta que tais metas levam a um prejuízo das características fisiológicas, uma vez que a pigmentação escura da pele seria mais adequada ao clima tropical.

## 2.9 A raça Nelore

A raça bovina Nelore pertence à subespécie *Bos taurus indicus*, sendo, portanto uma raça zebuína. Os zebuínos são provavelmente originários do sul do continente asiático, e chegaram à América trazidos pelos colonizadores (SANTIAGO, 1972). Dentre as variedades zebuínas trazidas para o Brasil, o Nelore é a que vem sofrendo maior intensidade de seleção. Algumas características do gado Nelore que o tornam tão popular entre os criadores são a habilidade para aproveitamento das forragens, mesmo grosseiras, a agilidade dos bezerros, sua facilidade para mamar e a fertilidade de vacas e touros (SANTIAGO, 1975).

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Zebu (2007), a raça Nelore predomina atualmente no cenário pecuário brasileiro, estimando-se que represente 80% da força produtiva da indústria da carne no país. As características da raça como produtora de carne vêm apresentando índices de desempenho econômicos notáveis. Mesmo naqueles nichos de mercado em que os cruzamentos têm apresentado bom crescimento a raça Nelore tem papel fundamental, e constitui um grande patrimônio genético para a bovinocultura.

## 2.10 Comportamento de bovinos a pasto

Na década de 1950 iniciaram-se os esforços no estudo do comportamento de bovinos no pasto, com ênfase para as atividades de ingestão e ruminação. Esses estudos ganharam força, e vários trabalhos têm sido publicados sobre o comportamento dos bovinos em suas interações com as plantas que consomem, trazendo à luz conhecimentos importantes para o manejo das pastagens e destes seus habitantes. Entretanto, há outros aspectos relacionados à vida dos bovinos nas pastagens que são pouco considerados ou ainda esquecidos. Condições e atividades que, além da disponibilidade e ingestão de alimentos, fazem parte da rotina de vacas, touros, bezerros e outras categorias de animais das subespécies *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* presentes nas criações (PARANHOS DA COSTA, 2000).

A observação do comportamento animal (especialmente em condições livres, ou ao menos próximas das encontradas em seus habitats naturais) fornece uma ampla gama de informações necessárias para o real entendimento de como os animais devem ser manejados em sistemas de produção.

Entende-se por atividade livre, o comportamento de um animal quando deixa de estar submetido à vigilância humana, tendo a liberdade de seguir seus próprios *instintos*. O bovino criado a pasto continua sobre a influência do homem, pois esse é quem determina o local, e por consequência, o alimento, a água e o espaço que estão disponíveis ao animal; contudo seu comportamento pode ser considerado livre em tais condições (LEE, 1954); buscando a menor interferência ou limitação possível na expressão do comportamento natural dos bovinos, facilitando a adaptação desses aos sistemas de criação e estabelecendo avanços na interação entre

humanos e bovinos, mesmo em condições que resultem em estresse aos animais, como no caso das vacinações (PARANHOS DA COSTA, 2000).

Ao possibilitar tal liberdade aos animais, mesmo que em um pasto cercado, os bovinos são motivados a explorar e investigar o novo local. Esse comportamento exploratório consiste em qualquer ação que forneça novas informações sobre o ambiente. Os bovinos exploram todo novo pasto/piquete onde são colocados e prestam atenção inicialmente aos limites do local, seguindo as cercas antes de explorar o interior do cercado. Fontes de água para ingestão são importantes locais a serem encontrados. Em piquetes pequenos que permitam uma visão ampla, o grupo se dispersa rapidamente adotando o espaçamento característico do pastejo; por outro lado, em grandes pastos, dias ou semanas podem transcorrer antes que uma parte do local seja explorada por todo o grupo (FRASER; BROOM, 1997); sendo que os bovinos geralmente aprendem com facilidade quando o alimento e a água são colocados em locais diferentes dos habituais.

A rotina do rebanho bovino envolve as manifestações de comportamentos de manutenção; os animais permanecem parados, caminham, deitam-se, alimentam-se, bebem água, realizam higiene corporal em si mesmos e nos outros, apresentam interações agonísticas e ruminam (MITLOHNER et al., 2001).

Segundo Fraser e Broom (1997), o ato de buscar alimento envolve uma série de comportamentos e estímulos, e referem-se às atividades dos animais quando estão se movendo de tal maneira a encontrar ou adquirir o alimento.

O termo pastejo refere-se ao ato de comer a planta forrageira fresca no campo/pasto (HAFEZ, 1973; PARANHOS DA COSTA, 2000; VOISIN, 1974).

No caso dos hábitos de pastejo de bovinos, o comportamento ingestivo refere-se à sequência de eventos que levam à ingestão da planta forrageira (ou água/mineral), e varia em função de fatores nutricionais e não-nutricionais. Os fatores nutricionais incluem o preenchimento do rúmex, nível de ácido acético ruminal, demanda por nutrientes, entre outras, provocando respostas do sistema nervoso central através de vários estímulos integrados no cérebro, resultando no início e término da alimentação (CURTIS; HOUP, 1983).

Segundo Poppi et. al. (1987), além dos fatores nutricionais, os fatores não-nutricionais são importantes determinantes na ingestão, modificando a atividade de pastejo. Estes fatores são influenciados essencialmente pela estrutura do pasto e pelo comportamento dos animais. Os autores ressaltam que os bovinos utilizam os

sentidos (visão, paladar, olfato e tato) para avaliar o esforço envolvido na atividade de pastejo, e se esse esforço é muito grande, a ingestão é limitada a níveis abaixo da demanda por nutrientes, salientando que a ingestão por bocado diminui com a redução na disponibilidade de pasto – quantidade e qualidade da planta forrageira – e o aumento no tempo de pastejo geralmente é insuficiente para manter a atividade de ingestão, até que o ato impertinente na captura/recolhimento do capim ocasiona o cessar do pastejo.

Os bovinos são animais gregários (PARANHOS DA COSTA, 2000), ou seja, vivem em grupo, e embora a vida em grupo traga uma série de vantagens adaptativas (como a defesa contra predadores) ela também traz o aumento na competição por recursos, principalmente quando escassos. Como exemplo, quando um animal se alimenta, outro pode ser estimulado, estando com fome ou não (CURTIS; HOUP, 1983).

Além dos fatores acima mencionados, fatores influenciados pelas condições climáticas e ambientais podem afetar e alterar os hábitos de pastejo dos bovinos. Os atos espontâneos em ambientes quentes dependem, de certo modo, do estado de equilíbrio térmico do animal em dado momento (LEE, 1954).

O pastejo ocupa grande parte do tempo de bovinos, sejam eles leiteiros (cerca de 8 horas por dia) ou para corte (cerca de 9 horas por dia). O comportamento de pastejo é afetado por muitos fatores, inclusive condições ambientais e espécies forrageiras. O gado normalmente permanece em pé para pastar, e o padrão de pastejo de cada membro do rebanho é relativamente semelhante. O animal se move lentamente através do pasto com o focinho próximo ao solo, abocanhando e cortando a forrageira, que é deglutida sem ser mastigada (BLACKSHAW, 2003).

Em um estudo com sete raças bovinas, Rogalsky (1975) constatou que em condições climáticas de vento e umidade elevados o pastejo ocupou 48% do tempo dos animais, contra 67% em condições sem vento ou nuvens.

Hafez (1973) afirma que os bovinos pastam de 4 a 5 períodos a cada 24 horas, de acordo com a localidade geográfica. Os maiores períodos ocorrem durante o amanhecer, no meio da manhã, no começo da tarde e próximo do pôr-do-sol, sendo que os períodos onde o pastejo ocorre de maneira mais contínua são no começo da manhã e final da tarde (FRASER, 1999; FRASER; BROOM, 1997; HAFEZ, 1973). Hafez (1973) acrescenta que, em bovinos de corte a atividade mais

intensa de pastejo ocorre das 4h00 às 8h00 e das 16h00 às 20h00, com atividade moderada das 10h00 às 12h00. O pastejo no período noturno é mais frequente no verão, quando os bovinos preferem pastear e beber água nos horários em que as temperaturas são mais amenas (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994; HAFEZ, 1973). Krysl e Hess (1993) afirmam que em temperaturas muito elevadas e/ou quando há ausência de sombreamento os bovinos realizam o pastejo predominantemente no período noturno. Rebanhos condicionados ao sistema rotacionado apresentam maior velocidade de pastejo que o gado mantido em lotações contínuas e toleram menor oferta de forragem, sabendo que o alimento estará disponível no próximo piquete. O período de pastejo é aumentado quando se introduz o rebanho em um novo pasto, pois mais tempo é despendido explorando a área.

Durante a parte mais quente do dia os animais preferem ruminar ou permanecer em ócio (descansar). Fraser e Broom (1997) ressaltam que os bovinos evitam alimentarem-se durante as horas mais quentes do dia, pois procuram sombra neste horário.

Ainda segundo Hafez (1973), períodos de pastejo são alternados com períodos de exploração, ócio e ruminação, e em geral as atividades do rebanho funcionam como uma unidade; ou seja, todos os membros ocupam-se com a mesma atividade ao mesmo tempo, se pastejando, em ócio ou ruminando, sendo que esta última atividade é realizada, na maioria das vezes, enquanto os animais estão deitados ou em decúbito esternal (FRASER; BROOM, 1997; HAFEZ, 1973), ocorrendo desta maneira de 65 a 80% do tempo total de ruminação. Tais afirmações estão em consenso com Hodgson (1990), que diz que a maioria dos membros de um grupo de animais normalmente pastejam ao mesmo tempo, e que em muitas circunstâncias o grupo ou rebanho tende a seguir o mesmo padrão de comportamento, existindo uma variação maior entre os indivíduos na atividade de ruminação; complementa que, diariamente, a atividade de pastejo ocupa no total de 6 a 12 horas, dependendo das condições do pasto, e é dividida de 3 a 5 períodos, sendo que as mais longas e intensas ocorrem ao amanhecer e antes do anoitecer, sendo que usualmente um período de ruminação ocorre logo após cada período de pastejo (FRASER; BROOM, 1997; HODGSON, 1990), entretanto, a maior parte da ruminação ocorre à noite, e totaliza de 6 a 8 horas diariamente.

Segundo Tribe (1955) a ruminação é realizada durante o período de descanso, e ocupa aproximadamente três quartos do tempo despendido com o

pastejo. Caso o pastejo não seja restringido pelo manejo, disponibilidade de forragem ou por fatores ambientais e a pastagem for de boa qualidade, esta relação, representada por Ruminação:Pastejo (R:P), pode ser alterada pela qualidade da forrageira. Se a pastagem é boa, o tempo de ruminação é mais curto e a taxa R:P é baixa (0,4); caso a forragem possua baixa qualidade, o período de ruminação é mais longo e o valor de R:P é alto (1,3).

Fraser e Broom (1997) ressaltam que, a somatória dos períodos de pastejo totalizam de 4 a 14 horas, a de ruminação de 4 a 9 horas sendo dividida entre 15 e 20 períodos (FRASER; BROOM, 1997; HAFEZ, 1973), e que o período que permanecem deitados totaliza de 9 a 12 horas, durante as 24 horas do dia, podendo variar em regiões tropicais. Durante o dia o gado geralmente descansa em decúbito esternal enquanto ruma, podendo também deitar para descansar sem ruminar, e quando não estão pastejando, os animais optam por descansar sem ruminar. Fraser e Broom (1997) e Silanikove (2000) acrescentam que hábitos diurnos de alimentação são característicos do comportamento de pastejo de bovinos, sendo que sua distribuição está correlacionada com a proporção de horas de luz e escuridão, tendo o pastejo maior prevalência durante as horas de luz; entretanto, a proporção de pastejo diurno e noturno é afetada pelo clima quente, onde a atividade de pastejo ocorre com maior frequência à noite.

Dentre os comportamentos inerentes ao pastejo, as atividades de deslocamento e/ou locomoção tem grande importância, permitindo ao animal optar por determinada região no interior do piquete e selecionar qual o melhor estágio ou parte da planta forrageira ingerir, dentro de toda a gama de plantas existentes no pasto, pois os bovinos são seletivos no que se refere aos seus hábitos alimentares. Em experimentos de campo, Hafez (1973) e Fraser e Broom (1997) reportam que, os bovinos pastejam a maior parte do tempo sob a luz do dia e cobrem em média 4 Km por dia, despendendo aproximadamente 2 horas na locomoção, mas esses valores são influenciados pelo tamanho do piquete e pela qualidade da pastagem, além de poderem aumentar consideravelmente em situações de ventos excessivos, clima quente ou úmido e até mesmo se existir abundância de moscas e insetos ao redor. Além da seleção do alimento, os animais podem deslocar-se por grandes distâncias em busca de água, de sal mineral e de proteção (contra o calor ou frio, por exemplo), sendo que tais dispositivos devem estar estrategicamente localizados.

A quantidade de tempo que o gado passa em ócio depende das condições ambientais e tempo despendido com ruminção, pastejo e reprodução. Estudos com gado zebuino demonstraram preferências individuais por locais de descanso, que puderam ser confirmada durante 12 meses. Os animais costumam evitar fontes de barulho e perturbações, e podem escolher locais não habituais caso os preferidos estejam sendo afetados por estes fatores (REINHARDT et al., 1978).

O comportamento de ingestão de água é influenciado por vários fatores, como a temperatura do ambiente (a elevação da temperatura do ar aumenta a necessidade de ingestão de água), a raça em questão (quando em ambientes similares, raças européias e seus cruzamentos consomem mais água que raças zebuínas), a idade e tamanho do animal, ingestão de matéria seca, entre outros (FRASER; BROOM, 1997; HAFEZ, 1973); acrescentam ainda que, o gado bebe água geralmente de 1 a 4 vezes durante o dia (2 vezes em média), um pouco antes do horário do meio-dia, no final da tarde e começo da noite, e raramente ingere-a a noite e no começo da manhã, sendo a ingestão mais frequente nas estações quentes ou quando estão sobre pastagens de baixa qualidade.

Segundo Paranhos da Costa e Cromberg (1997), para animais da raça Angus (pelagem vermelha e negra), a distribuição percentual da frequência de ingestão de água em função do período do dia pode ser assim dividida: 30% das 6h00 às 10h00; 40% das 10h00 às 14h00 e 30% das 14h00 às 18h00. Para animais da raça Nelore e Brangus os percentuais obtidos foram de 17%, 67% e 16% para os mesmo períodos, respectivamente; os autores salientam que a água é um dos mais importantes nutrientes, particularmente para animais mantidos em climas quentes, pois exerce efeito no bem-estar térmico, ocasionado pelo resfriamento direto – desde que a água esteja em temperatura inferior à do corpo do animal – e serve como veículo primário de transferência de calor através da evaporação cutânea e respiratória.

As reações de várias raças de gado em diferentes condições climáticas foram estudadas a campo (FINDLAY, 1950), no entanto, têm se observado que um fator atua sobremaneira no comportamento de bovinos a pasto: a alta temperatura do ar.

A radiação solar é o fator preponderante na termorregulação de ruminantes a pasto (GEBREMEDHIN, 1985). Blackshaw e Blackshaw (1994) acrescentam que a radiação solar é componente significativa na carga de calor em bovinos e sua redução, através do uso da sombra, é importante para manter o consumo de

alimento, e por consequência, o crescimento, e até mesmo a sobrevivência dos animais. Findlay (1950), Hafez (1973), Fraser e Broom (1997) e Silanikove (2000) atentam para o fato de que a redução na ingestão de alimento, a diminuição da atividade de pastejo e a procura pela sombra são respostas imediatas ao estresse térmico pelo calor, pois pastejando menos há diminuição tanto na ingestão de alimento (o que reduz o ganho de calor pela atividade de digestão), quanto na atividade muscular que envolve o pastejo, que também produz calor.

Além disso, a sombra proporciona bem-estar ao animal, devido à diminuição da temperatura do ambiente e consequentemente do animal, o que ocasiona um aumento na ingestão de alimentos e água, principalmente se estes estiverem sob a sombra (HEAD, 1995). Paranhos da Costa e Cromberg (1997) e Paranhos da Costa (2000) destacam que, em ambientes quentes com alta incidência de radiação solar, deve-se proporcionar sombra aos animais, reduzindo assim o aquecimento corporal e facilitando a termorregulação, pois o aperfeiçoamento do ambiente térmico traz benefícios à produção animal, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização de alimentos.

Blackshaw e Blackshaw (1994) acrescentam que existe uma preocupação com o bem-estar, relativa ao estresse térmico pelo calor e a provisão de sombra para o gado bovino, pois em climas quentes, o gado procura sombra com frequência, e esta pode reduzir a carga de radiação em 30% ou mais (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994; PARANHOS DA COSTA; CROMBERG, 1997). De maneira geral, pode-se afirmar que os animais buscam o conforto e evitam o desconforto, assim, em situações e regiões onde a radiação solar direta é intensa e a temperatura do ar é alta (maior que 28°C), a sombra é procurada pela maioria das raças européias de gado (FRASER; BROOM, 1997).

Quando o sombreamento natural não está satisfatoriamente disponível, o sombreamento artificial proporciona uma melhora considerável nas condições térmicas ambientais (BUCKLIN; BRAY, 1998). Blackshaw e Blackshaw (1994) citam valores entre 1,8 m<sup>2</sup> e 4,2 m<sup>2</sup> de sombra por animal (bovinos de leite), sugerindo 5,6 m<sup>2</sup> como desejável. De acordo com Silanikove (2000) estruturas de sombreamento bem projetadas reduzem a carga de calor total em 30% a 50%, sendo que as perdas de calor através da respiração totalizam somente 15%.

Blackshaw e Blackshaw (1994), Fraser e Broom (1997), Paranhos da Costa e Cromberg (1997), Paranhos da Costa (2000) e Silanikove (2000) atentam para o fato

de que os animais buscam áreas sombreadas nas horas mais quentes do dia, evitando a radiação solar direta. Paranhos da Costa e Cromberg (1997) ressaltam para o fato de que os animais procuram a sombra praticamente o dia todo, inclusive em horários com baixa incidência de radiação solar.

Durante o clima quente o gado pode usar a sombra, e seu comportamento de pastejo pode ser influenciado pela disponibilidade desta, deixando-a somente para procurar água no final da tarde ou à noite, sendo que em dias quentes o gado gasta mais tempo deitado, especialmente quando há pouco vento (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994); os autores acrescentam que a alta temperatura e umidade influenciam a procura por sombra em animais da raça Shorthorn, que permaneceram de 9 a 11 horas sob a sombra durante o verão em condições tropicais, mas em condições excepcionais de altas temperaturas do ar, da carga de radiação direta e umidade todas as raças de gado tornam-se vulneráveis ao estresse por calor, podendo em certos casos ocasionar a morte.

Estudos realizados com a raça Angus (pelagem negra) citados por Findlay (1950), com a temperatura do ar entre 24,4°C e 39,4°C mostram que os hábitos dos animais variam conforme a condição climática. Em situações de céu nublado e sem vento, os animais permaneceram em atividades de pastejo, descansando ao sol e descansando sob a sombra por, respectivamente, 79%, 0% e 21% do tempo do dia para animais com pêlo longo, e 69%, 0% e 31% para animais com pêlo tosquiado. Animais cruzados  $\frac{1}{2}$  Angus e  $\frac{1}{2}$  Brahman apresentaram para as mesmas atividades (pastejo, descansando ao sol e sob a sombra) as seguintes porcentagens, respectivamente: 73%, 0% e 27%. Em condições de sol sem vento, os animais puros de pêlo longo, de pêlo tosquiado e meio-sangue permaneceram, respectivamente, 54%, 0%, 46%; 44%, 2%, 54%, e 62%, 28%, 10% para as atividades de pastejo, descanso ao sol e descanso sob a sombra. Para condições de sol, com vento, os resultados obtidos foram 75%, 0%, 25%; 64%, 3%, 33% e 83%, 17%, 0%, respectivamente para as mesmas atividades. Mesmo tosquiando os animais Angus não houve aumento no tempo de pastejo.

Paranhos da Costa e Cromberg (1997) citam que os bovinos da raça Angus (pelagem negra e vermelha) permanecem aproximadamente 20% do tempo total no qual ficam sob a sombra no período das 6h00 às 10h00, 60% das 10h00 às 14h00 e 20% das 14h00 às 18h00. Salientam ainda que, os animais de pelagem vermelha

permaneceram sob a sombra 14% do dia (6h00 às 18h00) enquanto os animais de pelagem negra 22% para o mesmo período

Fraser e Broom (1997) reportam que são comportamentos comuns em animais a procura por sombra, a defecação e urinação disciplinada em locais pré-selecionados, o abrigo do vento e também molhar o corpo no calor (denominados cuidados com o corpo – do inglês “body care”).

Segundo reporta Hafez (1973) em algumas áreas o uso de “sprinklers” (banhos por aspersão) pode ocasionar um aumento no tempo de pastejo. Ford (1992) afirma que a sombra e a água para banho oferecem condições similares de termorregulação, pois as temperaturas retais de animais submetidos apenas à sombra foram estatisticamente iguais às de animais com acesso à água. Blackshaw e Blackshaw (1994) acrescentam que, o balanço entre a carga de calor e a dissipação deste pode ser alcançada pela redução da radiação solar e também molhando os animais suficientemente para reduzir a temperatura da pele.

Os bovinos podem permanecer em pé na água quando a temperatura é alta (FRASER; BROOM, 1997). Acrescentam que o gado tem predileção por permanecer em pé, com os pés e a parte inferior dos membros na água por longos períodos, em dias ensolarados e quentes; e que todo o grupo de animais (ou rebanho) frequentemente adota a mesma estratégia de termorregulação.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Local

As três fases experimentais foram realizadas no Laboratório de Biometeorologia e Etologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, a 21°57'06" de latitude sul e 47°27'01" de longitude oeste, a 597 m acima do nível do mar, nas dependências da Universidade de São Paulo, no Campus Administrativo de Pirassununga, Estado de São Paulo.

### 3.2 Experimentos e animais

Foram realizados três períodos experimentais em verões distintos (2005, 2006 e 2007), um para cada raça: Caracu, Angus e Nelore, respectivamente. Ambos obedeceram à mesma metodologia e ocorreram entre os meses de janeiro e fevereiro de cada ano. Os detalhes sobre idade, peso e número de animais utilizados em cada experimento encontram-se na Tabela 2:

Tabela 2 – Informações sobre os experimentos

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Raça	Caracu	Angus (vermelho)	Nelore (mocho)
Nº de animais	6	6	6
Idade (meses)	16-18	14-15	15-18
Peso médio	450 Kg	400 Kg	415 Kg

### 3.3 Tratamentos e condições de manejo

Os experimentos foram conduzidos nos três piquetes experimentais do Laboratório de Biometeorologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da USP. Os piquetes contíguos utilizados possuíam área de 0,33 hectare cada, ambos dotados de bebedouros artificiais do tipo australiano e cochos para suplementação mineral. A pastagem existente, em ambos os tratamentos foi de gramínea *Brachiaria decumbens* cultivada, e os piquetes foram divididos por cerca de arame farpado (paraguaia). Para cada piquete foi destinado um tratamento diferente (Figura 1):

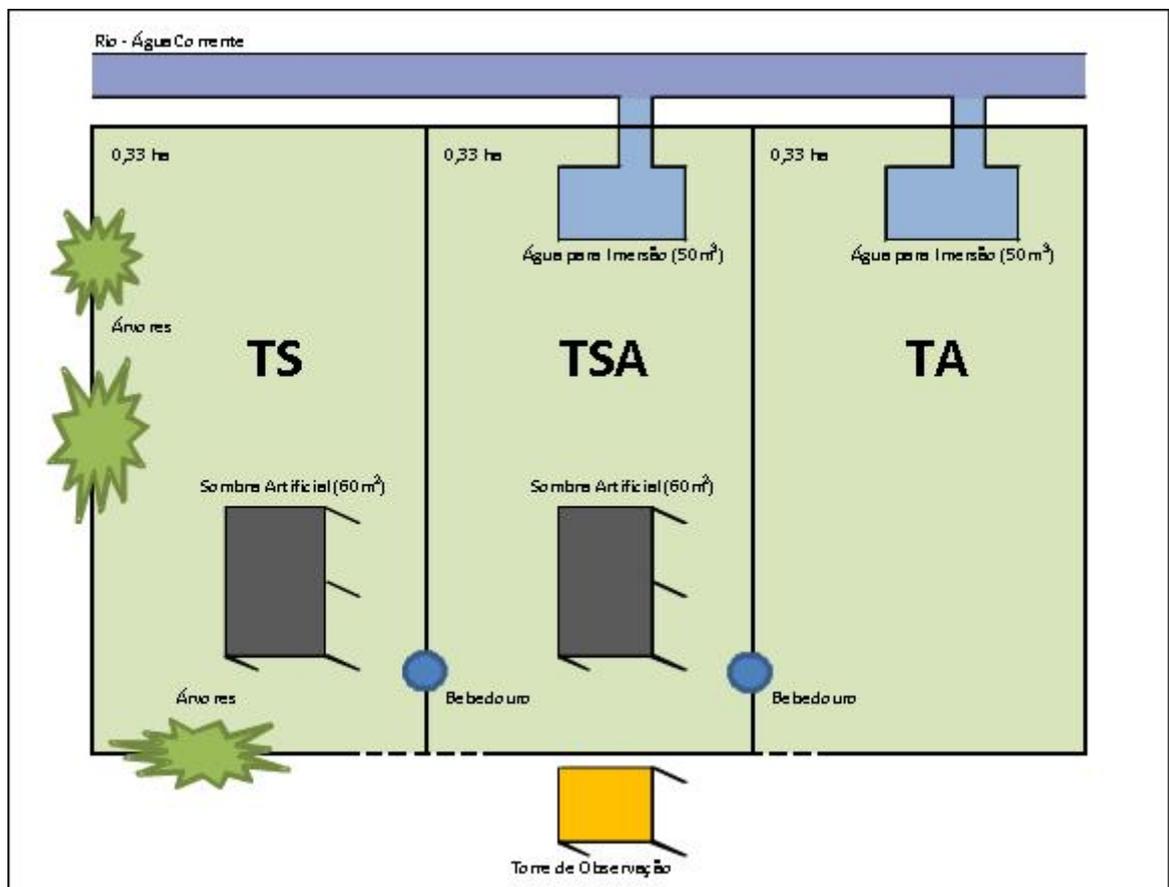


Figura 1 – Visão esquemática, sem escala, dos três piquetes experimentais (TS: disponibilidade de sombra natural e artificial; TSA: disponibilidade de sombra artificial e de água para imersão e TA: disponibilidade de água para imersão)

A ordem dos tratamentos foi estabelecida de maneira que as observações tivessem início no tratamento TS, em seguida TSA e TA, respectivamente.

As sombras naturais do tratamento TS são provenientes de árvores e as sombras artificiais nos tratamentos TS e TSA são de malha de polietileno, com 80% de filtração (retenção solar), cobrindo uma área de 6 x 10 m, totalizando 60 m<sup>2</sup> cada, oferecendo sombras com áreas suficientemente grandes para abrigar todos os animais ao mesmo tempo (10 m<sup>2</sup> por animal). A água para imersão dos tratamentos TSA e TA foi uma “piscina” cavada no chão, com 5 m de largura por 10 m de comprimento e aproximadamente 0,5 m de profundidade, o que também atende às necessidades de todos os animais, mesmo no caso de todos decidirem utilizá-la ao mesmo tempo, permitindo ainda que os animais mantivessem distância suficiente entre si.

Os animais para os três experimentos foram numerados no pelame com tinta atóxica, para identificação individual durante as observações de comportamento. Também em todos os experimentos os animais foram mantidos em um único grupo para cada tratamento, evitando o efeito de interação entre animais de tratamentos adjacentes, e os piquetes experimentais foram utilizados um de cada vez.

### 3.4 Variáveis climáticas e comportamentais

As variáveis climáticas: temperatura do globo negro (TGN) ao sol e à sombra, umidade relativa do ar (UR%), nebulosidade e velocidade do ar foram colhidas a cada 15 minutos, durante todos os períodos experimentais. As temperaturas e umidade relativa foram determinadas através do uso de termômetros de globo negro e higrômetro, a velocidade do ar foi classificada de 1 a 3 e a nebulosidade de 1 a 5, de modo subjetivo, seguindo uma pré-classificação apresentada na Tabela 3. Estas duas medidas foram posteriormente utilizadas para confirmar os horários de maior radiação solar e temperatura do ar.

Tabela 3 – Classificação da nebulosidade e velocidade do ar

Classificação	Nebulosidade	Velocidade do ar
1	Céu limpo (brigadeiro)	Parado
2	Cirrus (sol coberto, mas com luz)	Brisa
3	Parcialmente nublado (sol encoberto)	Vento
4	Nublado (sem sol)	--
5	Chovendo (sem sol)	--

O período de observação mínimo efetivo em cada experimento foi de 3 dias para cada tratamento, totalizando pelo menos 9 dias de colheita de dados para cada experimento. Respeitou-se um período de adaptação mínimo de 24 horas no próprio piquete do tratamento antes do início da colheita de informações.

O registro de comportamento individual dos animais foi feito através de colheita instantânea e contínua, com amostragem pelo método focal, preconizado por Martin e Bateson (1986), com intervalo amostral de 15 minutos, de forma direta, por períodos contínuos de no mínimo 10 horas, entre o amanhecer e anoitecer. As variáveis comportamentais observadas foram: Posição (ao sol, à sombra natural e artificial e na água), Postura (em pé ou deitado) e Atividade (em pastejo parado ou em movimento, ruminação, deslocamento, em ócio ou outras atividades - eventos), conforme o etograma de trabalho apresentando a seguir (Figura 2).

O consumo de água e de sal mineral foi incorporado em “outras atividades/eventos” e foram registrados sempre que ocorriam. Os valores absolutos (tempo em minutos) obtidos nas observações comportamentais foram transformados em frequências (porcentagens) para facilitar possíveis comparações com outros trabalhos.

<b>ETOGRAMA DE TRABALHO</b>
Observações a intervalos de 15 minutos, durante um período de 2 minutos
<b>Categoria 1 – Posições</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ao Sol – animal posicionado diretamente sob o sol</li> <li>2. A Sombra Natural – animal sob a sombra (árvores), protegido da ação direta do sol</li> <li>3. A Sombra Artificial - animal sob a sombra (sombrite), protegido do sol</li> <li>4. Na Água – animal dentro da água (parcial ou totalmente)</li> </ol>
<b>Categoria 2 – Posturas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em Pé</li> <li>2. Deitado – em decúbito esternal ou lateral</li> </ol>
<b>Categoria 3 – Atividades</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em Pastejo Parado – recolhendo a pastagem com a boca e ingerindo-a, sem deslocamento.</li> <li>2. Em Pastejo em Movimento – recolhendo a pastagem com a boca e ingerindo-a, caminhando.</li> <li>2. Em Ruminação – fazendo movimentos de mastigação sem recolher o capim.</li> <li>3. Em Deslocamento – caminhando com ou sem pausa, dentro dos 2 minutos de observação, sem ruminar ou pastear.</li> <li>4. Em Ócio – sem atividade aparente, sem movimentação.</li> </ol>
<b>EVENTOS</b>
Ocorrências (atividades) eventuais e de curta duração, que não as anteriores; tais como
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Beber Água: anotar o horário e o animal.</li> <li>2. Ingerir Sal: anotar o horário e o animal.</li> <li>3. Grooming: animal se higienizando ou sendo higienizado por outro (ex: lambendo/coçando um ao outro). Anotar horário e animais envolvidos na ordem de dominância (ativo/passivo - lambendo /lambido).</li> <li>4. Interação Sexual: tentativa ou monta/exposição de pênis/penetração. Anotar horário e animais envolvidos na ordem de dominância (ativo/passivo - montou/montado).</li> <li>5. Interação Aconística: confronto entre animais/agressão (cabecada, paletada, empurrão). Anotar horário e animais envolvidos na ordem de dominância (ativo/passivo - bateu/apanhou-fuuiu).</li> <li>6. Outros eventos tais como: interferências abruptas (buzina, sirene, máquinas, pessoas etc).</li> </ol>

Figura 2 – Etograma de trabalho utilizado nos três experimentos

### 3.5 Análise Estatística

O modelo utilizado para a análise de comportamento, por se tratar de modelo não-linear, porém linearizável foi ajustado utilizando-se a teoria de modelos lineares generalizados proposta por Nelder e Wedderburn (1972), utilizando-se o procedimento GLIMMIX do software SAS. Denotando-se a esperança matemática  $E[Y_t]$  por  $\mu_t$ , pode-se tornar a expressão linear aplicando o logaritmo natural, obtendo-se então um preditor linear, funcionalmente ligado à média  $\mu_t$  pela função logit. Desta maneira o ajuste do modelo foi efetuado considerando que a distribuição dos resultados de cada variável de comportamento estudado ( $Y$ ) é binominal, com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$ , tendo o logaritmo como função de ligação,  $\text{Ln}(t)$  sendo  $t$  o conjunto de variáveis explanatórias. Considerou-se o efeito de animal em estrutura de medida repetida, o efeito de tratamento (TS, TSA e TA), os efeitos do tempo (situação avaliada a cada 15 minutos) dentro de tratamento com seus coeficientes linear, quadrático e cúbico, além do erro associado a cada observação. Adicionalmente, utilizou-se o mesmo modelo substituindo-se o efeito de tempo pela temperatura do globo negro ao sol (TGN sol).

Relata-se ainda que a estrutura de medidas repetidas com matriz de correlação componente de variância foi considerada na presente análise.

As comparações estatísticas, usando teste Tukey, foram realizadas sobre as médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos com uma aproximação do teste de qui-quadrado, porém serão apresentadas apenas as médias ajustadas com distribuições nas escalas originais, pois podem ser facilmente interpretadas e foram obtidas da seguinte forma:

$$f\beta = \frac{\exp(\beta)}{1 + \exp(\beta)}$$

Sendo:  $f\beta$  = média ajustada;  $\beta$  = preditor linear; exp = exponencial (constante de euler).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Variáveis climáticas

Os resultados obtidos para as variáveis climáticas (temperatura do globo negro ao sol, à sombra e umidade relativa do ar) nos três experimentos são apresentados nos tópicos a seguir.

#### 4.1.1 Experimento 1 – Raça Caracu

O comportamento médio das variáveis climáticas (TGN sol, TGN sombra e UR%) do experimento 1 para os diferentes horários do dia é apresentado nas figuras 3, 4 e 5, juntamente das respectivas médias preditas. Não houve diferença estatística ( $p < 0,01$ ) no comportamento das variáveis para os horários e dias do experimento (Tabela 4) e a evolução das temperaturas e umidade do ar durante o experimento deu-se de maneira semelhante para os diferentes dias de coleta e tratamentos.

Tabela 4 – Médias das variáveis climáticas do experimento 1 (Caracu) para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
TGN sol	33,52 <sup>a</sup>	(2,394)	34,90 <sup>a</sup>	(2,620)	32,23 <sup>a</sup>	(2,620)
TGN sombra	27,65 <sup>a</sup>	(1,446)	27,78 <sup>a</sup>	(1,582)	27,14 <sup>a</sup>	(1,582)
UR%	70,66 <sup>a</sup>	(6,046)	67,79 <sup>a</sup>	(6,617)	75,25 <sup>a</sup>	(6,617)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,01$ )

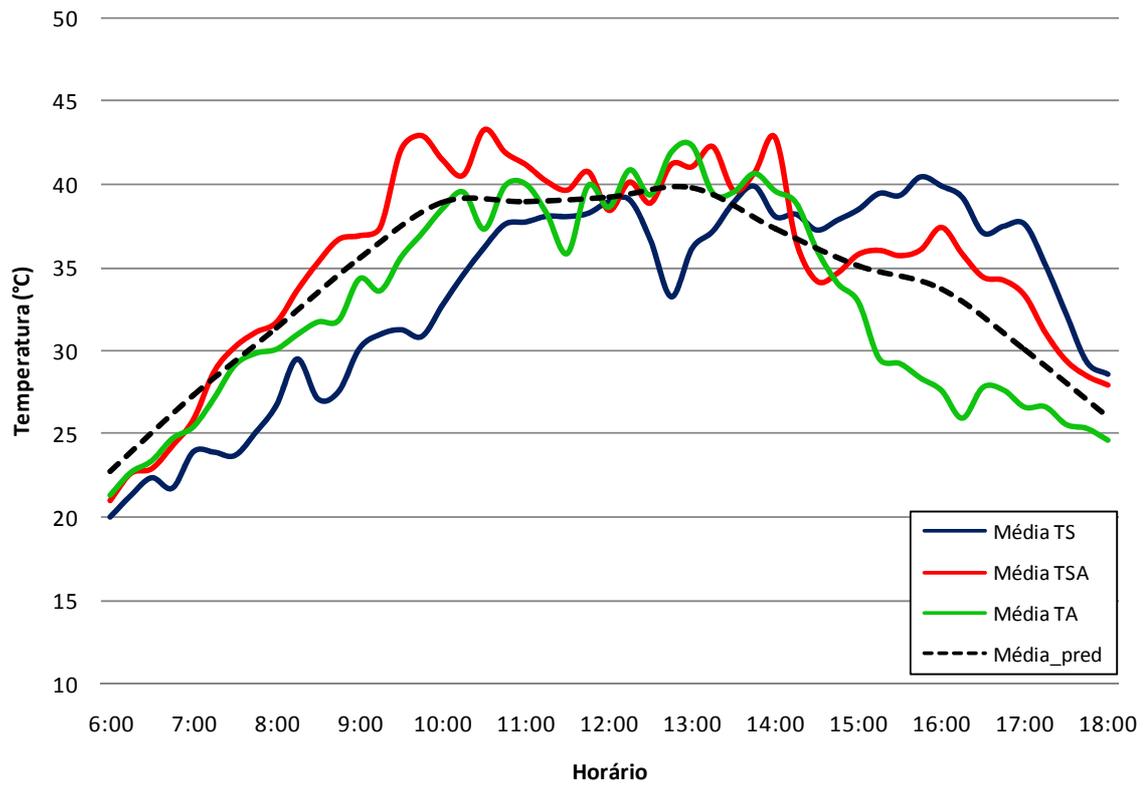


Figura 3 – Evolução horária da TGN sol (média de cada tratamento) e média predita

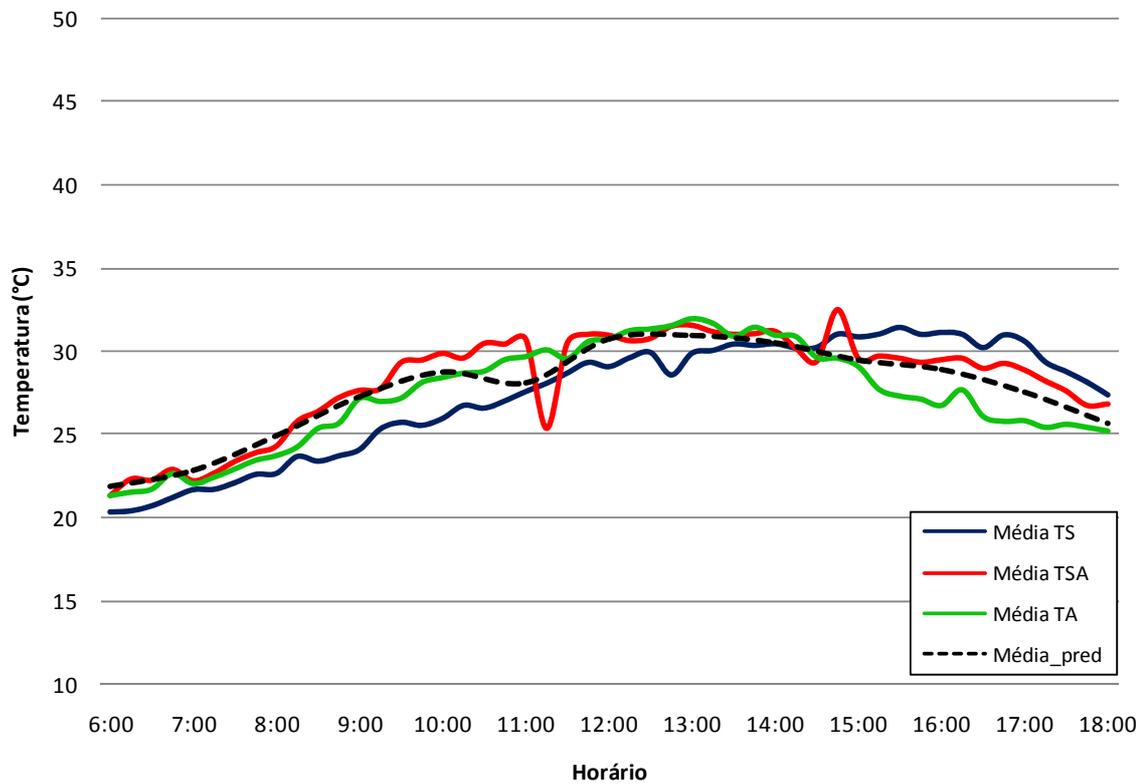


Figura 4 – Evolução horária da TGN sombra (média de cada tratamento) e média predita

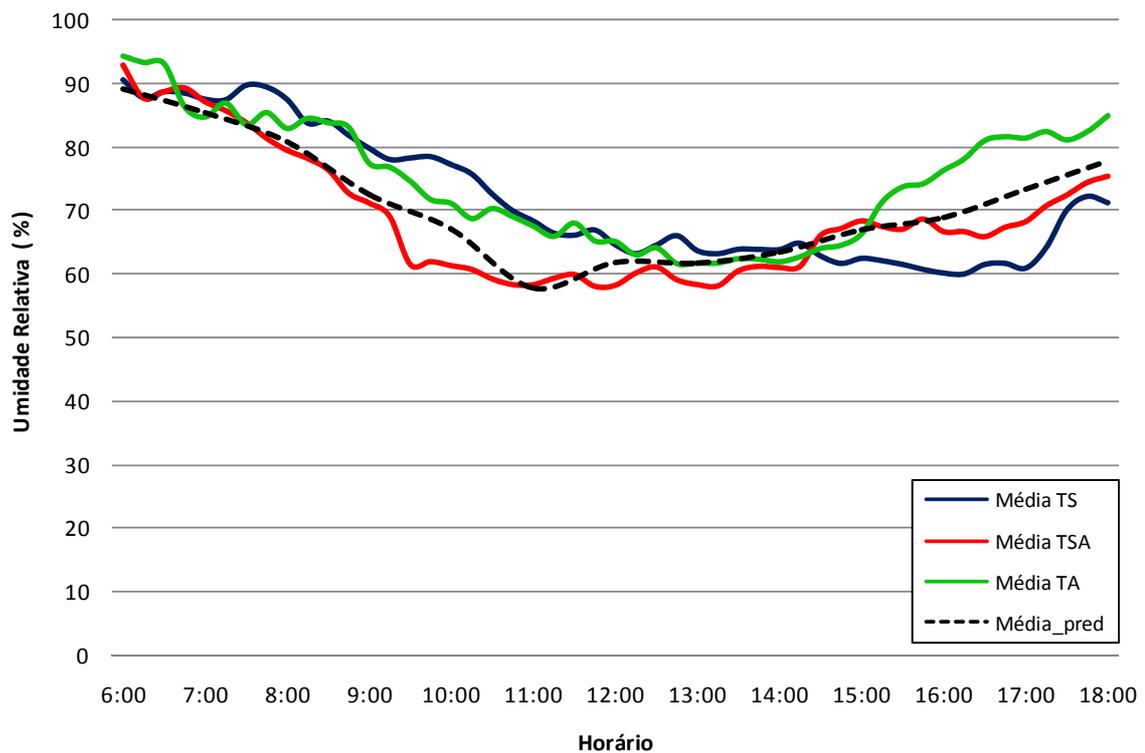


Figura 5 – Evolução horária da UR% (média de cada tratamento) e média predita

#### 4.1.2 Experimento 2 – Raça Angus

É apresentado a seguir (figuras 6, 7 e 8) o comportamento médio das variáveis climáticas (TGN sol, TGN sombra e UR%) do experimento 2 para os diferentes horários do dia e as respectivas médias preditas. Não houve diferença estatística ( $p < 0,01$ ) no comportamento das variáveis para os horários e dias do experimento (Tabela 5) e a evolução das temperaturas e umidade do ar durante o experimento deu-se de maneira semelhante para os diferentes dias de coleta e tratamentos.

Tabela 5 – Média das variáveis climáticas do experimento 2 (Angus) para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
TGN sol	30,90 <sup>a</sup>	(3,448)	31,63 <sup>a</sup>	(3,447)	27,26 <sup>a</sup>	(3,446)
TGN sombra	25,35 <sup>a</sup>	(1,861)	25,44 <sup>a</sup>	(1,860)	24,19 <sup>a</sup>	(1,860)
UR%	66,36 <sup>a</sup>	(5,652)	64,27 <sup>a</sup>	(4,627)	75,44 <sup>a</sup>	(4,608)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,01$ )

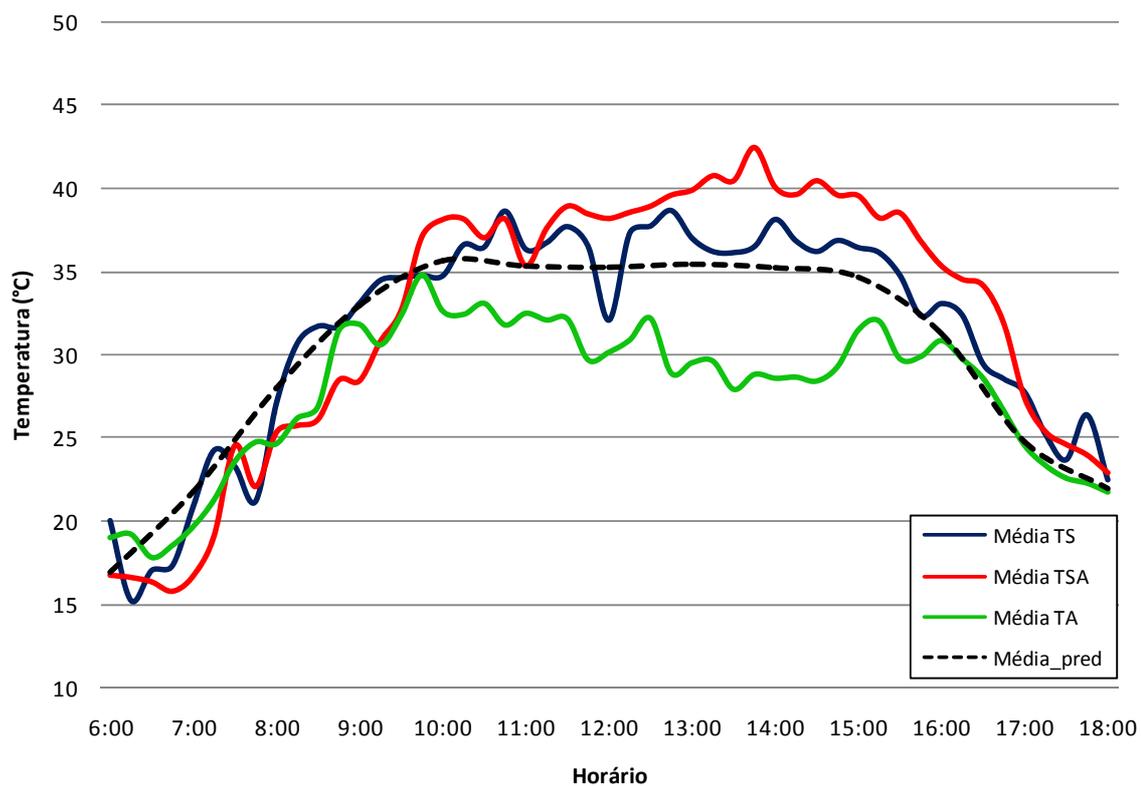


Figura 6 – Evolução horária da TGN sol (média de cada tratamento) e média predita

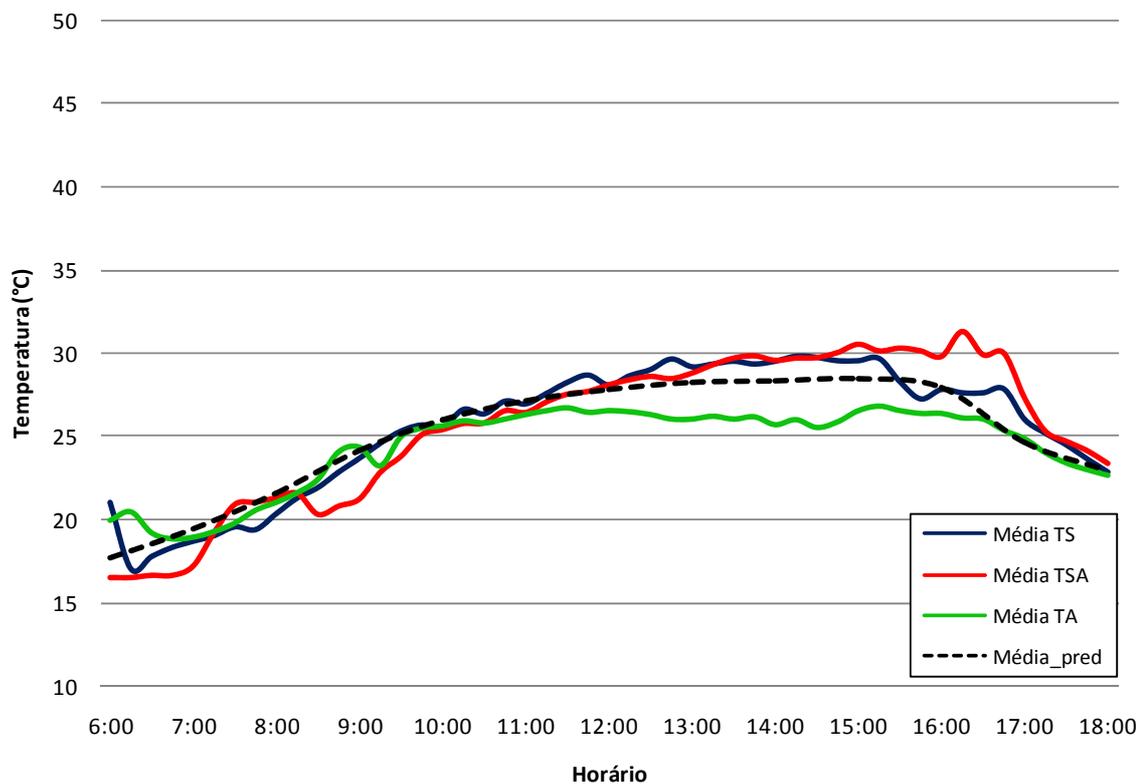


Figura 7 – Evolução horária da TGN sombra (média de cada tratamento) e média predita

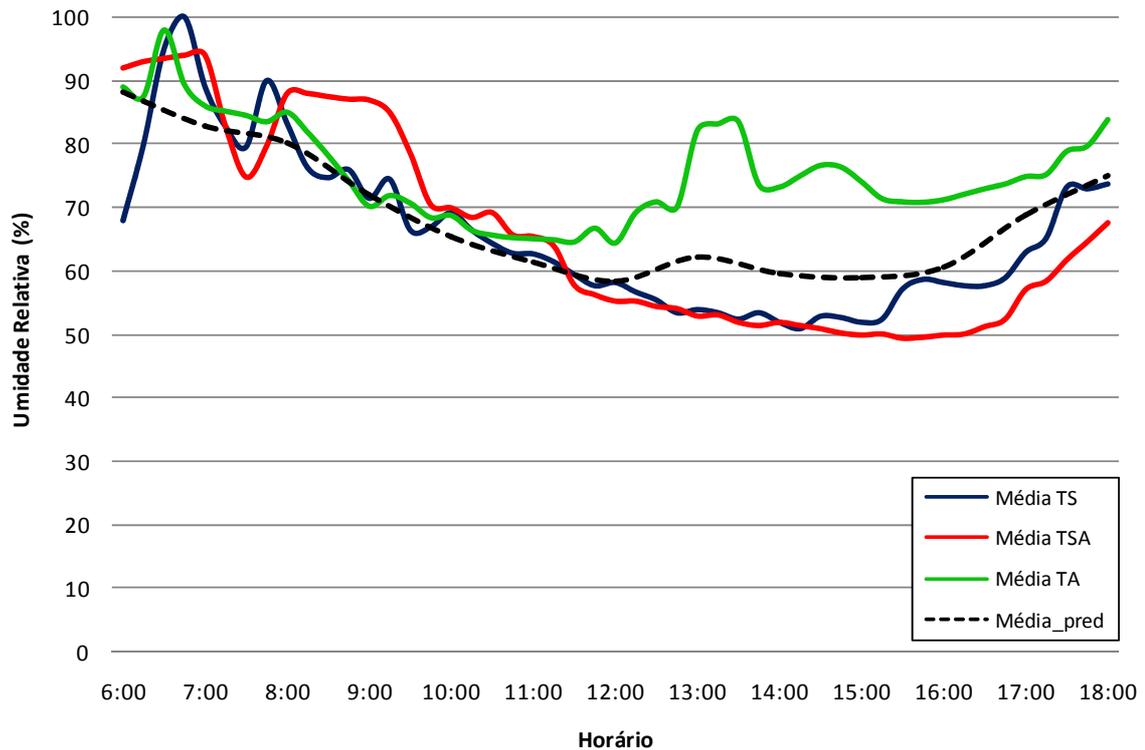


Figura 8 – Evolução horária da UR% (média de cada tratamento) e média predita

#### 4.1.3 Experimento 3 – Raça Nelore

A seguir, é apresentado o comportamento médio das variáveis climáticas (TGN sol, TGN sombra e UR%) e as médias preditas para o experimento 3 nos diferentes horários do dia (figuras 9, 10 e 11). A evolução das temperaturas e umidade do ar durante o experimento deu-se de maneira semelhante para os diferentes dias de coleta e tratamentos, não havendo diferença estatística ( $p < 0,01$ ) no comportamento das variáveis para os horários e dias do experimento (Tabela 6).

Tabela 6 – Média das variáveis climáticas do experimento 3 (Nelore) para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
TGN sol	32,18 <sup>a</sup>	(2,674)	33,47 <sup>a</sup>	(2,673)	36,46 <sup>a</sup>	(2,675)
TGN sombra	27,54 <sup>a</sup>	(0,957)	28,69 <sup>a</sup>	(0,957)	29,28 <sup>a</sup>	(0,958)
UR%	59,63 <sup>a</sup>	(5,785)	62,74 <sup>a</sup>	(5,784)	58,36 <sup>a</sup>	(5,787)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,01$ )

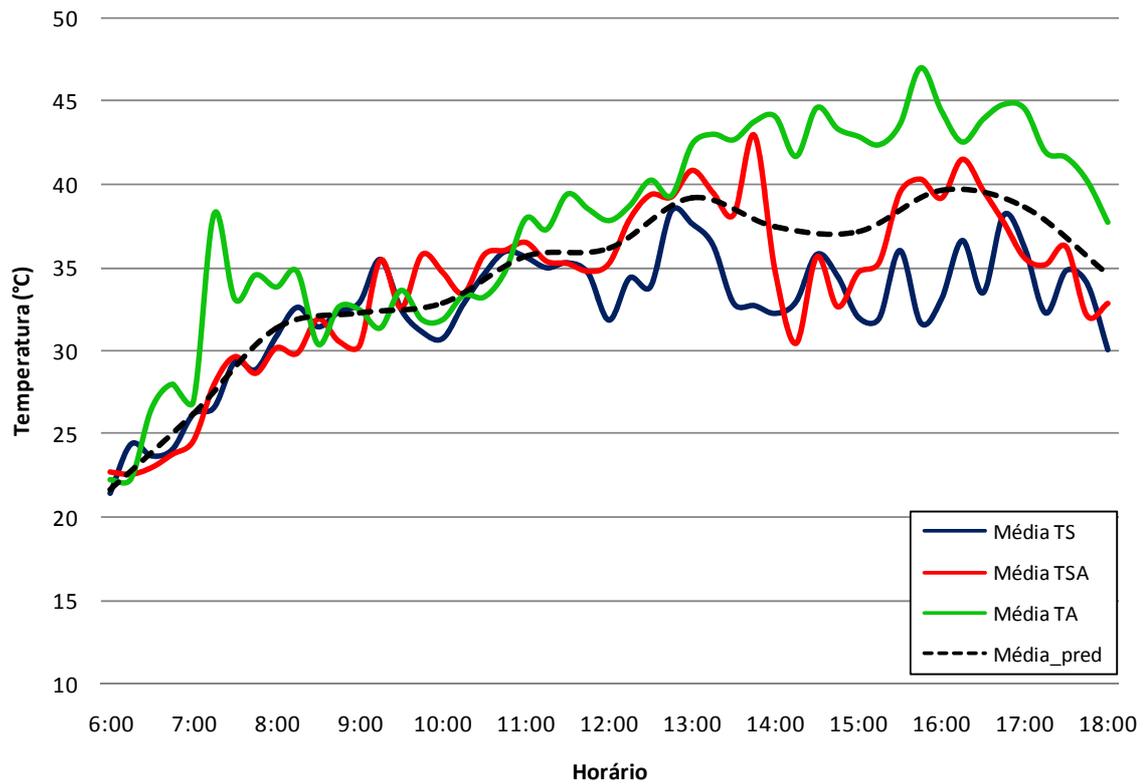


Figura 9 – Evolução horária da TGN sol (média de cada tratamento) e média predita

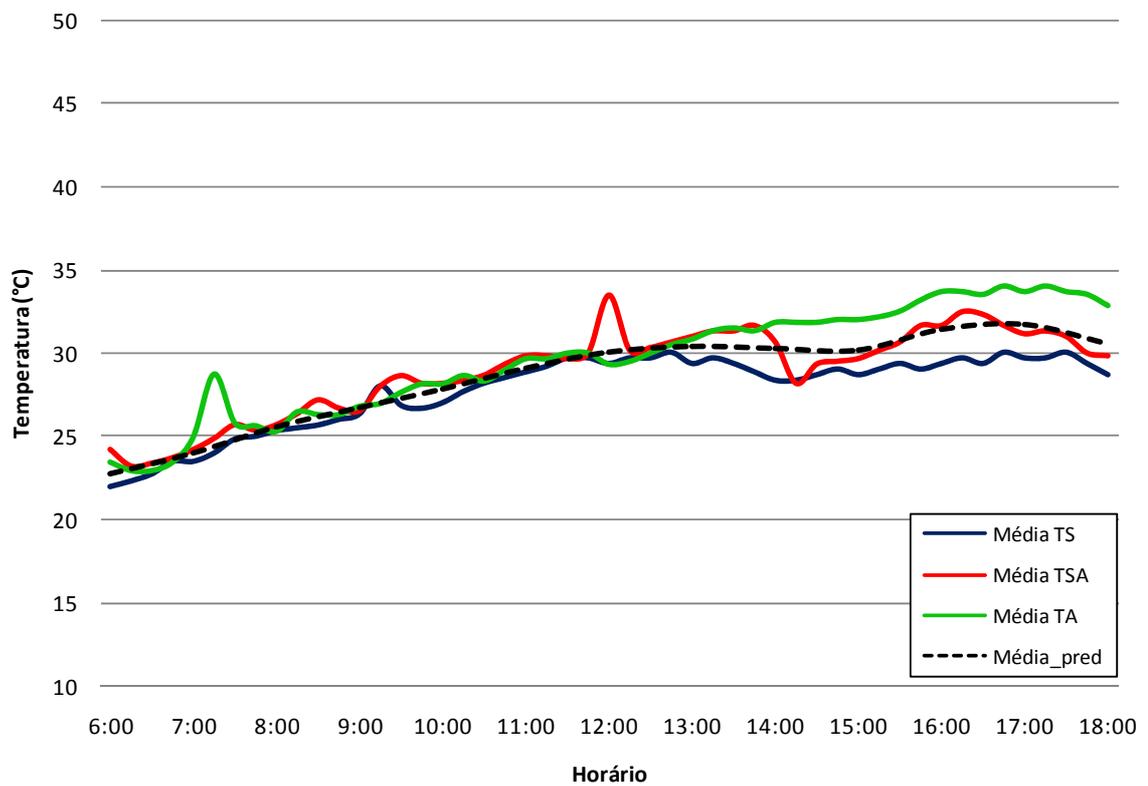


Figura 10 – Evolução horária da TGN sombra (média de cada tratamento) e média predita

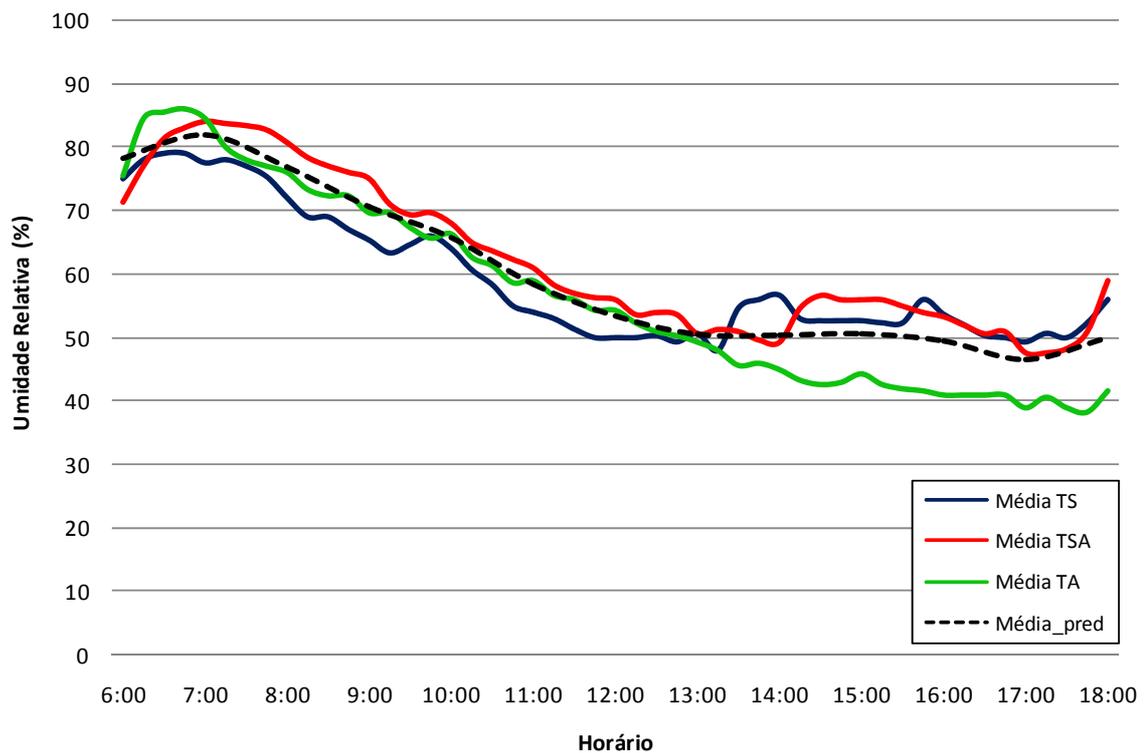


Figura 11 – Evolução horária da UR (média de cada tratamento) e média predita

## 4.2 Aspectos comportamentais

### 4.2.1 Experimento 1 – Raça Caracu

Os resultados obtidos para os principais aspectos comportamentais analisados dos animais da raça Caracu para os diferentes tratamentos são apresentados a seguir.

A tabela 7 mostra os resultados dos comportamentos gerados em função do horário do dia. Para efeitos de análise foram unificados os valores de utilização da sombra natural (quando disponível) e sombra artificial (idem) na variável “à sombra”. O mesmo foi feito para pastejo em movimento e parado, unificados na variável “em pastejo”. Houve diferença significativa ( $p < 0,10$ ) para permanência dos animais ao sol no tratamento com disponibilidade de sombra artificial e água para imersão (TSA), e também na atividade de ócio entre os tratamentos TS (sombra natural e artificial) e TA (água para imersão), sendo TSA semelhante aos demais.

Tabela 7 – Probabilidade média dos animais da raça Caracu executarem o evento em função do horário do dia para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
Ao sol	0,88 <sup>a</sup>	(0,065)	0,84 <sup>b</sup>	(0,091)	0,99 <sup>a</sup>	(0,008)
À sombra	0,12 <sup>a</sup>	(0,061)	0,15 <sup>a</sup>	(0,080)	--	--
Na água	--	--	0,002 <sup>a</sup>	(0,0017)	0,004 <sup>a</sup>	(0,0040)
Em pastejo	--	--	--	--	--	--
Em ruminação	--	--	--	--	--	--
Em ócio	0,19 <sup>a</sup>	(0,014)	0,18 <sup>ab</sup>	(0,014)	0,15 <sup>b</sup>	(0,013)
Em pé	--	--	--	--	--	--

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,10$ )

Na sequência, são apresentadas de forma gráfica as distribuições horárias das frequências dos parâmetros comportamentais analisados, respectivamente: posição ao sol, à sombra e dentro da água para imersão; atividade de pastejo, ruminação e ócio; e postura em pé. Adicionalmente, foram elaborados gráficos para diversos parâmetros comportamentais considerando-se a frequência média de ocorrência em função de três períodos (manhã, meio do dia e tarde) relacionados à evolução da temperatura do globo negro ao sol durante o dia.

Os animais permaneceram grande parte do tempo ao sol (mais de 60% do tempo total, em média) para ambos os tratamentos (figuras 12 e 13), havendo um aumento na procura pela sombra a partir das 10h00 para o tratamento TS e a partir das 8h00 para o tratamento TSA (figuras 14 e 15). Os animais utilizaram a sombra natural (proveniente das árvores) 83% das vezes para o tratamento TS.

A procura pelo recurso de água para imersão deu-se de maneira diferente para os tratamentos: ocorreu de maneira esporádica para o tratamento TSA (que também dispunha de sombra artificial) e em maior frequência para o tratamento que só dispunha da água para imersão (TA) como recurso de conforto térmico. O aumento da busca por este recurso no tratamento TA deu-se entre às 12h00 e 16h00 conforme apresentado nas figuras 16 e 17.

Para a atividade de pastejo foram observadas maiores frequências entre às 7h00 e 8h00 e 16h00 e 18h00, ocorrendo, no entanto, durante os diversos momentos do dia e de maneira não concentrada para ambos os tratamentos (figuras 18 e 19). Para ruminação, houve uma concentração mais homogênea no período do meio do dia (entre 10h00 e 16h00) para todos os tratamentos, e um pico após as

16h00 para o tratamento TA (figuras 20 e 21). O ócio foi observado com maior frequência (figuras 22 e 23) entre às 8h00 e 12h00 para o tratamento TSA, a partir das 14h00 para o tratamento TS e entre às 13h00 e 17h00 para TA. A permanência em pé ocorreu em mais de 60% do tempo em média para ambos os tratamentos (figuras 24 e 25).

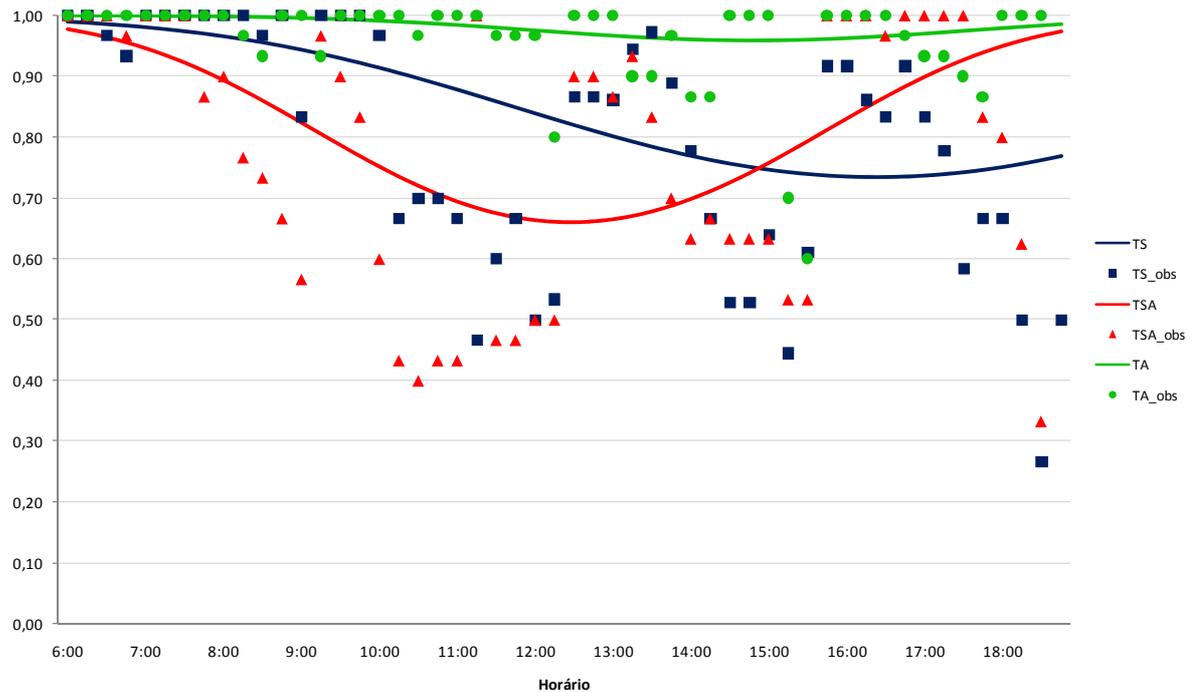


Figura 12 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição “ao sol” (observada e predita) para o experimento com a raça Caracu

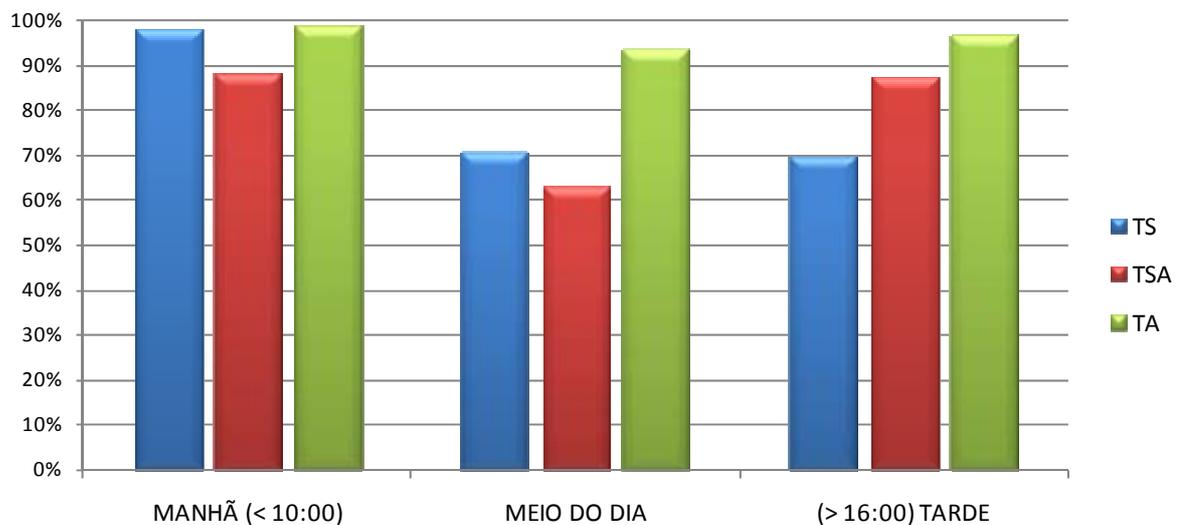


Figura 13 – Distribuição média observada da ocorrência da posição “ao sol” para os diferentes períodos do dia

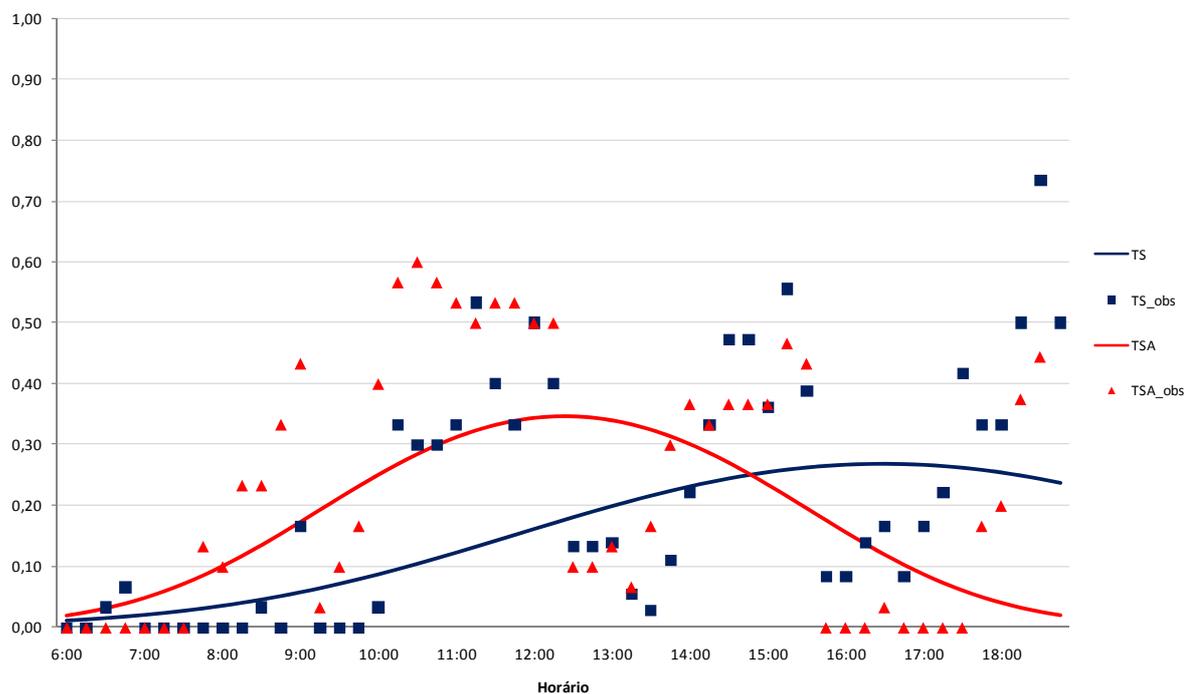


Figura 14 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição “à sombra” (observada e predita) para o experimento com a raça Caracu

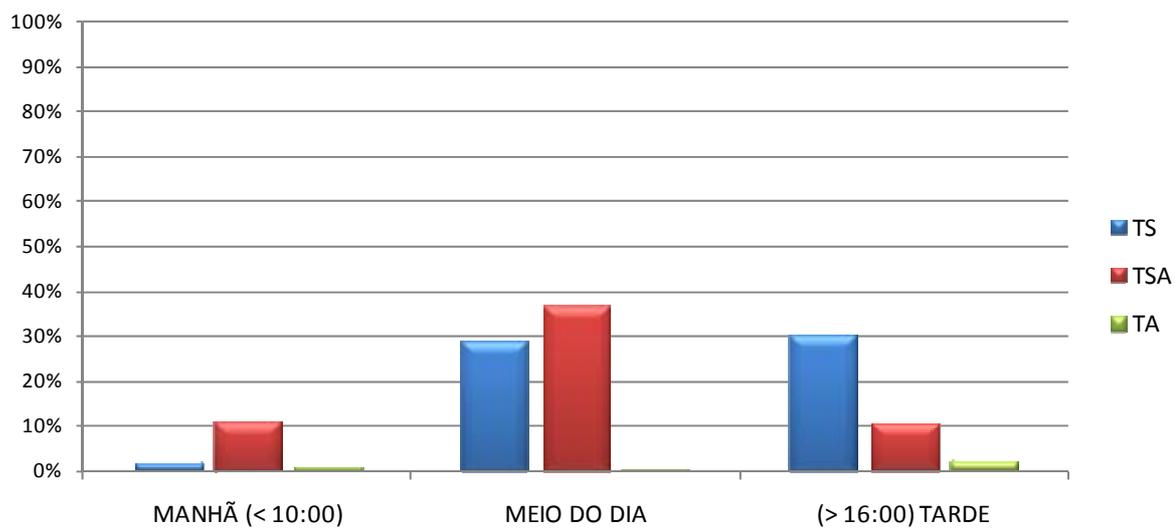


Figura 15 – Distribuição média observada da ocorrência da posição “à sombra” para os diferentes períodos do dia

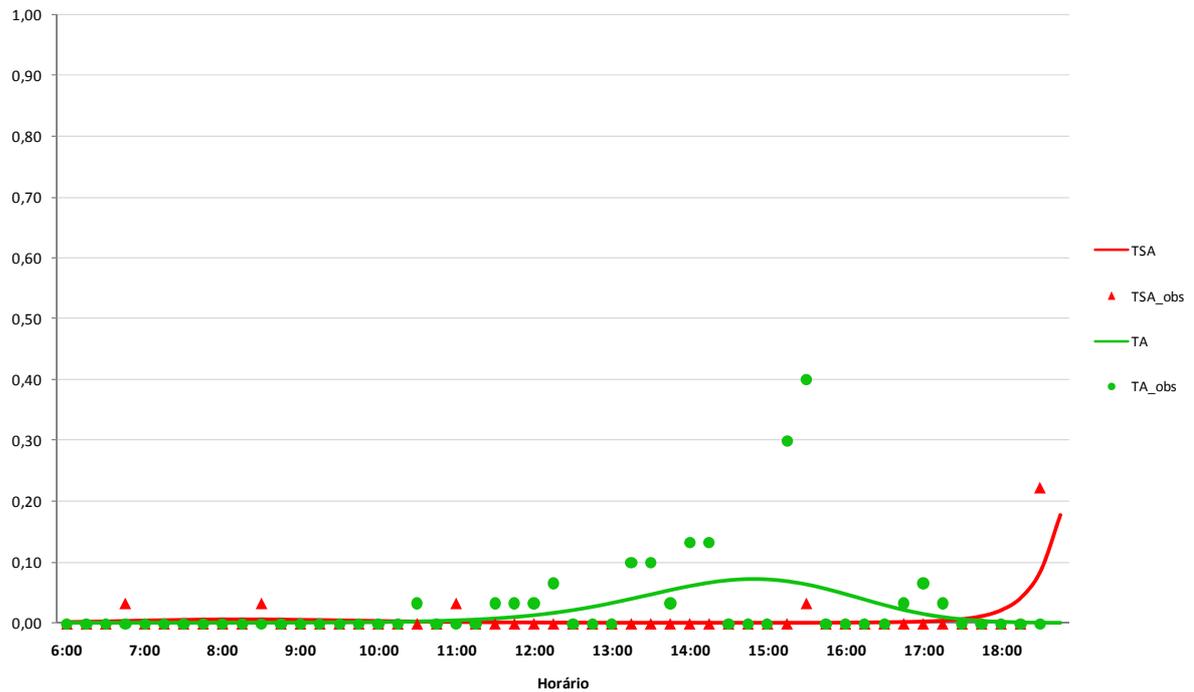


Figura 16 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição "na água" (observada e predita) para o experimento com a raça Caracu

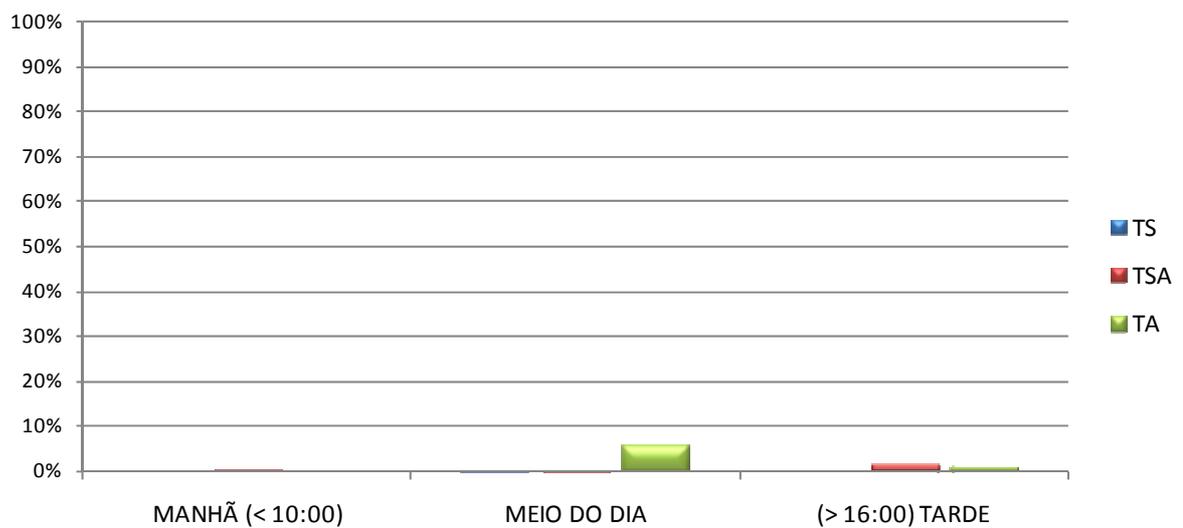


Figura 17 – Distribuição média observada da ocorrência da posição "na água" para os diferentes períodos do dia

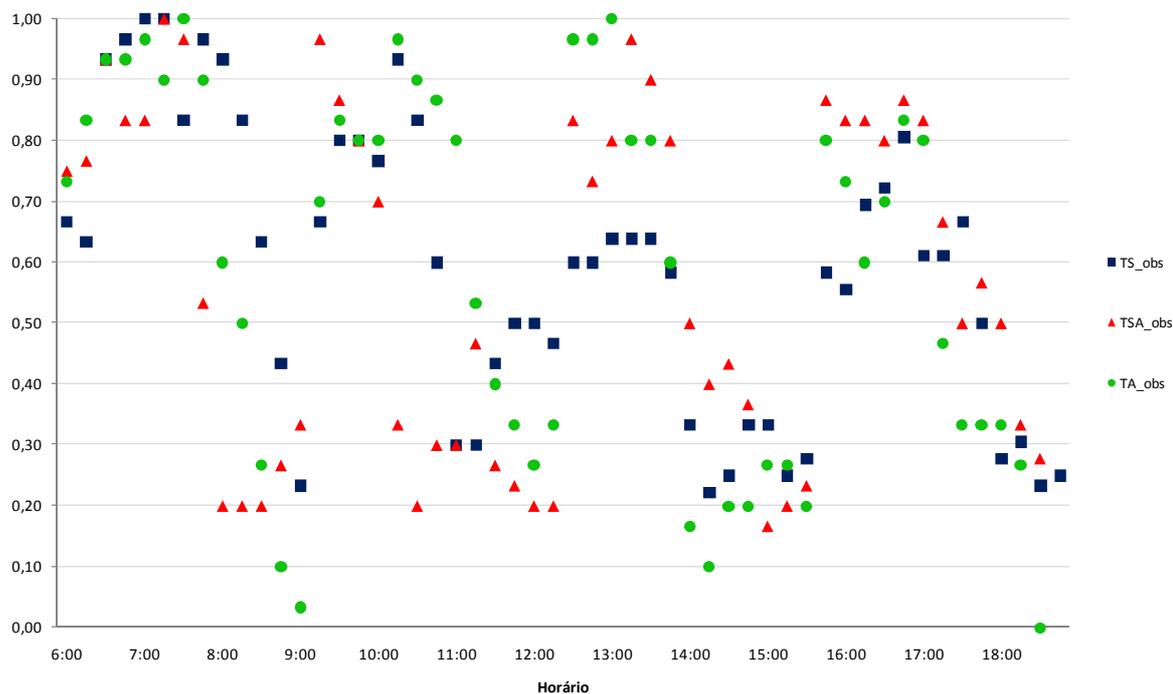


Figura 18 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de pastejo (observada) para o experimento com a raça Caracu

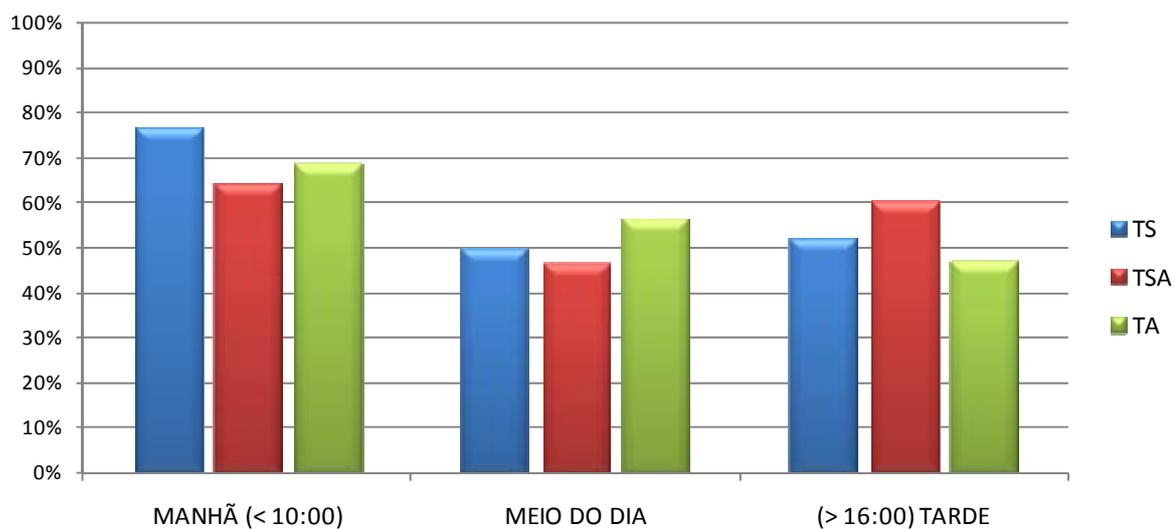


Figura 19 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de pastejo para os diferentes períodos do dia

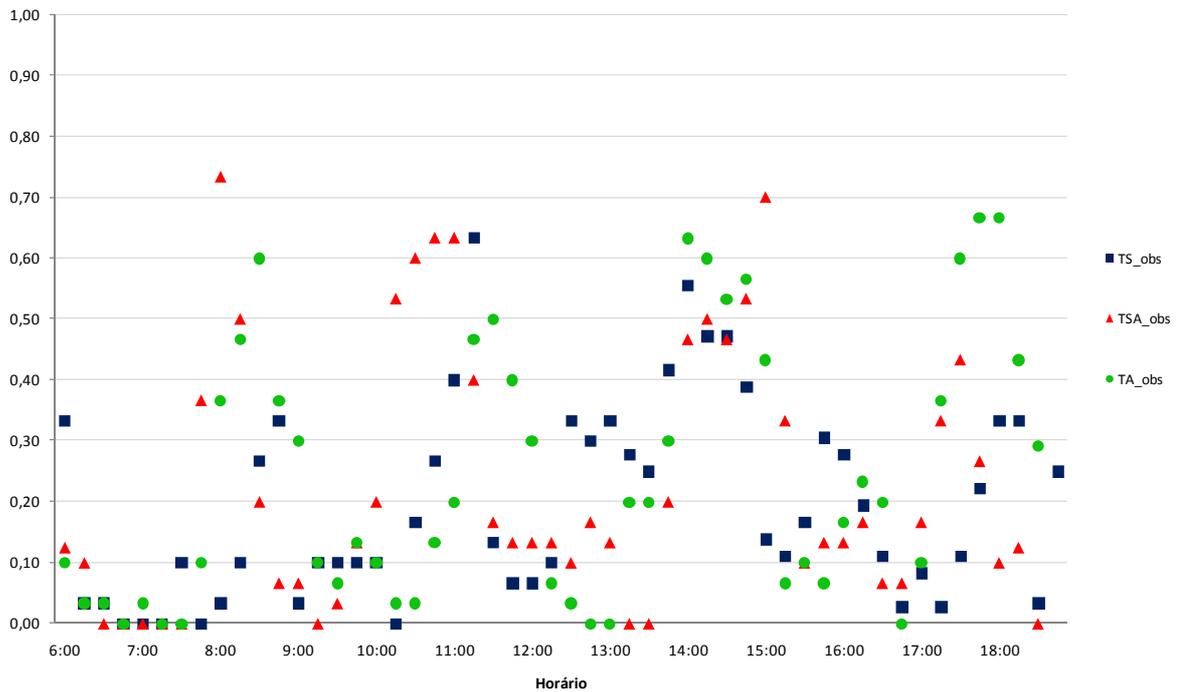


Figura 20 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de ruminação (observada) para o experimento com a raça Caracu

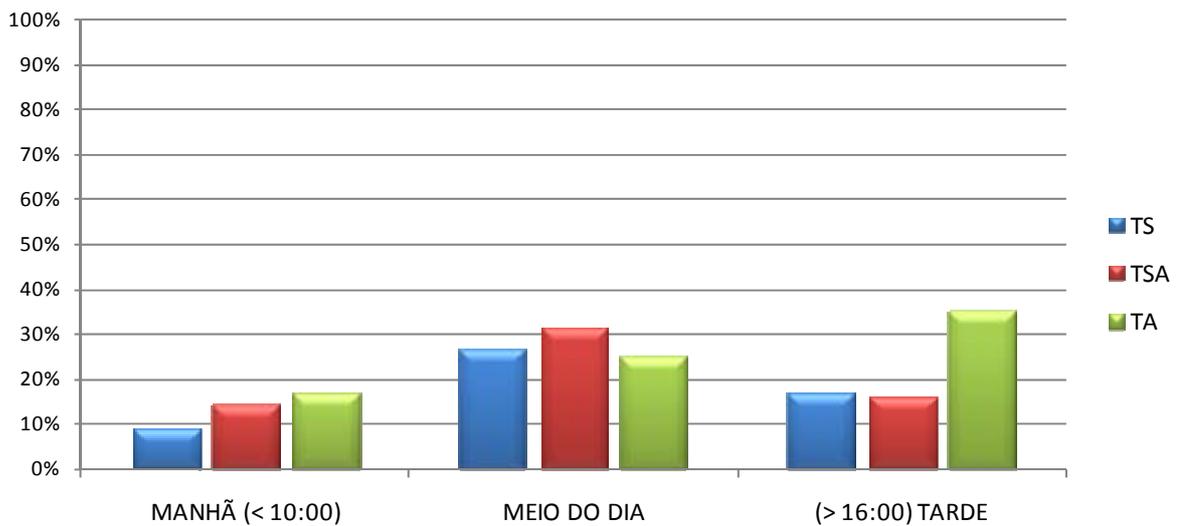


Figura 21 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de ruminação para os diferentes períodos do dia

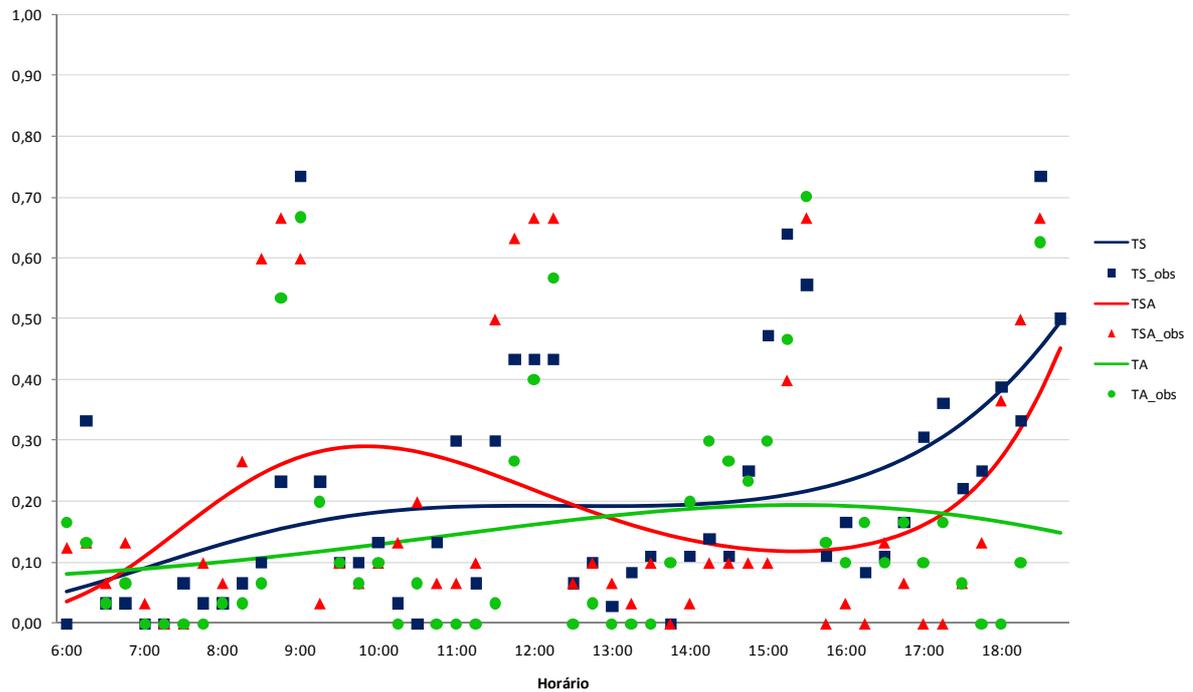


Figura 22 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de ócio (observada e predita) para o experimento com a raça Caracu

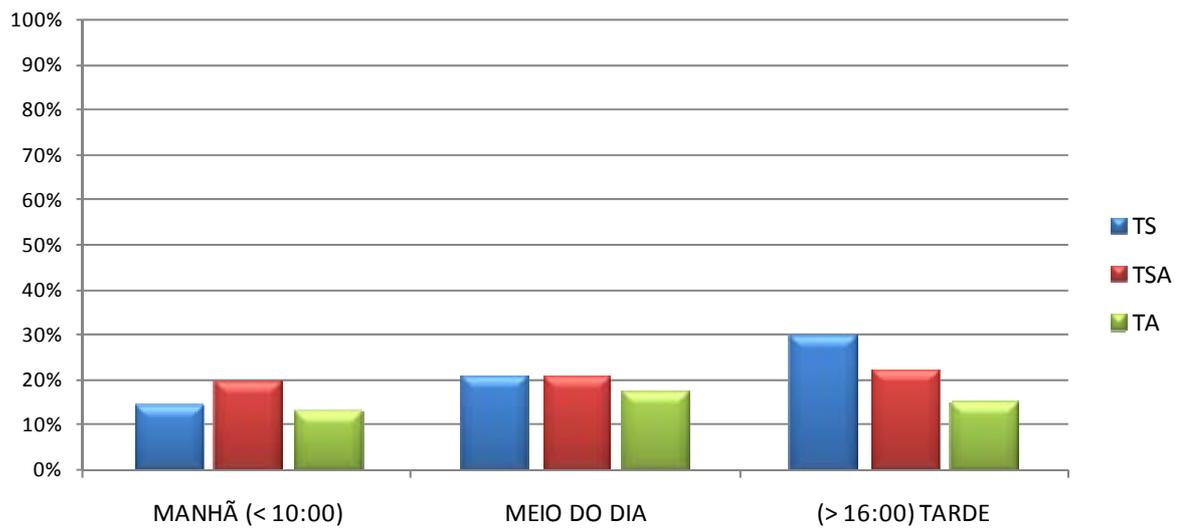


Figura 23 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de ócio para os diferentes períodos do dia

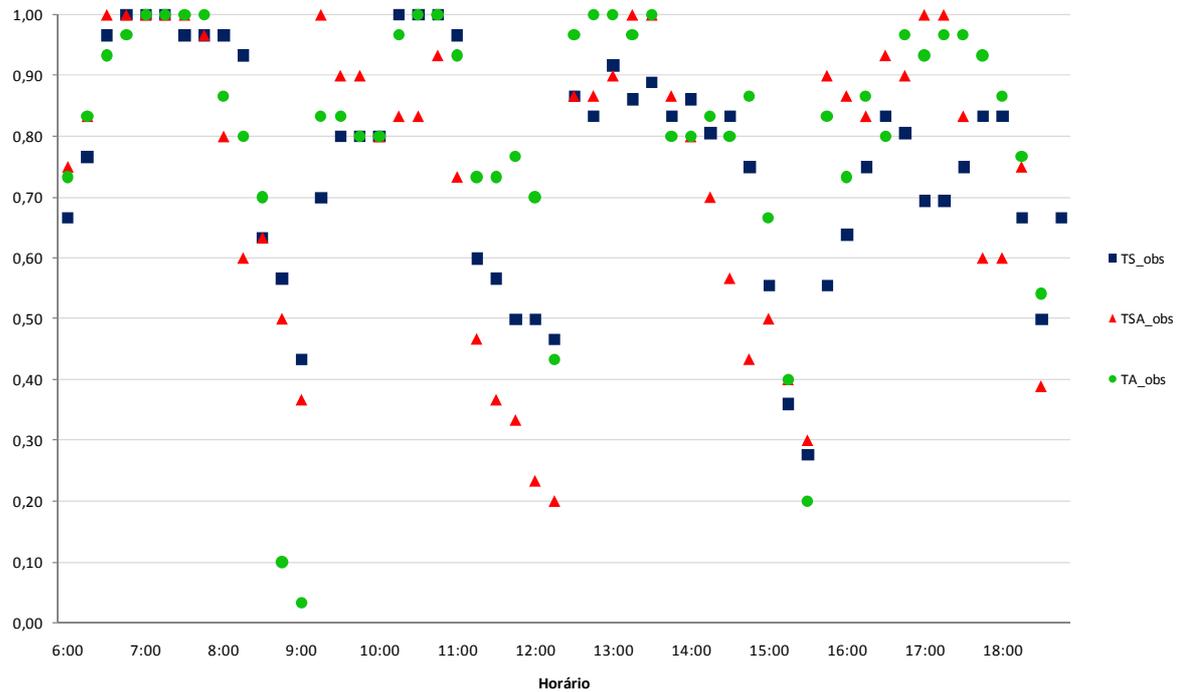


Figura 24 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da postura “em pé” (observada e predita) para o experimento com a raça Caracu

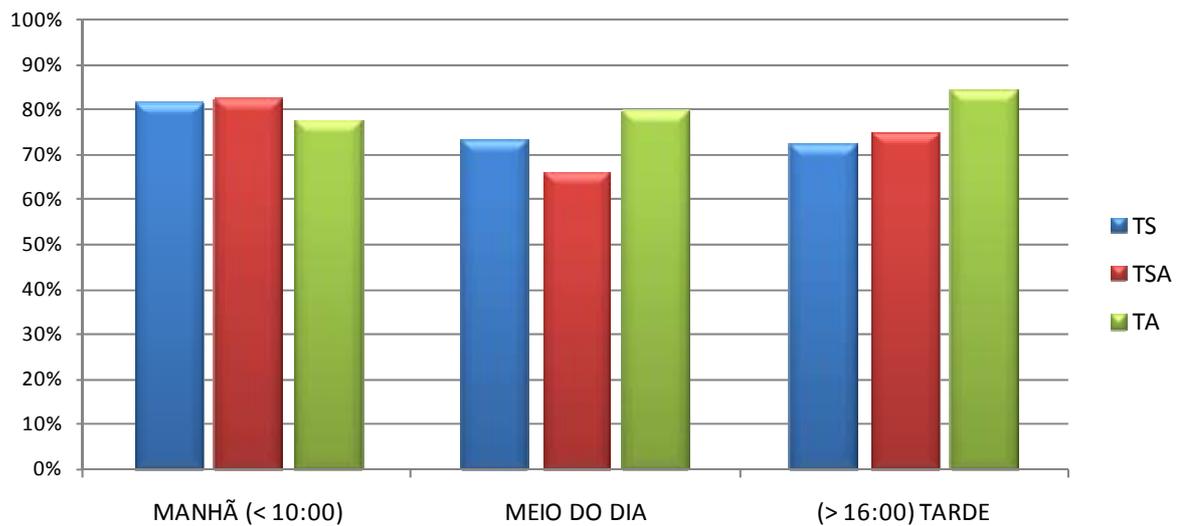


Figura 25 – Distribuição média observada da ocorrência da postura “em pé” para os diferentes períodos do dia

Foram realizadas análises dos comportamentos também em função da evolução da temperatura do globo negro ao sol (TGN sol), apresentadas na tabela 8. Para efeitos de análise foram unificados os valores de utilização da sombra e pastejo conforme explicado no tópico 4.2.1. Foram observadas diferenças significativas na posição ao sol para o tratamento TA em relação aos demais tratamentos e na atividade de ócio para os tratamentos TS e TA.

Tabela 8 – Probabilidade média dos animais da raça Caracu executarem o evento em função da TGN sol para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
Ao sol	0,84 <sup>b</sup>	(0,056)	0,84 <sup>b</sup>	(0,061)	0,98 <sup>a</sup>	(0,011)
À sombra	0,16 <sup>a</sup>	(0,048)	0,15 <sup>a</sup>	(0,050)	--	--
Na água	--	--	0,004 <sup>a</sup>	(0,0028)	0,017 <sup>a</sup>	(0,0100)
Em pastejo	0,59 <sup>a</sup>	(0,036)	0,57 <sup>a</sup>	(0,039)	0,59 <sup>a</sup>	(0,039)
Em ruminação	0,18 <sup>a</sup>	(0,022)	0,22 <sup>a</sup>	(0,027)	0,24 <sup>a</sup>	(0,029)
Em ócio	0,21 <sup>a</sup>	(0,017)	0,19 <sup>ab</sup>	(0,018)	0,15 <sup>b</sup>	(0,015)
Em pé	0,76 <sup>a</sup>	(0,026)	0,75 <sup>a</sup>	(0,029)	0,81 <sup>a</sup>	(0,024)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,10$ )

Na figura 30 pode ser observada a diminuição da permanência ao sol dos animais da raça Caracu em função do aumento da temperatura do globo negro ao sol (tratamentos TS e TSA) e o aumento do uso da sombra nos tratamentos TS e TSA (figura 31) devido ao aumento da TGN sol.

O aumento do uso do recurso de água para imersão foi observado somente no tratamento TA (que só dispunha deste recurso de defesa contra o calor), no entanto, utilizado em menor frequência (figura 32) mesmo para temperaturas mais elevadas.

Com o aumento da TGN sol, houve decréscimo na atividade de pastejo (figura 33) nos tratamentos TS e TSA e acréscimo no tratamento TA; aumento também na atividade de ruminação (tratamentos TS e TSA) com o aumento da temperatura (figura 34). Na frequência de ocorrência da atividade de ócio houve aumento no tratamento TS (figura 35) com o aumento da TGN sol e para permanência em pé, uma diminuição nos tratamentos TS e TSA e aumento no tratamento TA (figura 36).

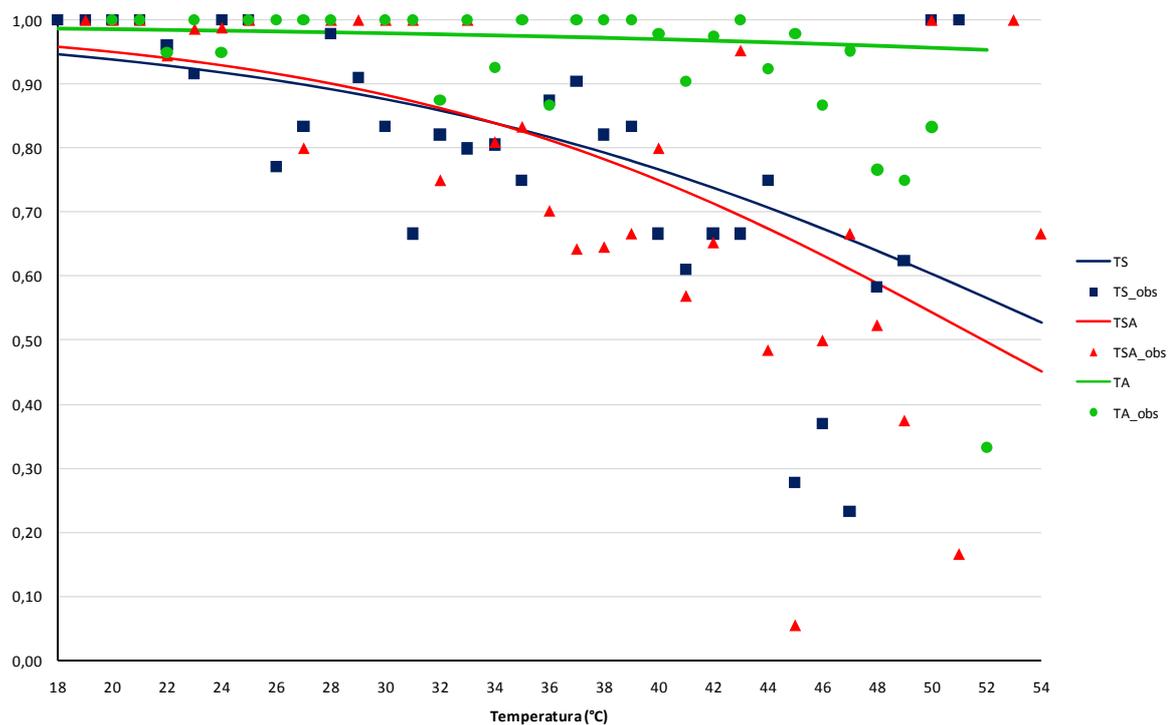


Figura 30 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “ao sol” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Caracu

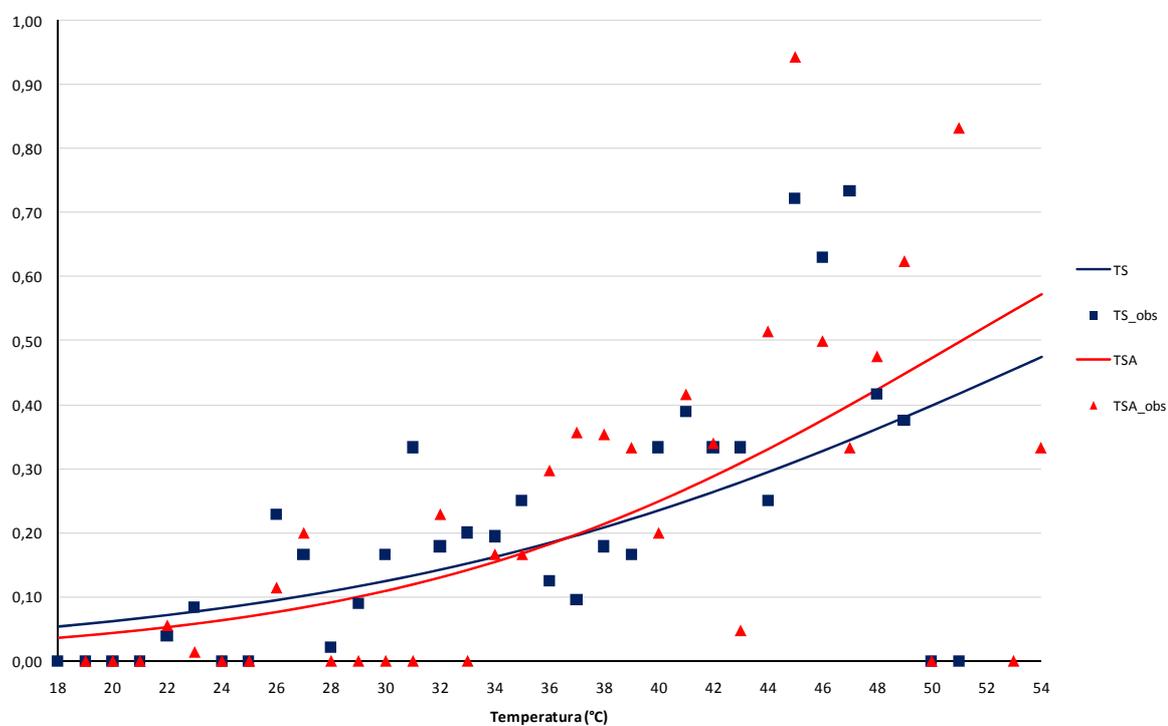


Figura 31 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “à sombra” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Caracu

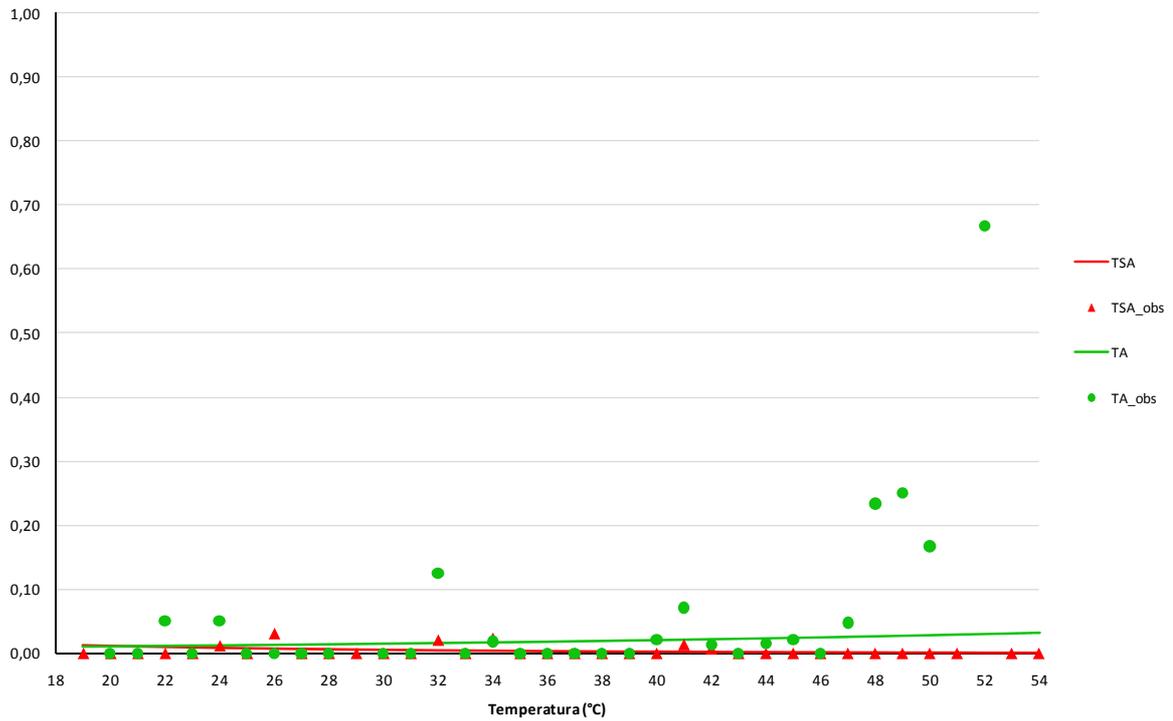


Figura 32 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “na água” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Caracu

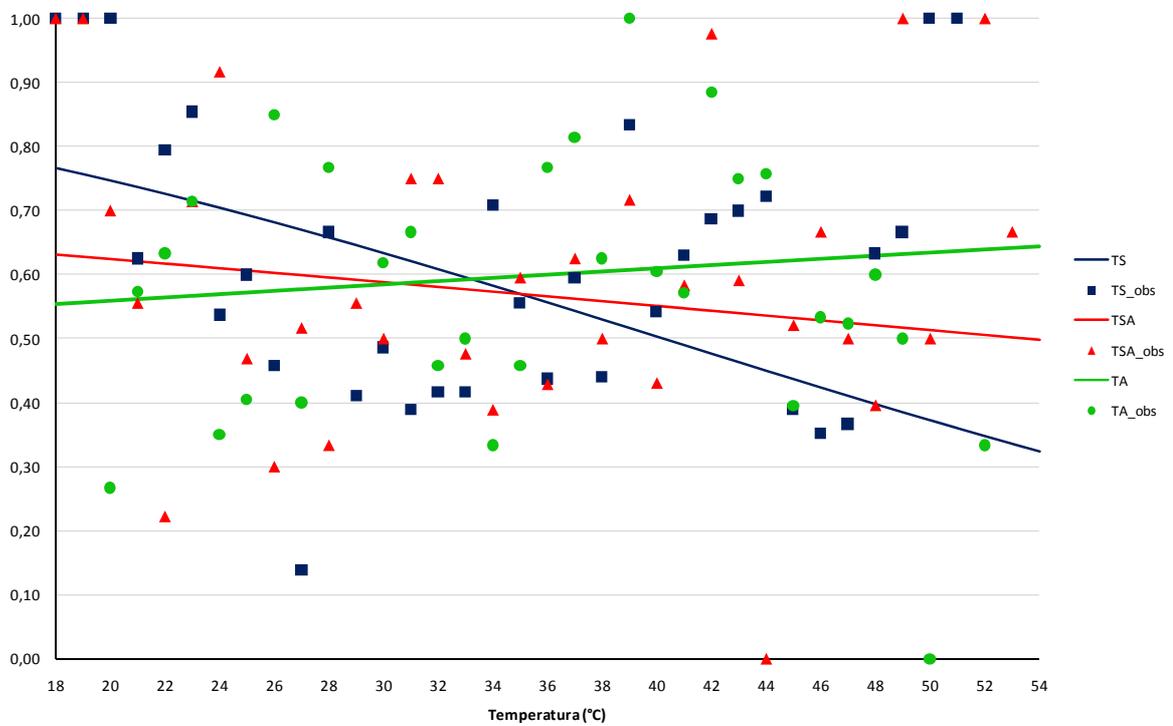


Figura 33 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de pastejo (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Caracu

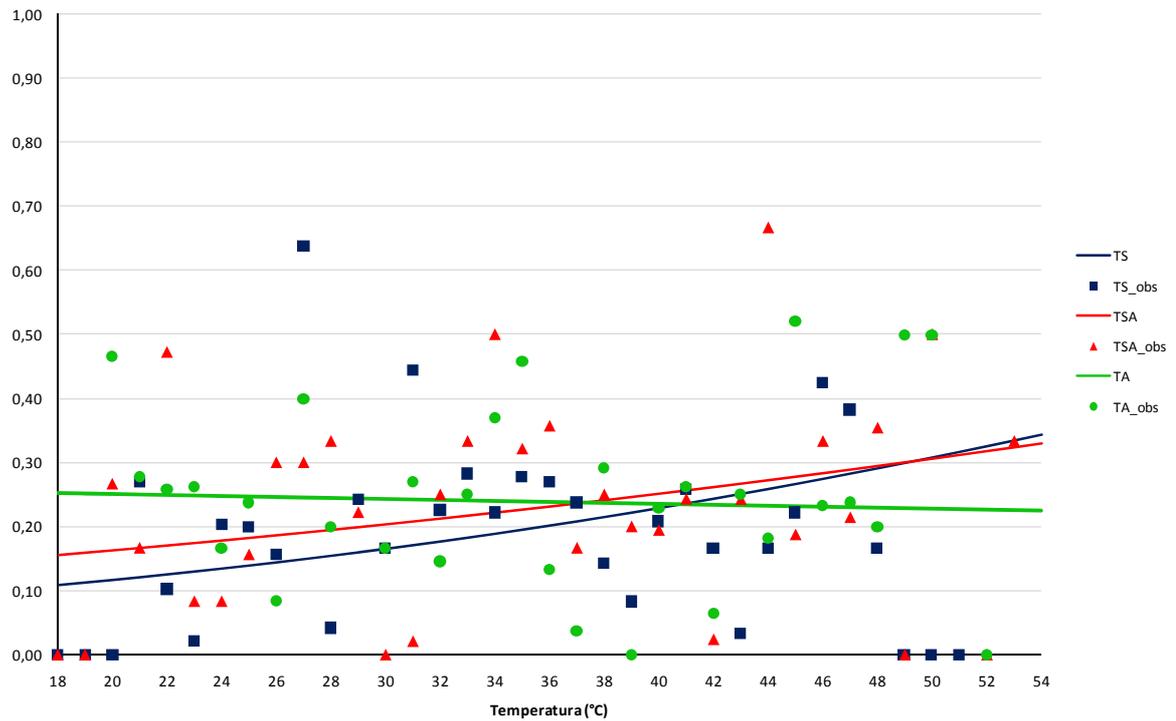


Figura 34 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de ruminação (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Caracu

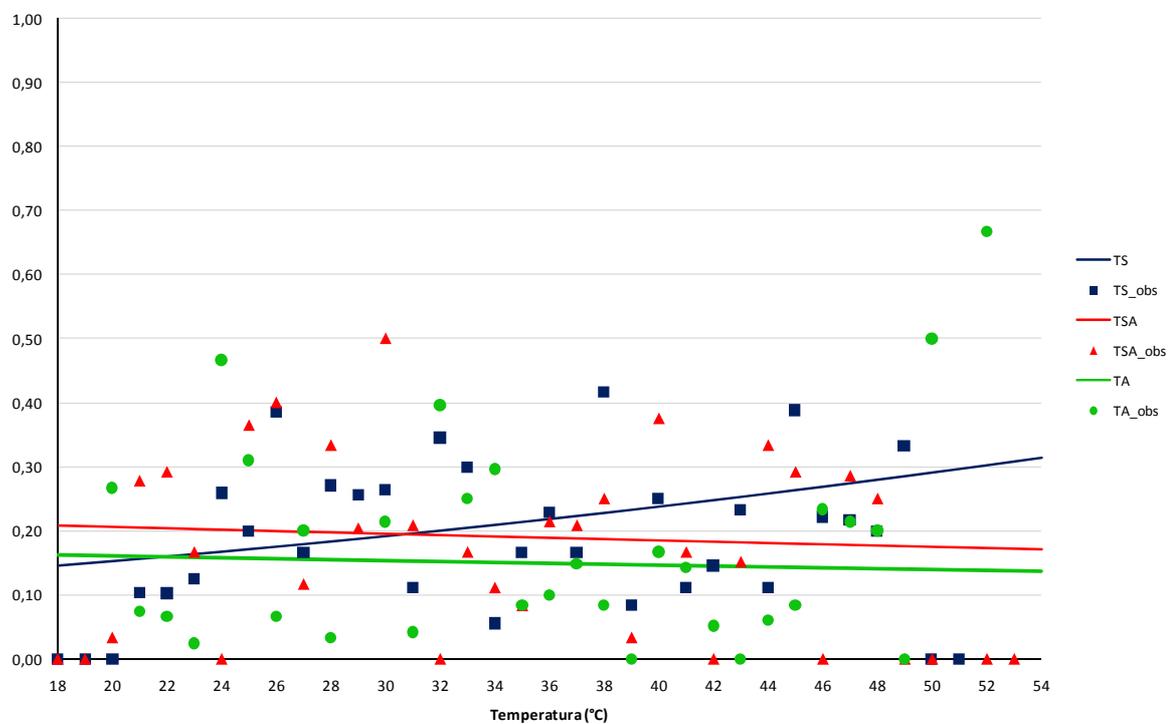


Figura 35 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de ócio (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Caracu

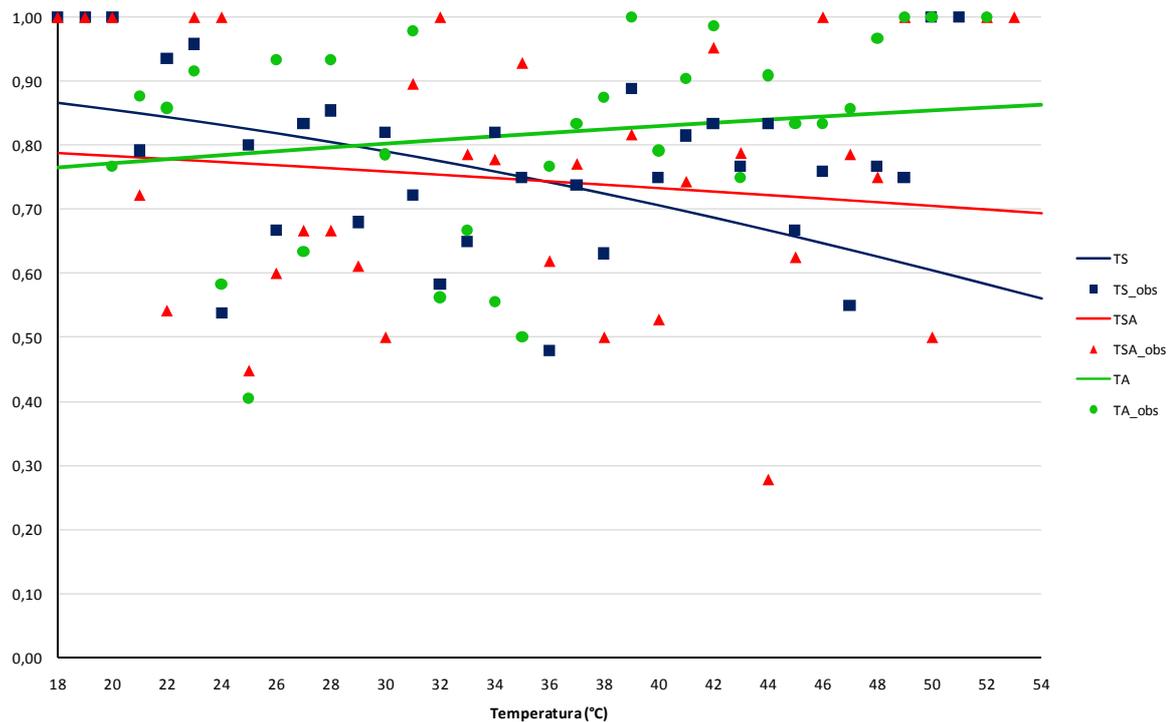


Figura 36 – Distribuição da frequência de ocorrência da postura “em pé” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Caracu

#### 4.2.2 Experimento 2 – Raça Angus

Os resultados obtidos para os principais aspectos comportamentais analisados dos animais da raça Angus para os diferentes tratamentos são apresentados a seguir.

Na tabela 9 podem ser observados os resultados dos comportamentos gerados em função do horário do dia. Para efeitos de análise foram unificados os valores de utilização da sombra natural (quando disponível) e sombra artificial (idem) na variável “à sombra”. O mesmo foi feito para pastejo em movimento e parado, unificados na variável “em pastejo”. Houve diferença significativa ( $p < 0,10$ ) para permanência dos animais ao sol e à sombra no tratamento com disponibilidade de sombra natural e artificial (TS). Diferença significativa também foi detectada na atividade de pastejo entre os tratamentos TSA e TA e para permanência em pé entre os tratamentos TS e TA.

Tabela 9 – Probabilidade média dos animais da raça Angus executarem o evento em função do horário do dia para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
Ao sol	0,43 <sup>b</sup>	(0,080)	0,85 <sup>a</sup>	(0,049)	0,72 <sup>a</sup>	(0,066)
À sombra	0,43 <sup>a</sup>	(0,149)	0,09 <sup>b</sup>	(0,055)	--	--
Na água	--	--	0,03 <sup>a</sup>	(0,027)	0,11 <sup>a</sup>	(0,090)
Em pastejo	0,44 <sup>ab</sup>	(0,024)	0,39 <sup>b</sup>	(0,025)	0,51 <sup>a</sup>	(0,025)
Em ruminação	--	--	--	--	--	--
Em ócio	0,24 <sup>a</sup>	(0,038)	0,35 <sup>a</sup>	(0,046)	0,26 <sup>a</sup>	(0,040)
Em pé	0,60 <sup>b</sup>	(0,064)	0,68 <sup>ab</sup>	(0,058)	0,80 <sup>a</sup>	(0,042)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,10$ )

A seguir são apresentadas as distribuições horárias das frequências dos parâmetros comportamentais analisados. Gráficos foram elaborados para diversos parâmetros comportamentais considerando-se a frequência média de ocorrência em função de três períodos do dia (idem ao tópico 4.2.1).

A frequência de permanência ao sol dos animais da raça Angus (figura 37) teve queda acentuada a partir das 9h00 para o tratamento TSA e das 10h00 para o tratamento TS e foi alta para o tratamento TA (água para imersão). A permanência ao sol no meio do dia foi menor, de maneira geral, para ambos os tratamentos (figura 38). O uso da sombra (figuras 39 e 40) foi expressivamente acentuado entre as 9h00 e 16h00 para o tratamento TS e entre as 10h00 e 15h00 para o tratamento TSA. A sombra natural foi opção em 63,5% das vezes que os animais utilizaram a sombra como recurso de proteção no tratamento TS. O recurso de água para imersão, apresentado nas figuras 41 e 42, foi utilizado com maior frequência entre as 9h00 e 16h00 para o tratamento TA (que dispunha somente deste recurso de proteção contra o calor) e entre as 10h00 e 16h00, em frequência menor que TA, para o tratamento TSA.

Foram observados picos de pastejo ao amanhecer e ao entardecer (após 16h00) para ambos os tratamentos e frequência moderada durante o meio do dia, com a presença de um ciclo de pastejo entre 12h00 e 14h00 (figuras 43 e 44).

Para ruminação, foram observadas maiores frequências de ocorrência entre 8h00 e 11h00 e entre 13h00 e 15h00 para ambos os tratamentos, no entanto ocorreu de forma bem distribuída para os diferentes horários (figuras 45 e 46). A ocorrência da atividade de ócio (figuras 47 e 48) teve comportamento semelhante

para todos os tratamentos onde sua maior frequência ocorreu entre 10h00 e 16h00. A frequência de permanência em pé ocorreu de maneira distinta para o tratamento TA (figuras 49 e 50). Nos tratamentos TS e TSA os animais permaneceram deitados com maior frequência entre às 8h00 e 12h00, aumentando a frequência de permanência em pé entre 13h00 e 17h00. Para o tratamento TA os animais permaneceram em pé mais de 80% do tempo em média até as 17h00.

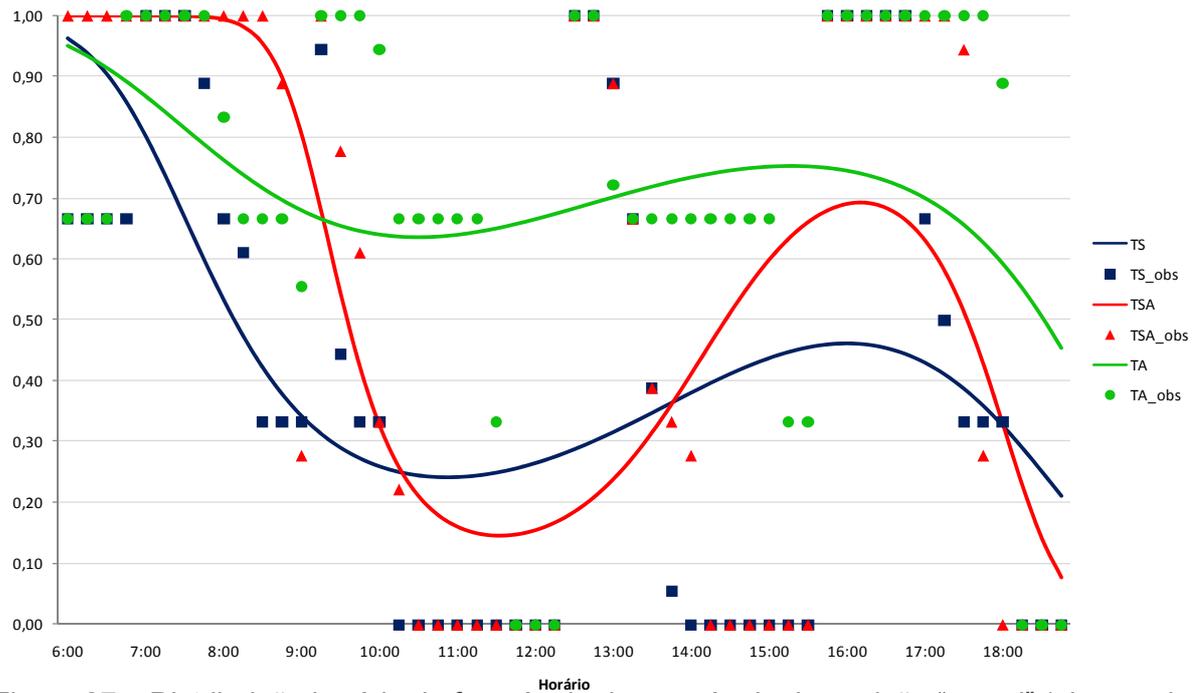


Figura 37 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição “ao sol” (observada e predita) para o experimento com a raça Angus

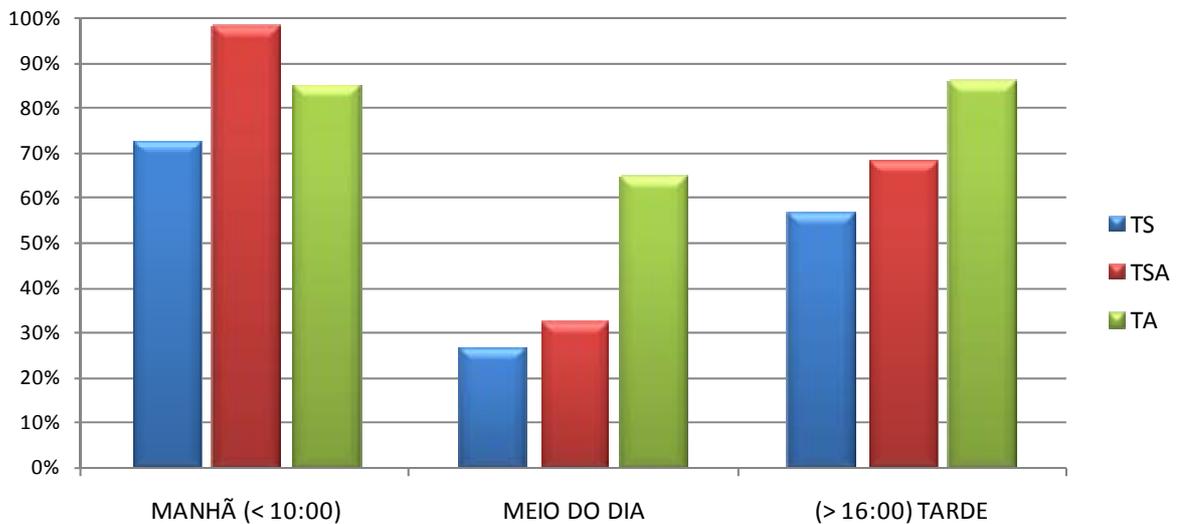


Figura 38 – Distribuição média observada da ocorrência da posição “ao sol” para os diferentes períodos do dia

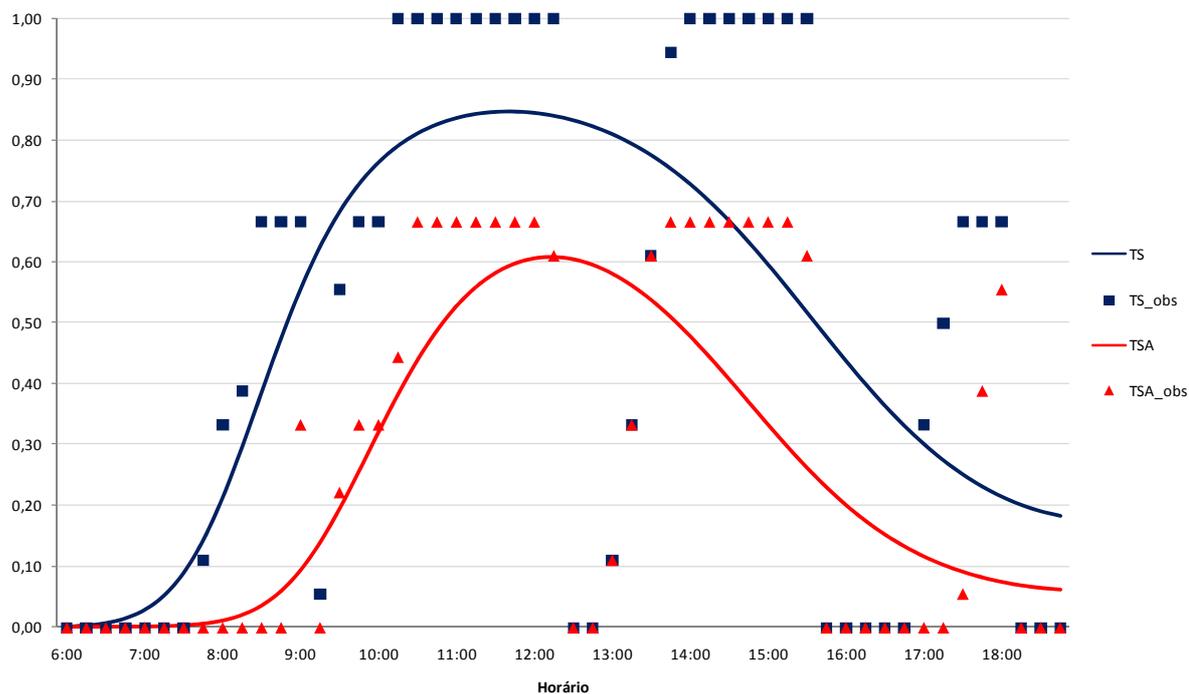


Figura 39 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição "à sombra" (observada e predita) para o experimento com a raça Angus

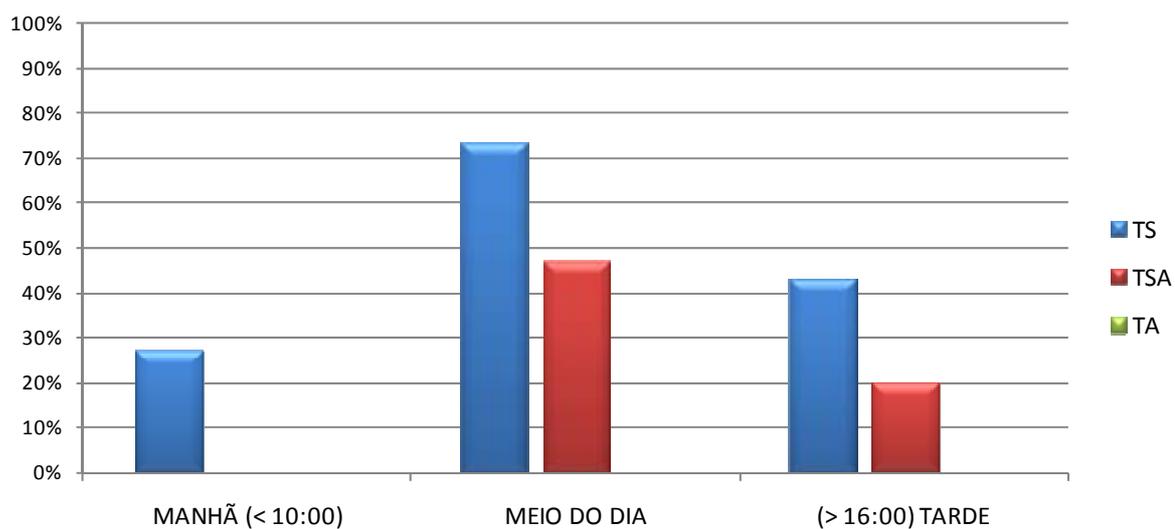


Figura 40 – Distribuição média observada da ocorrência da posição "à sombra" para os diferentes períodos do dia

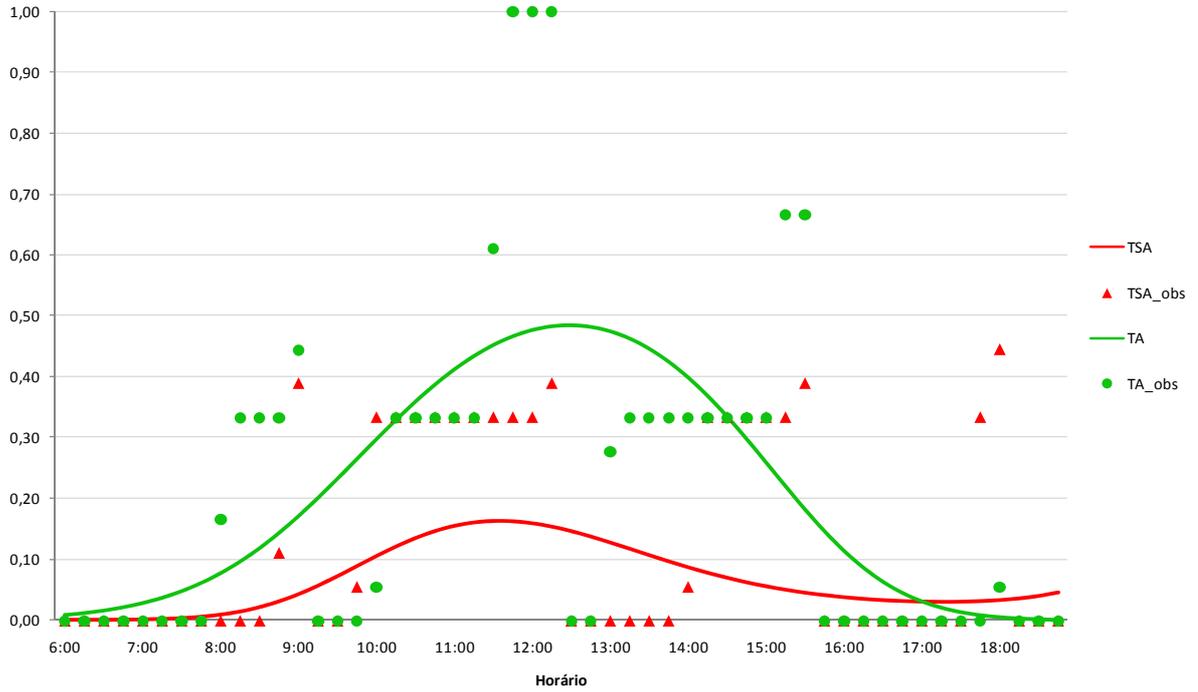


Figura 41 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição “na água” (observada e predita) para o experimento com a raça Angus

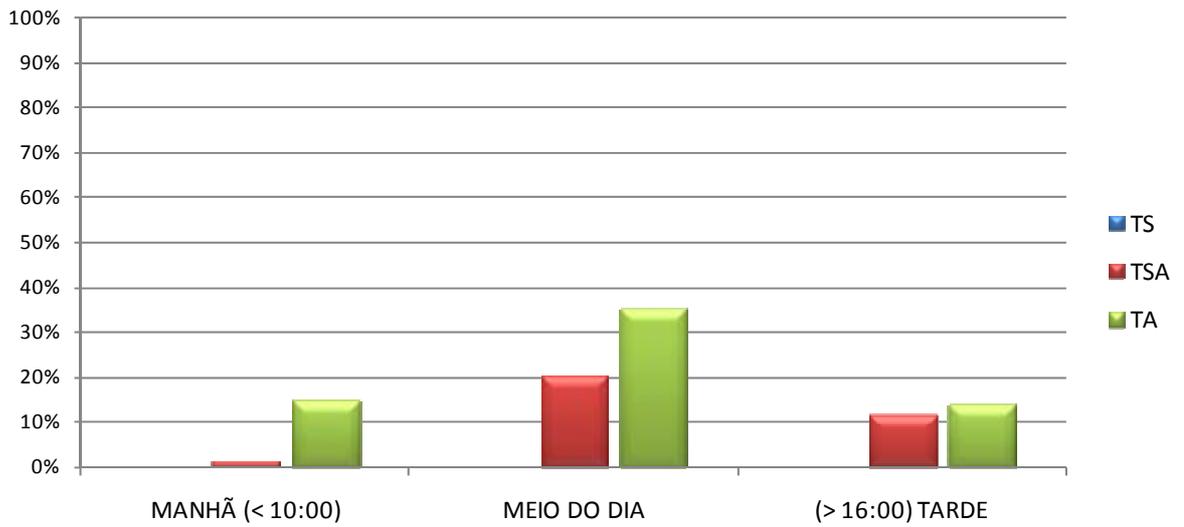


Figura 42 – Distribuição média observada da ocorrência da posição “na água” para os diferentes períodos do dia

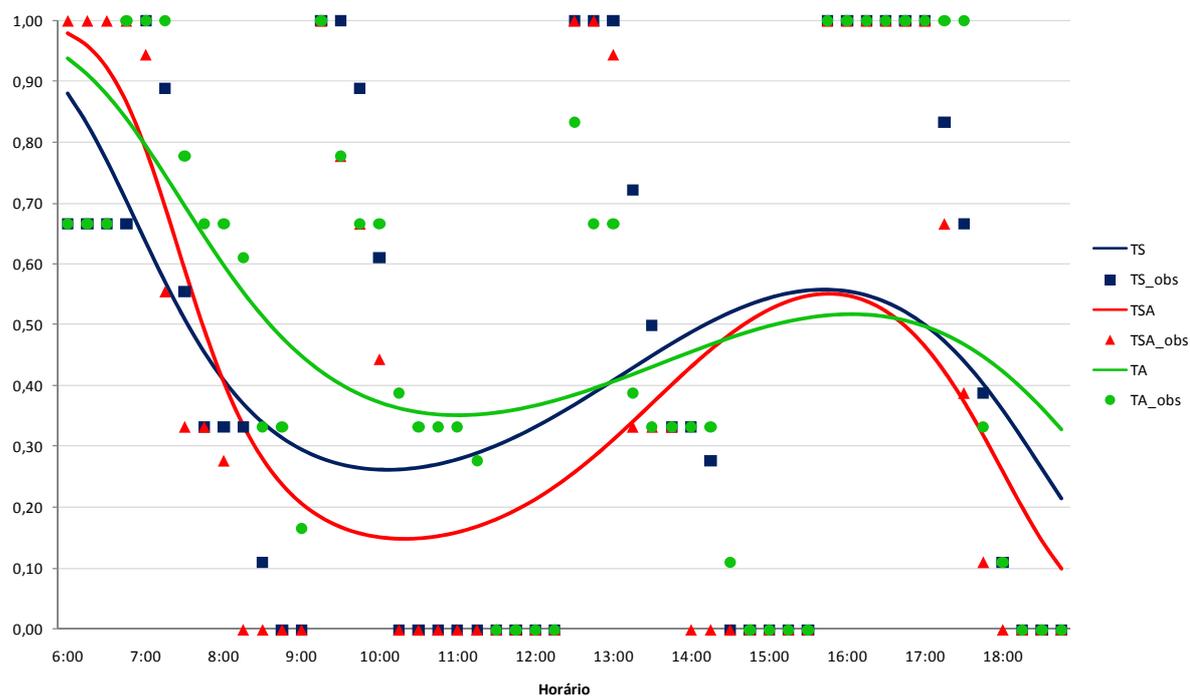


Figura 43 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de pastejo (observada e predita) para o experimento com a raça Angus

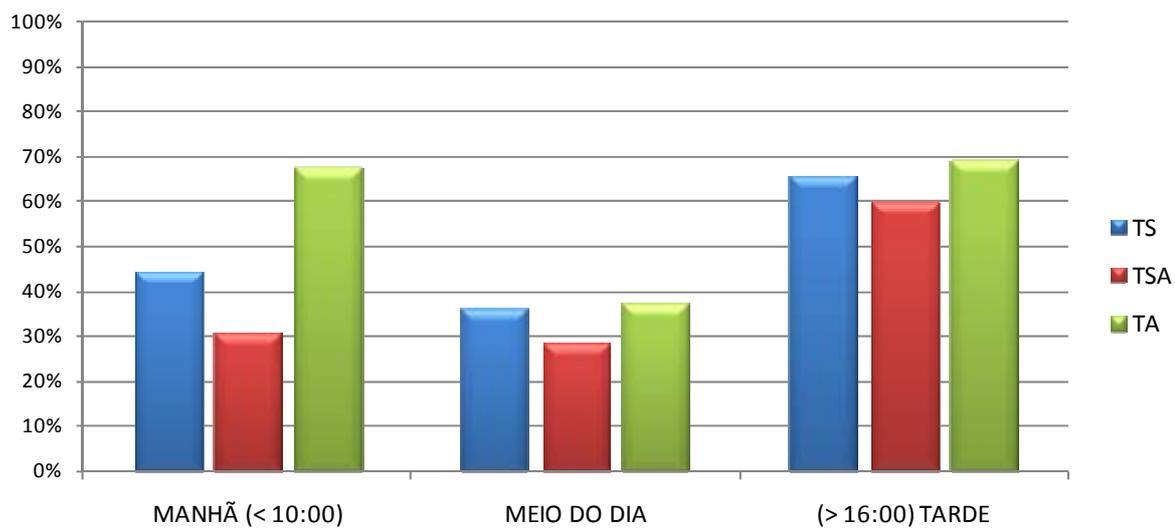


Figura 44 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de pastejo para os diferentes períodos do dia

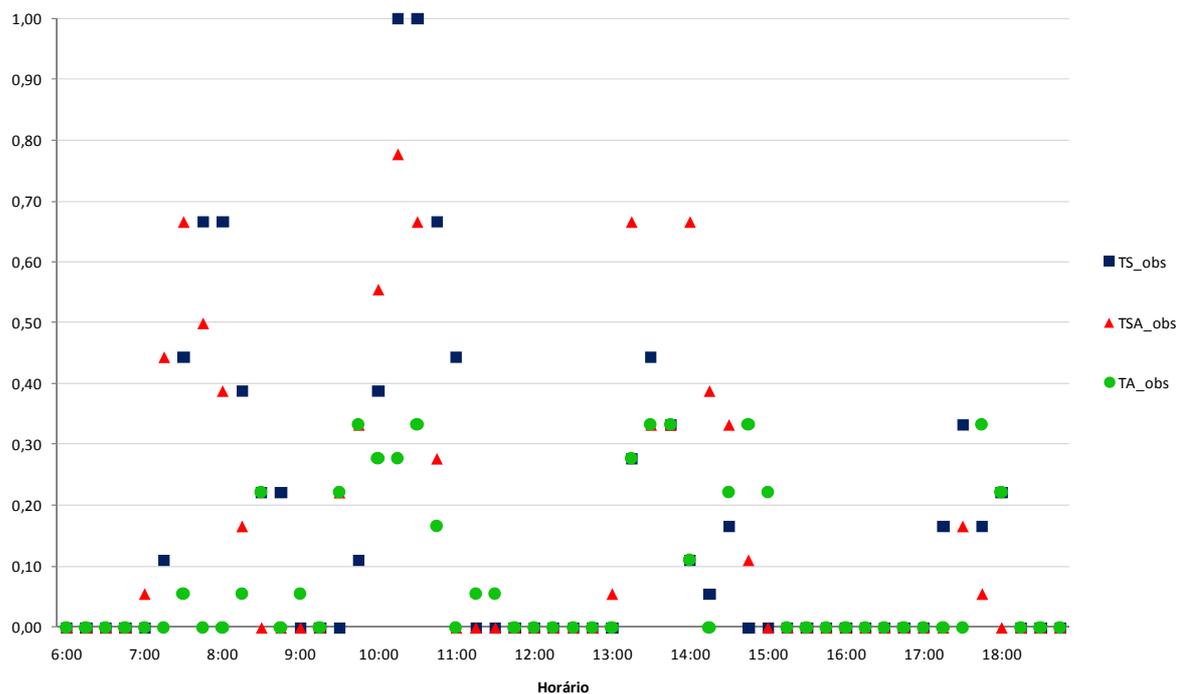


Figura 45 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de ruminação (observada) para o experimento com a raça Angus

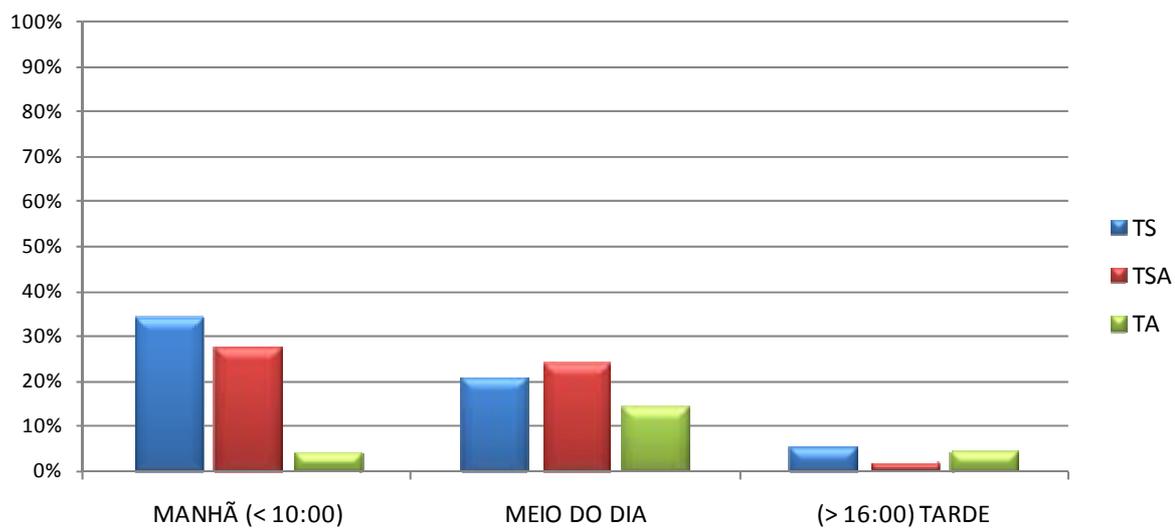


Figura 46 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de ruminação para os diferentes períodos do dia

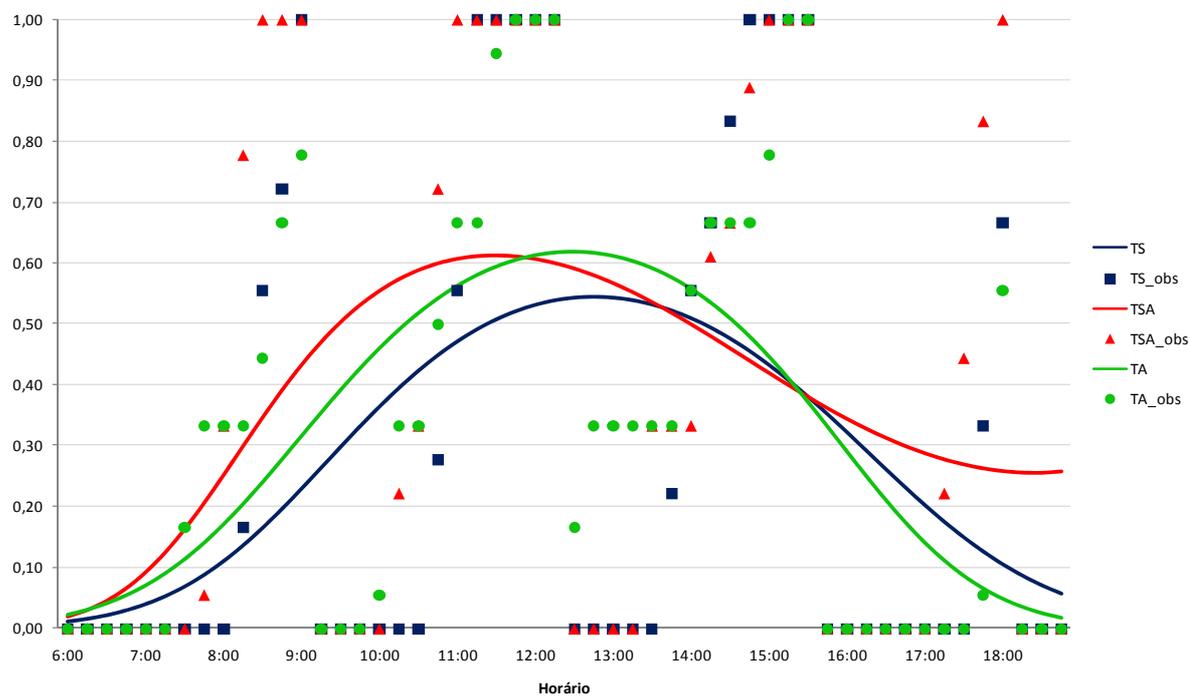


Figura 47 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de ócio (observada e predita) para o experimento com a raça Angus

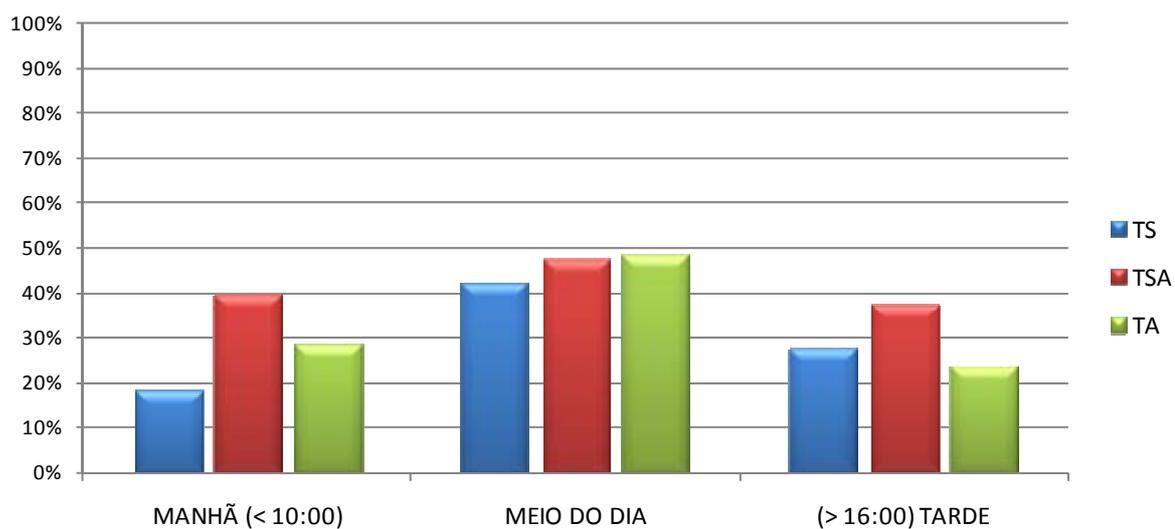


Figura 48 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de ócio para os diferentes períodos do dia

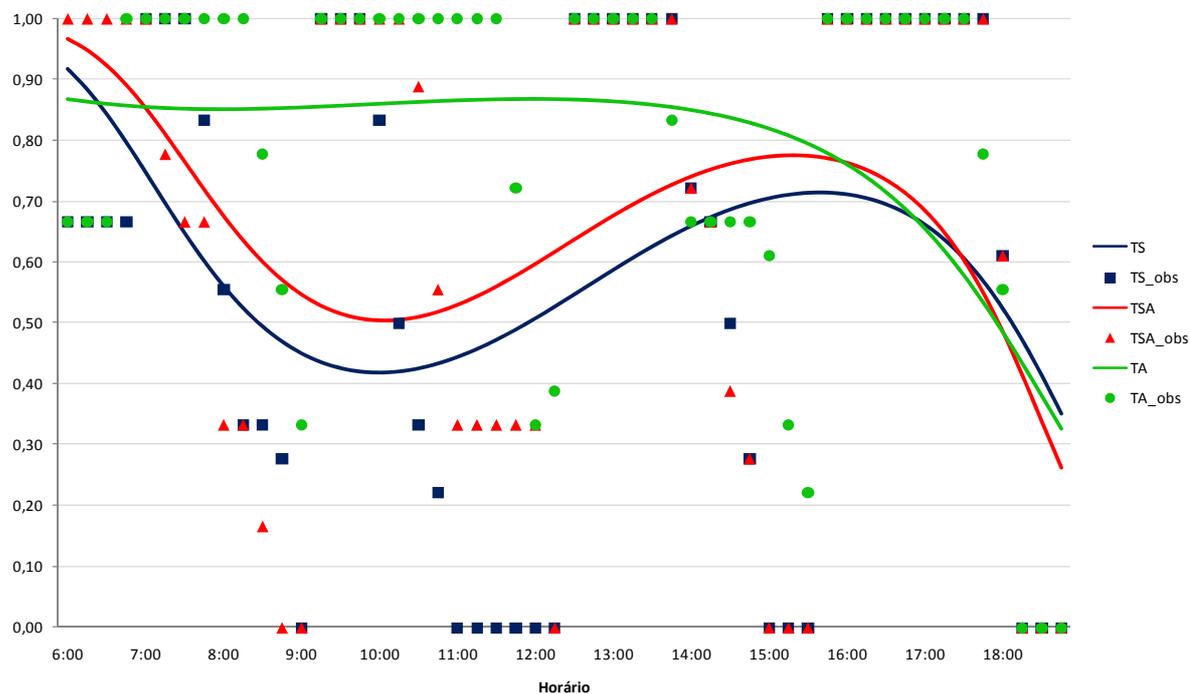


Figura 49 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da postura “em pé” (observada e predita) para o experimento com a raça Angus

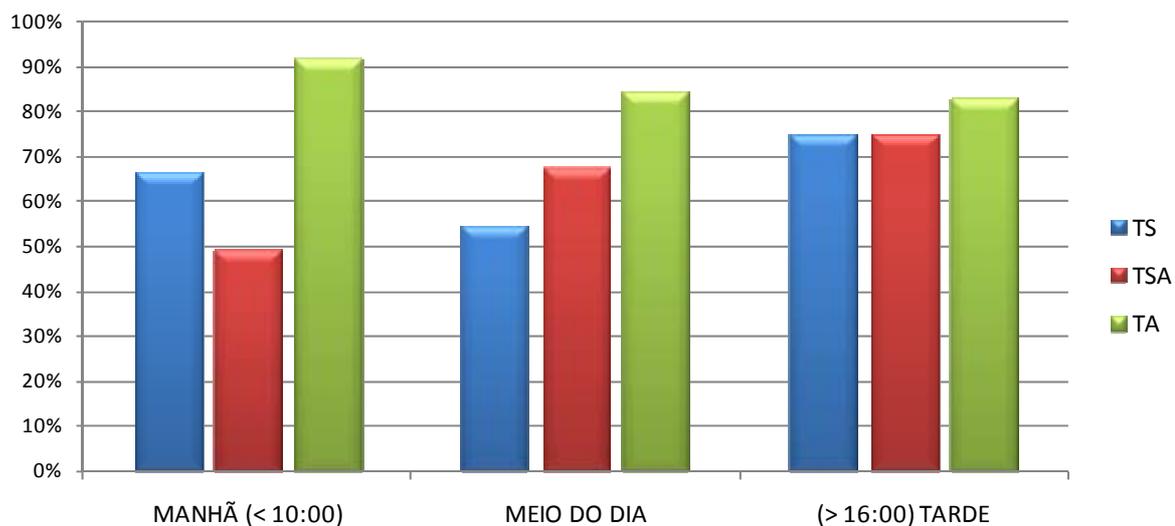


Figura 50 – Distribuição média observada da ocorrência da postura “em pé” para os diferentes períodos do dia

Também foram realizadas análises dos comportamentos em função da evolução da temperatura do globo negro ao sol (TGN sol), apresentadas na tabela 10. Para efeitos de análise, foram unificados os valores de utilização da sombra e de pastejo conforme explicado no tópico 4.2.1. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para os comportamentos em função desta variável climática.

Tabela 10 – Probabilidade média dos animais da raça Angus executarem o evento em função da TGN sol para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
Ao sol	0,49 <sup>a</sup>	(0,108)	0,65 <sup>a</sup>	(0,098)	0,71 <sup>a</sup>	(0,090)
À sombra	0,55 <sup>a</sup>	(0,158)	0,22 <sup>a</sup>	(0,110)	--	--
Na água	--	--	0,04 <sup>a</sup>	(0,042)	0,25 <sup>a</sup>	(0,193)
Em pastejo	0,50 <sup>a</sup>	(0,069)	0,44 <sup>a</sup>	(0,068)	0,44 <sup>a</sup>	(0,068)
Em ruminação	0,18 <sup>a</sup>	(0,040)	0,15 <sup>a</sup>	(0,035)	0,09 <sup>a</sup>	(0,024)
Em ócio	0,28 <sup>a</sup>	(0,067)	0,38 <sup>a</sup>	(0,078)	0,44 <sup>a</sup>	(0,082)
Em pé	0,71 <sup>a</sup>	(0,117)	0,72 <sup>a</sup>	(0,115)	0,84 <sup>a</sup>	(0,076)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,10$ )

A figura 51 demonstra uma acentuada queda na permanência ao sol dos animais da raça Angus em função do aumento da temperatura do globo negro ao sol para ambos os tratamentos, e o aumento acentuado do uso da sombra nos tratamentos TS e TSA (figura 52) devido ao aumento da TGN sol.

O aumento do uso do recurso de água para imersão foi observado para ambos os tratamentos (TSA e TA), ocorrendo acentuadamente a partir dos 25°C de TGN sol no tratamento TA e de forma menos intensa a partir de 35°C para o tratamento TSA (figura 53).

Com o aumento da TGN sol, houve um decréscimo acentuado na atividade de pastejo (figura 54) para ambos os tratamentos e um aumento discreto na atividade de ruminação no tratamento TSA (figura 55). Houve aumento na frequência da atividade de ócio para ambos os tratamentos (figura 56) com o aumento da TGN sol, e para permanência em pé uma diminuição acentuada da atividade foi observada nos tratamentos TS e TSA e diminuição discreta no tratamento TA (figura 57).

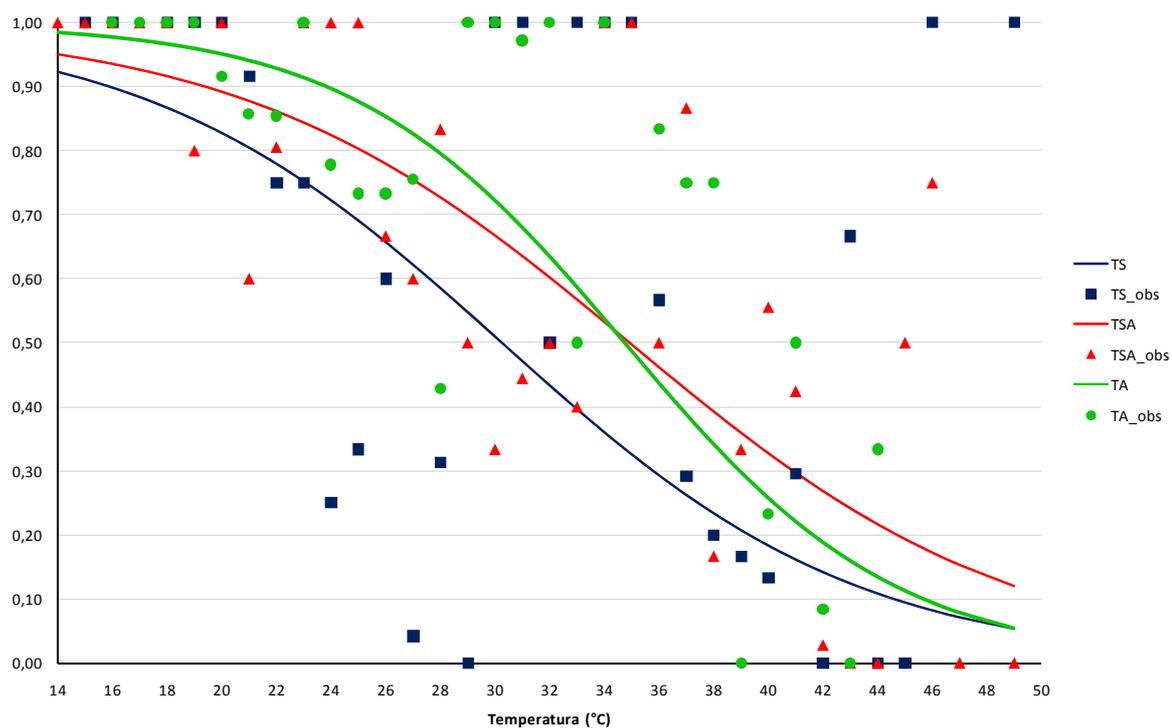


Figura 51 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “ao sol” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Angus

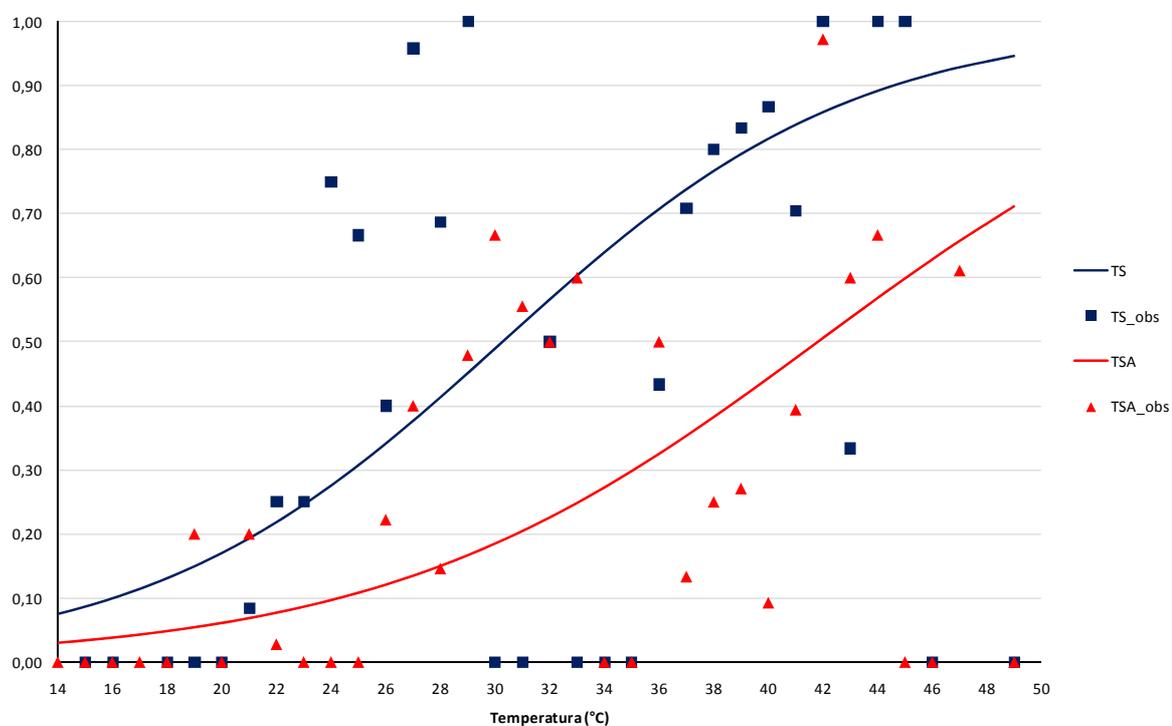


Figura 52 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “à sombra” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Angus

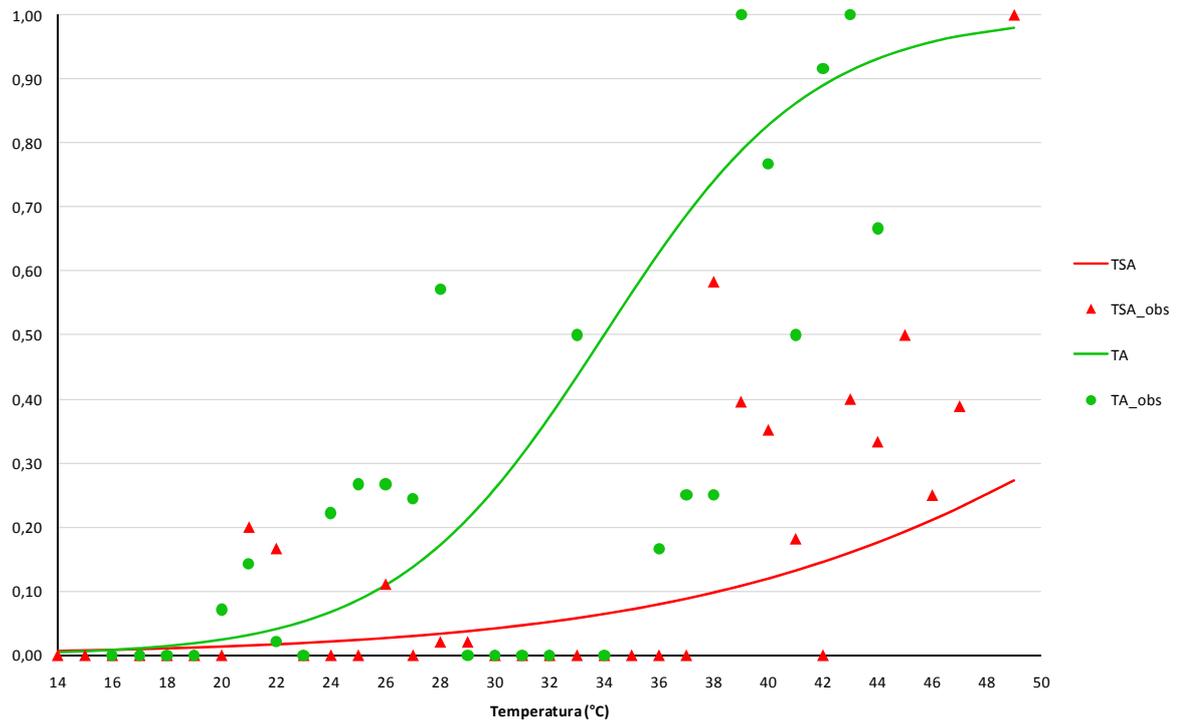


Figura 53 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “na água” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Angus

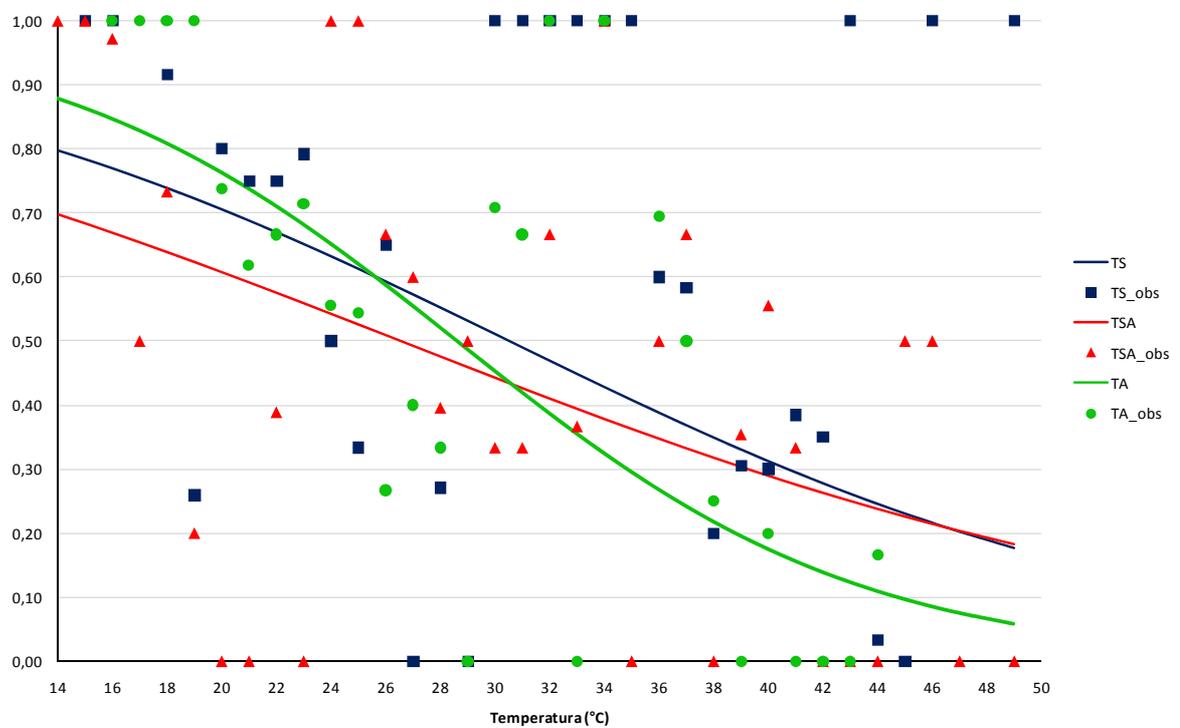


Figura 54 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de pastejo (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Angus

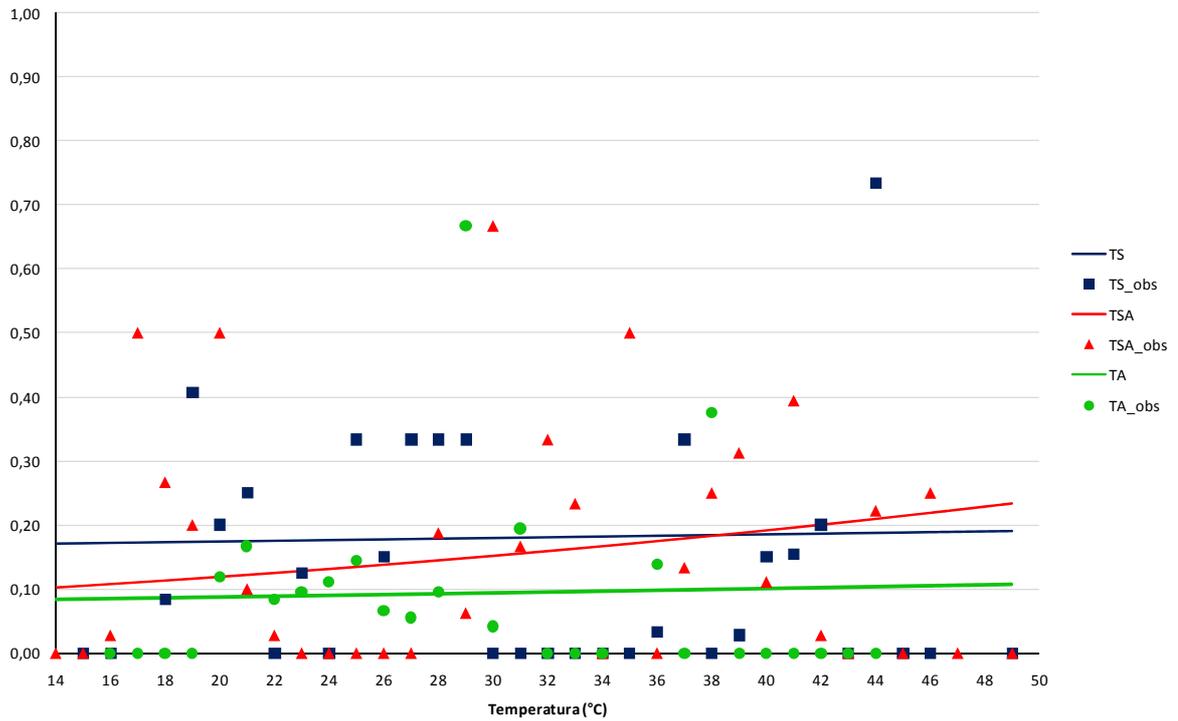


Figura 55 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de ruminação (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Angus

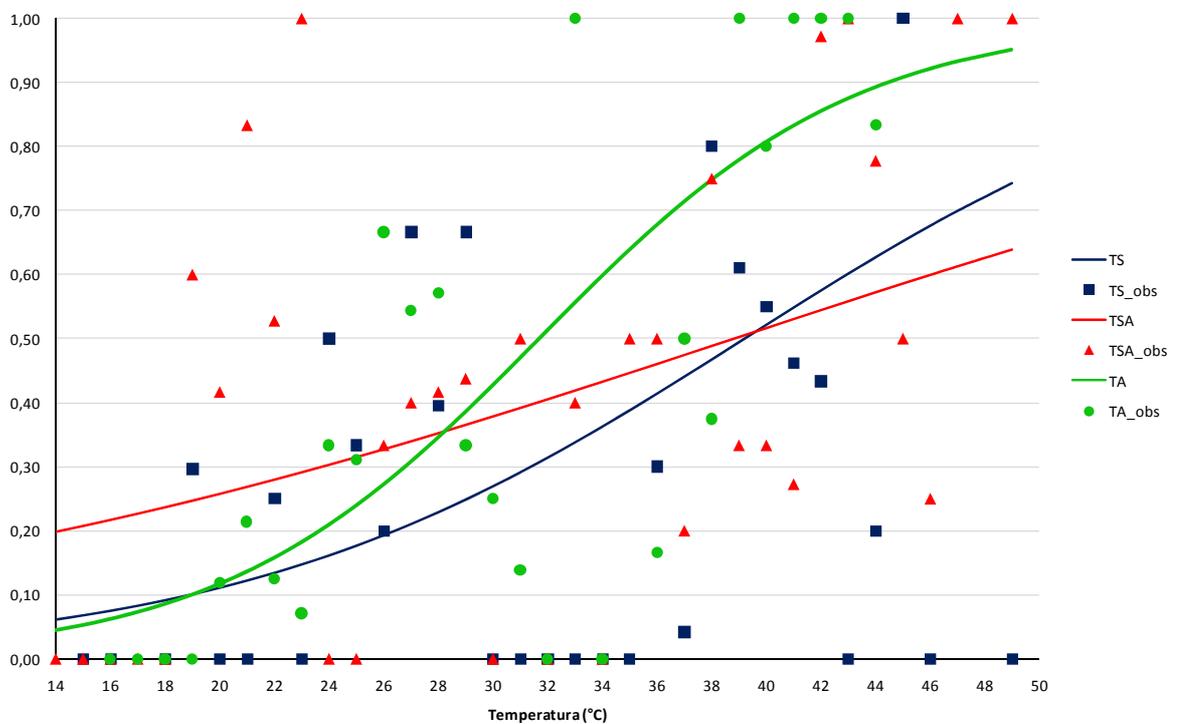


Figura 56 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de ócio (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Angus

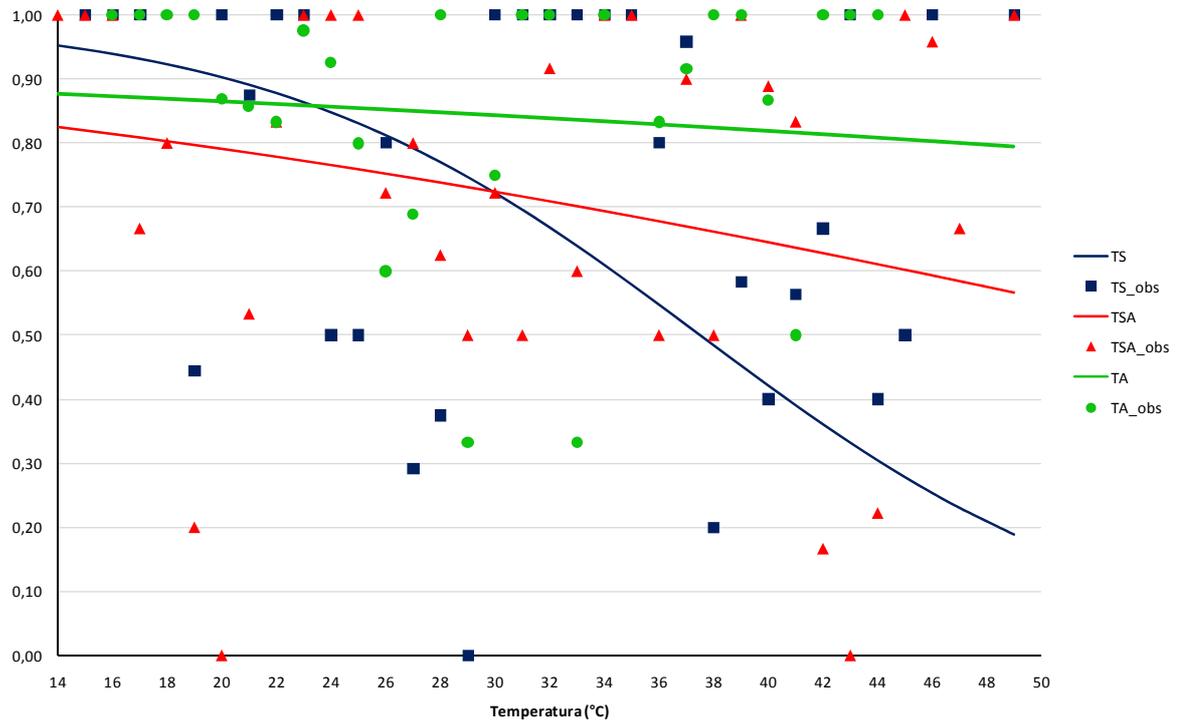


Figura 57 – Distribuição da frequência de ocorrência da postura “em pé” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Angus

#### 4.2.3 Experimento 3 – Raça Nelore

São apresentados a seguir, os resultados obtidos para os principais aspectos comportamentais analisados nos diferentes tratamentos com animais da raça Nelore.

Os resultados dos comportamentos gerados em função do horário do dia estão demonstrados na tabela 11. Assim como nos demais experimentos, foram unificados os valores de utilização da sombra natural e artificial na variável “à sombra” e da atividade de pastejo em movimento e parado, unificados na variável “em pastejo”. Houve diferença significativa ( $p < 0,10$ ) na ocorrência das atividades ruminação para o tratamento TSA (disponibilidade de sombra artificial e água para imersão) e ócio para o tratamento TA (disponibilidade de água para imersão).

Tabela 11 – Probabilidade média dos animais da raça Nelore executarem o evento em função do horário do dia para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
Ao sol	0,99 <sup>a</sup>	(0,019)	1,00 <sup>a</sup>	(0,004)	1,00 <sup>a</sup>	(0,001)
À sombra	0,008 <sup>a</sup>	(0,0128)	0,000 <sup>a</sup>	(0,0015)	--	--
Na água	--	--	--	--	--	--
Em pastejo	0,25 <sup>a</sup>	(0,041)	0,38 <sup>a</sup>	(0,051)	0,41 <sup>a</sup>	(0,052)
Em ruminação	0,22 <sup>a</sup>	(0,040)	0,12 <sup>b</sup>	(0,025)	0,21 <sup>a</sup>	(0,040)
Em ócio	0,42 <sup>a</sup>	(0,064)	0,42 <sup>a</sup>	(0,064)	0,23 <sup>b</sup>	(0,048)
Em pé	0,54 <sup>a</sup>	(0,055)	0,54 <sup>a</sup>	(0,055)	0,52 <sup>a</sup>	(0,056)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,10$ )

A seguir, são apresentadas de forma gráfica as distribuições horárias das frequências dos parâmetros comportamentais analisados, respectivamente: posição ao sol, à sombra e dentro da água para imersão; atividade de pastejo, ruminação e ócio; e postura em pé. Gráficos foram elaborados considerando-se a frequência média de ocorrência em função de três períodos (manhã, meio do dia e tarde) relacionados à evolução da temperatura do globo negro ao sol durante o dia para diversos parâmetros comportamentais.

A permanência dos animais da raça Nelore ao sol (figuras 58 e 59) foi evidente para os diferentes horários do dia e tratamentos. O uso dos recursos de bem-estar térmico (sombra e água para imersão) não foram utilizados de maneira expressiva, conforme apresentado nas figuras 60, 61, 62 e 63.

A atividade de pastejo ocorreu de maneira moderada e bem distribuída durante os diferentes horários do dia e em maior frequência ao entardecer (após 16h00) para ambos os tratamentos, conforme as figuras 64 e 65.

Para ruminação (figuras 66 e 67), foram observadas maiores frequências de ocorrência entre 9h00 e 15h00 para os tratamentos TS e TA, e no tratamento TA uma menor frequência de ocorrência durante todo o dia.

As ocorrências da atividade de ócio apresentadas nas figuras 68 e 69 ocorreram de maneira mais intensa antes das 16h00 para ambos os tratamentos e em menor frequência para o tratamento TA. A frequência de permanência em pé ocorreu de maneira semelhante para ambos os tratamentos (figuras 70 e 71) sendo estável no meio do dia, aumentando após as 15h00.

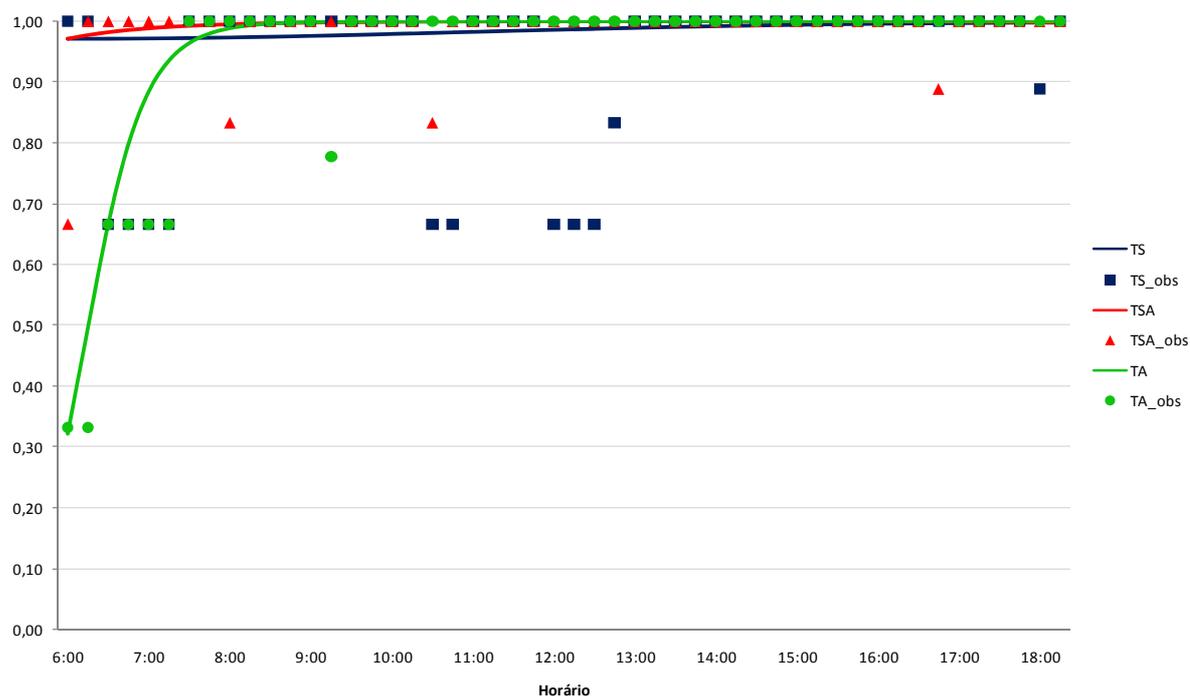


Figura 58 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição “ao sol” (observada e predita) para o experimento com a raça Nelore

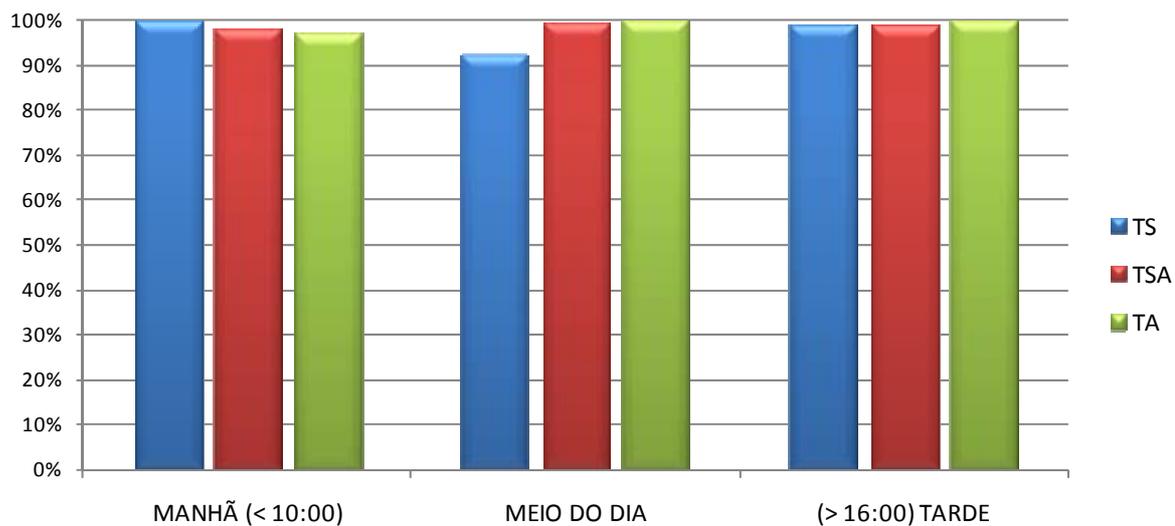


Figura 59 – Distribuição média observada da ocorrência da posição “ao sol” para os diferentes períodos do dia

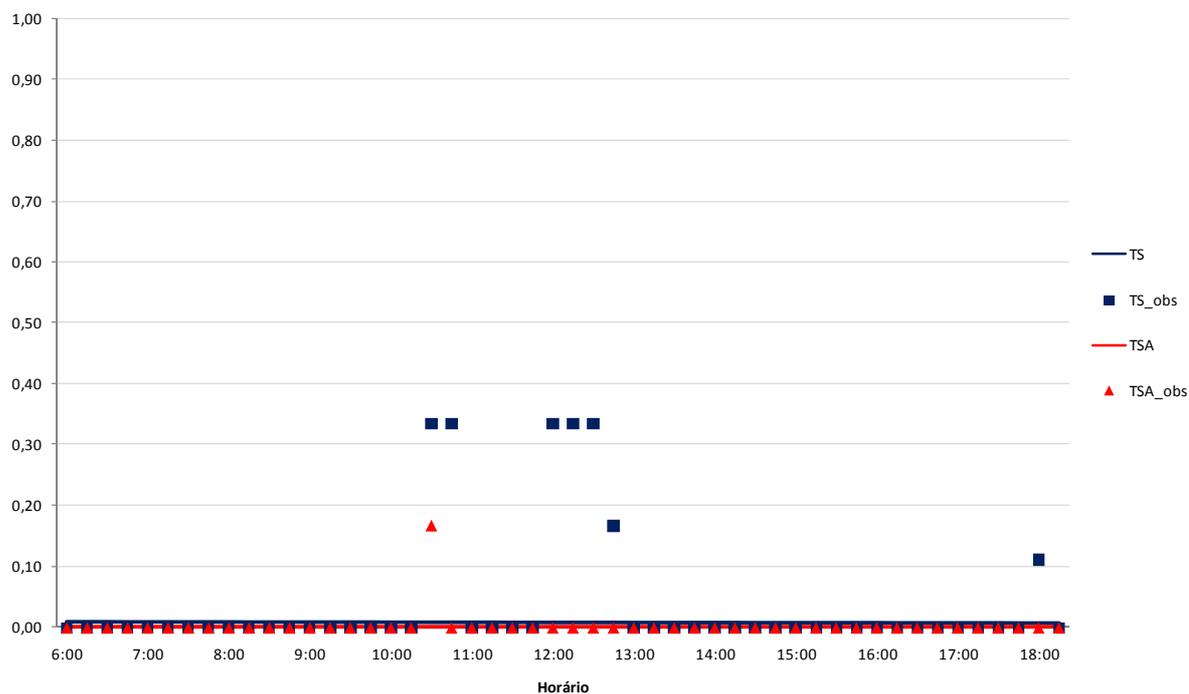


Figura 60 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição “à sombra” (observada e predita) para o experimento com a raça Nelore

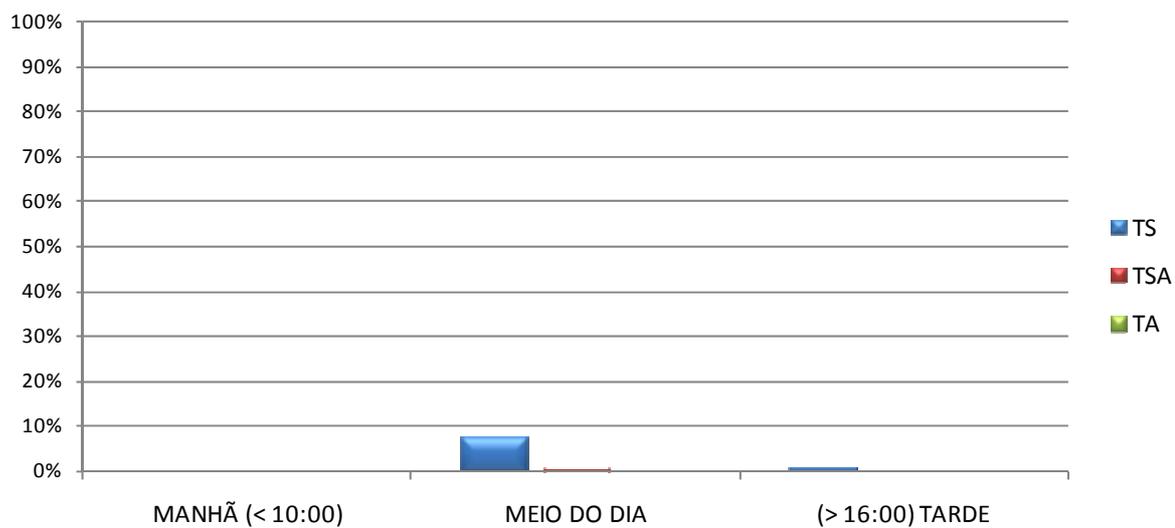


Figura 61 – Distribuição média observada da ocorrência da posição “à sombra” para os diferentes períodos do dia

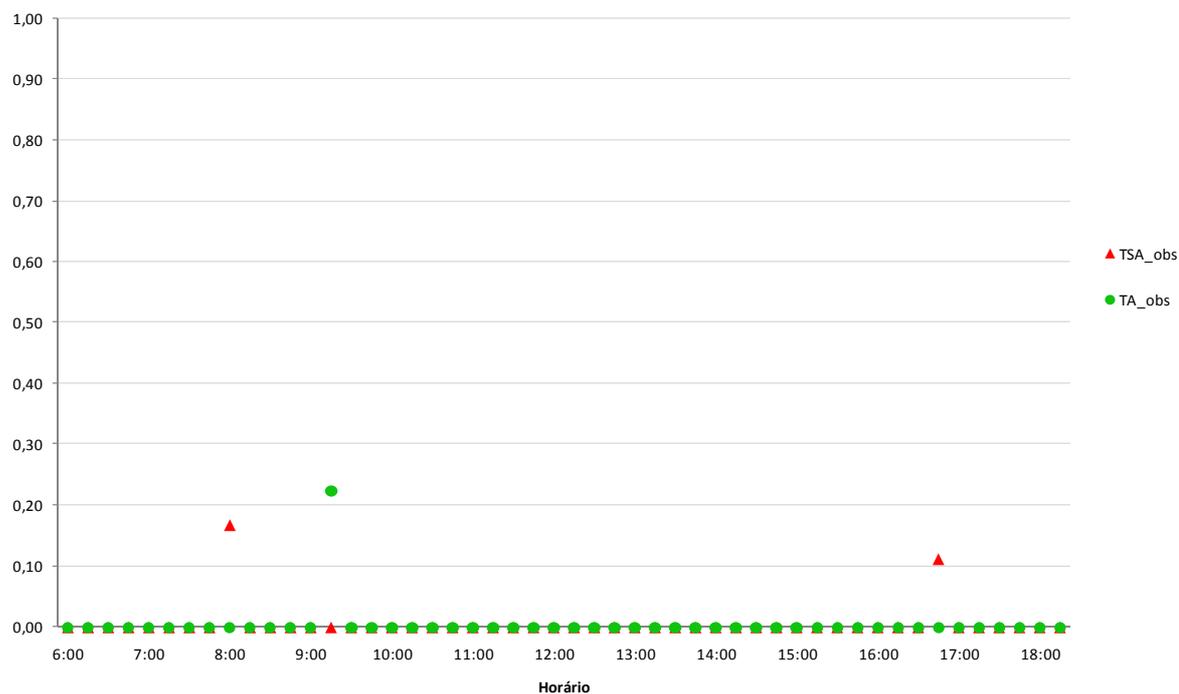


Figura 62 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da posição “na água” (observada) para o experimento com a raça Nelore

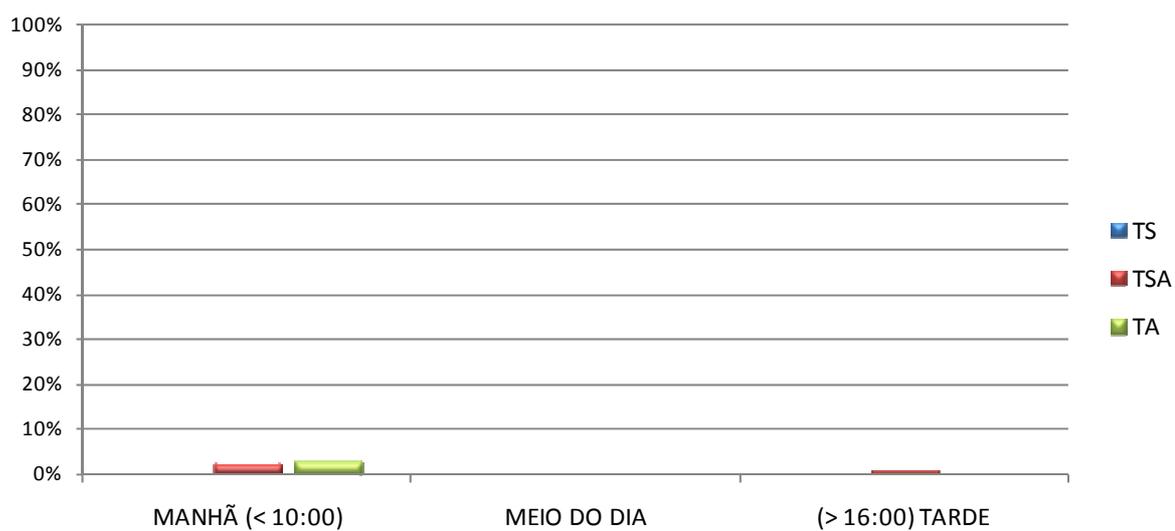


Figura 63 – Distribuição média observada da ocorrência da posição “na água” para os diferentes períodos do dia

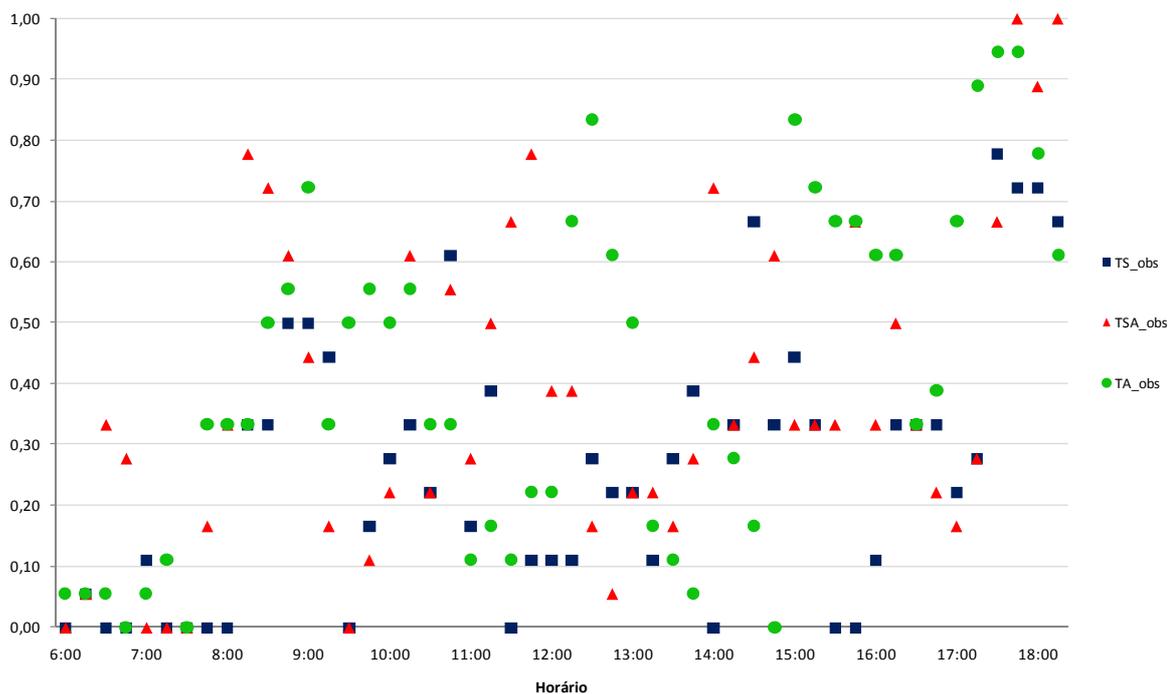


Figura 64 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de pastejo (observada) para o experimento com a raça Nelore

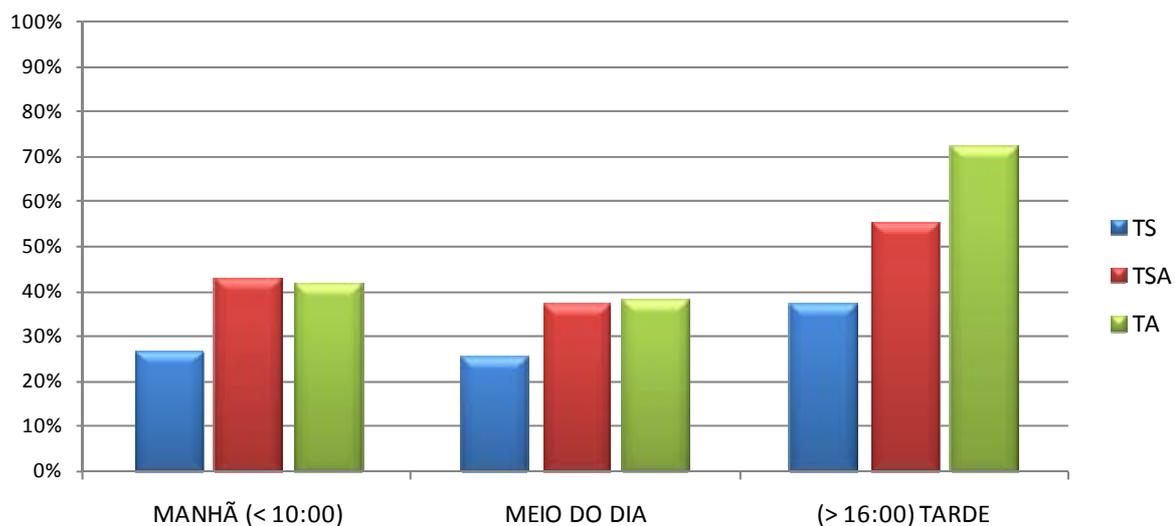


Figura 65 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de pastejo para os diferentes períodos do dia

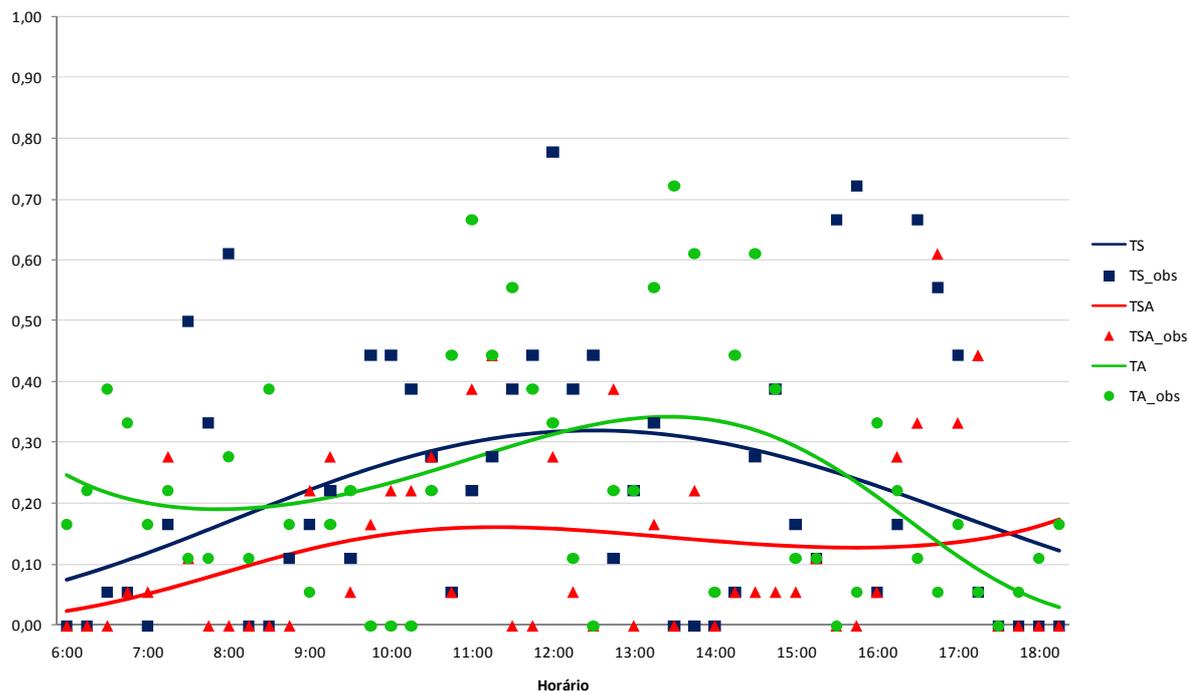


Figura 66 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de ruminação (observada) para o experimento com a raça Nelore

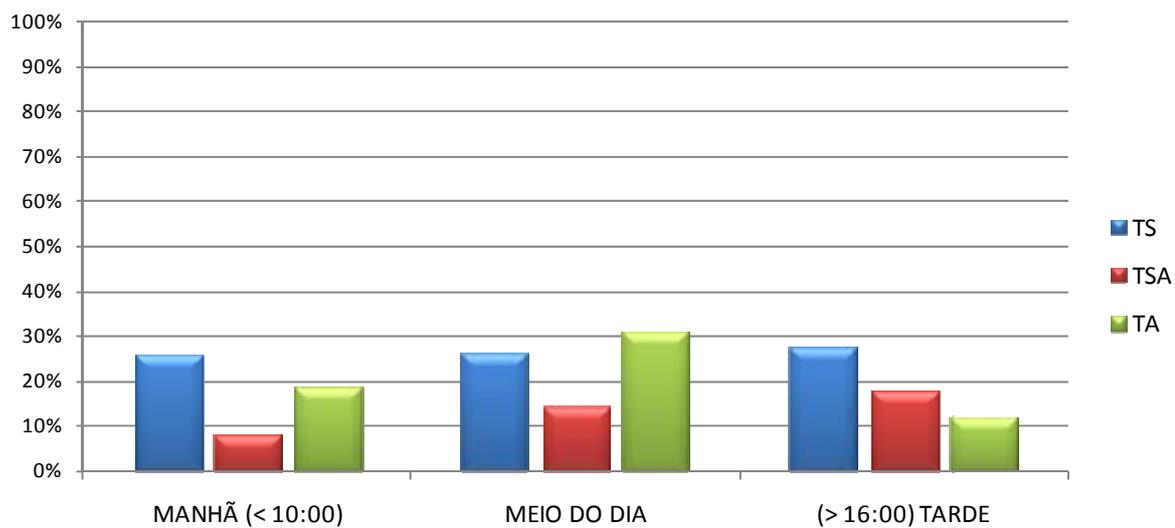


Figura 67 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de ruminação para os diferentes períodos do dia

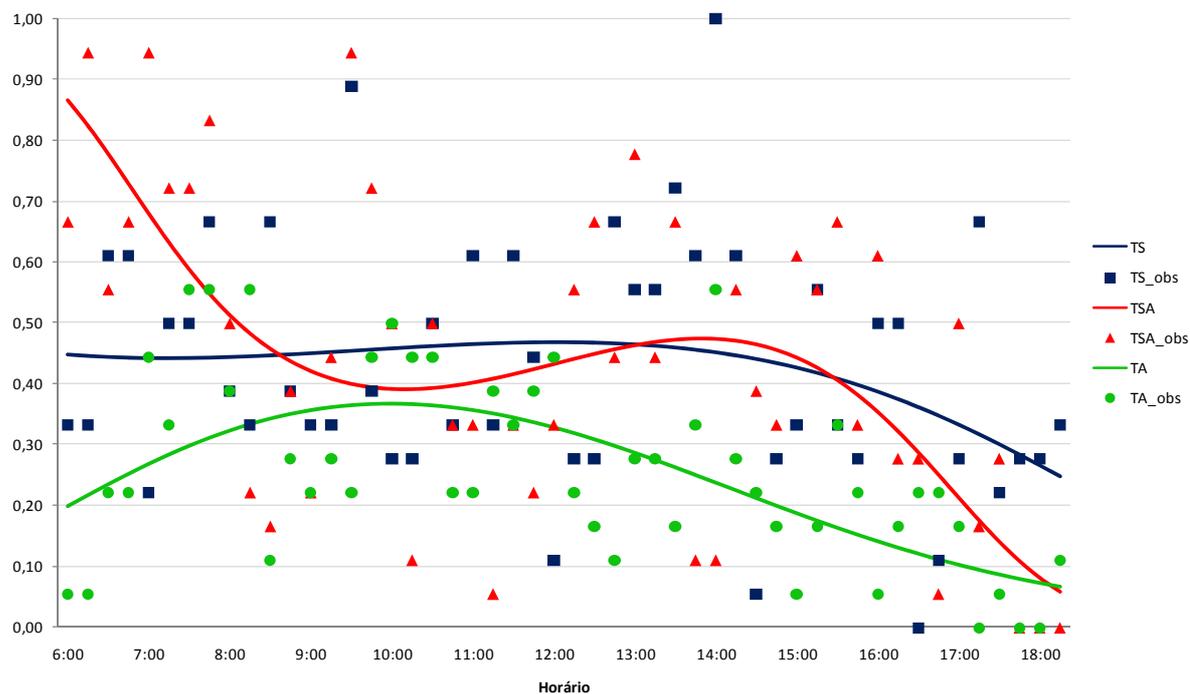


Figura 68 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da atividade de ócio (observada e predita) para o experimento com a raça Nelore

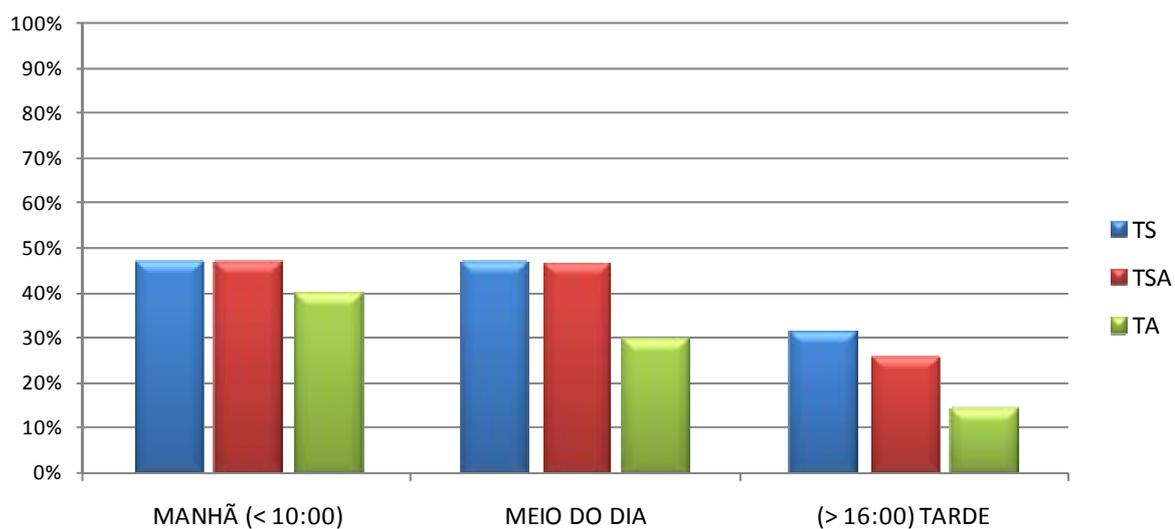


Figura 69 – Distribuição média observada da ocorrência da atividade de ócio para os diferentes períodos do dia

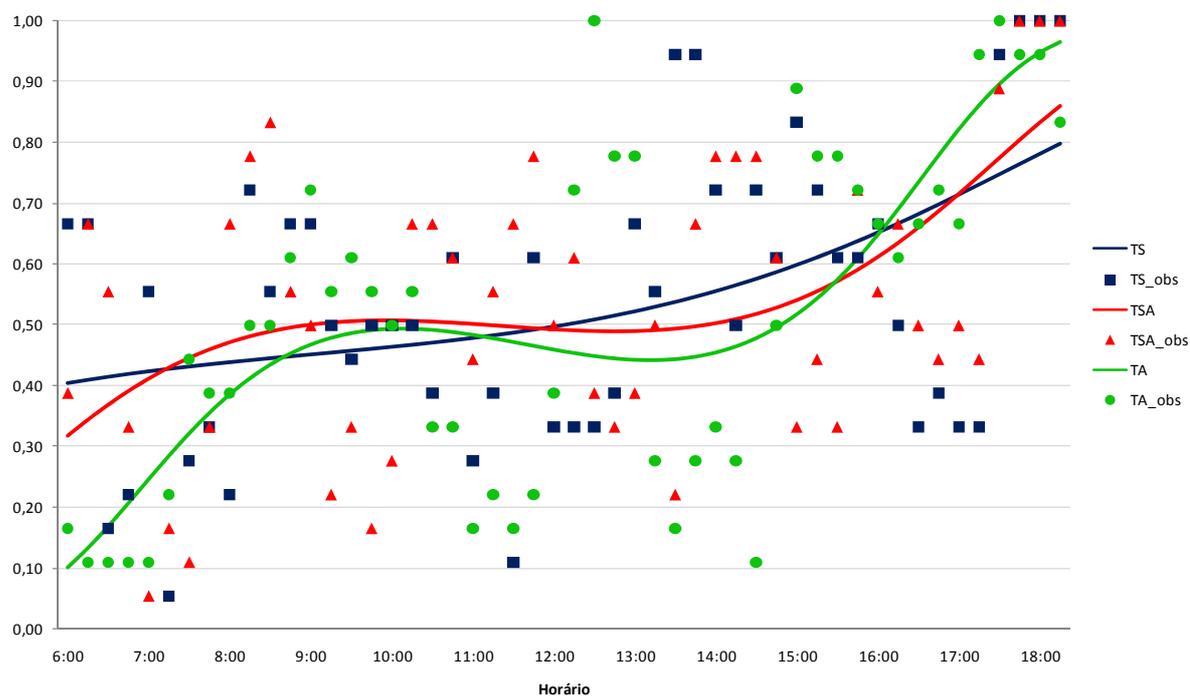


Figura 70 – Distribuição horária da frequência de ocorrência da postura “em pé” (observada e predita) para o experimento com a raça Nelore

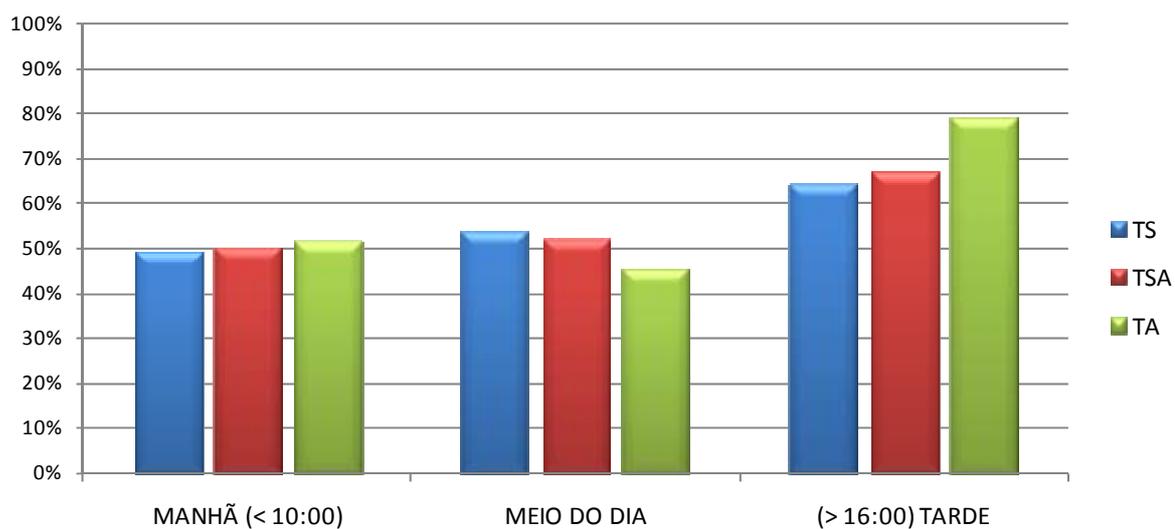


Figura 71 – Distribuição média observada da ocorrência da postura “em pé” para os diferentes períodos do dia

Adicionalmente, foram realizadas análises dos comportamentos em função da evolução da temperatura do globo negro ao sol (TGN sol), apresentadas na tabela 12. Para efeitos de análise, foram unificados os valores de utilização da sombra e pastejo conforme explicado no tópico 4.2.1. Diferenças significativas ( $p < 0,10$ ) foram observadas para a atividade de pastejo no tratamento TS em relação aos demais tratamentos.

Tabela 12 – Probabilidade média dos animais da raça Nelore executarem o evento em função da TGN sol para os diferentes tratamentos

Evento	Tratamentos					
	TS		TSA		TA	
Ao sol	0,99 <sup>a</sup>	(0,017)	1,00 <sup>a</sup>	(0,002)	1,00 <sup>a</sup>	(0,000)
À sombra	0,008 <sup>a</sup>	(0,0124)	0,000 <sup>a</sup>	(0,0017)	--	--
Na água	--	--	0,000 <sup>a</sup>	(0,0015)	0,000 <sup>a</sup>	(0,0014)
Em pastejo	0,26 <sup>b</sup>	(0,036)	0,38 <sup>a</sup>	(0,043)	0,38 <sup>a</sup>	(0,044)
Em ruminação	0,25 <sup>a</sup>	(0,060)	0,13 <sup>a</sup>	(0,036)	0,25 <sup>a</sup>	(0,060)
Em ócio	0,44 <sup>a</sup>	(0,070)	0,42 <sup>a</sup>	(0,068)	0,28 <sup>a</sup>	(0,057)
Em pé	0,52 <sup>a</sup>	(0,043)	0,53 <sup>a</sup>	(0,042)	0,47 <sup>a</sup>	(0,044)

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha são significativamente semelhantes ( $p < 0,10$ )

Na figura 72 pode ser observada a permanência constante dos animais da raça Nelore ao sol em função do aumento da TGN sol para ambos os tratamentos, e nas figuras 73 e 74 a não utilização dos recursos de bem-estar térmico (sombra e água para imersão) em função do aumento da temperatura, em ambos os tratamentos.

Com o aumento da TGN sol, não houve decréscimo na atividade de pastejo (figura 75) para ambos os tratamentos e um aumento na ocorrência desta atividade pôde ser observado para o tratamento TA.

Nos tratamentos TS e TSA houve aumento da atividade de ruminação com o aumento da TGN sol e diminuição da atividade no tratamento TA (figura 76). Houve diminuição na frequência da atividade de ócio para os tratamentos TSA e TA e discreto aumento da ocorrência da atividade de ócio para o tratamento TS com o aumento da TGN sol (figura 77); e foi observada uma diminuição acentuada da permanência em pé no tratamento TS, aumento acentuado para TA e distribuição constante no tratamento TSA para as diferentes temperaturas (figura 78).

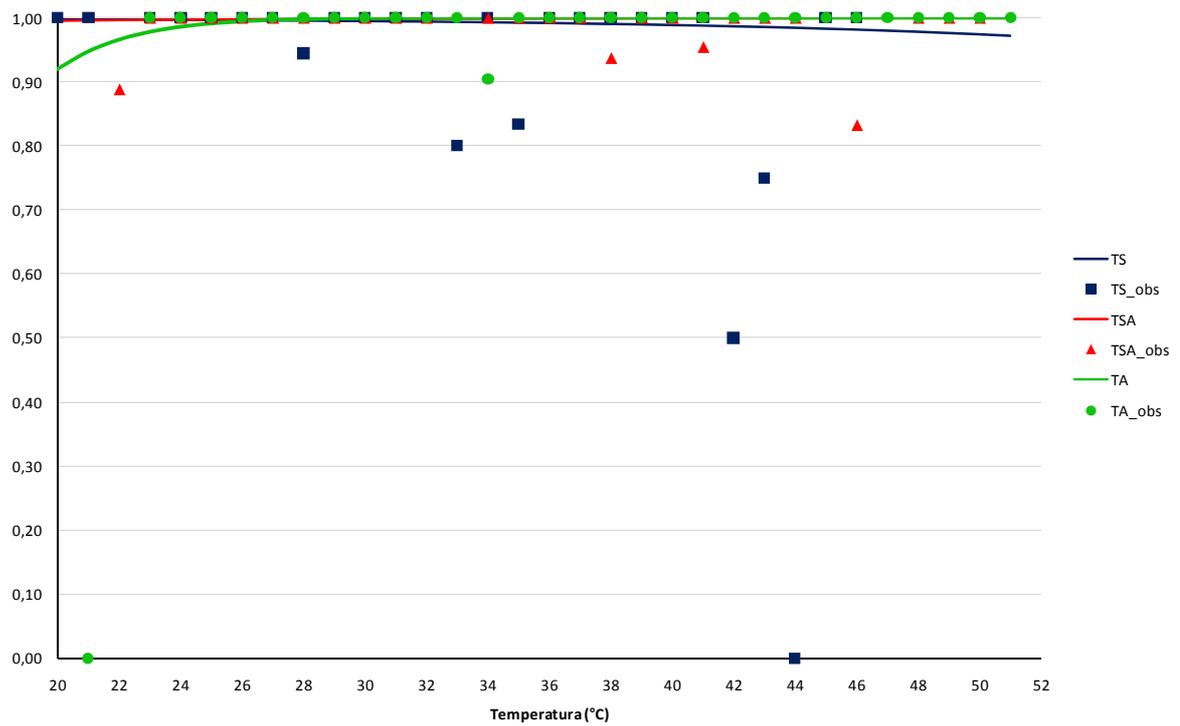


Figura 72 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “ao sol” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Nelore

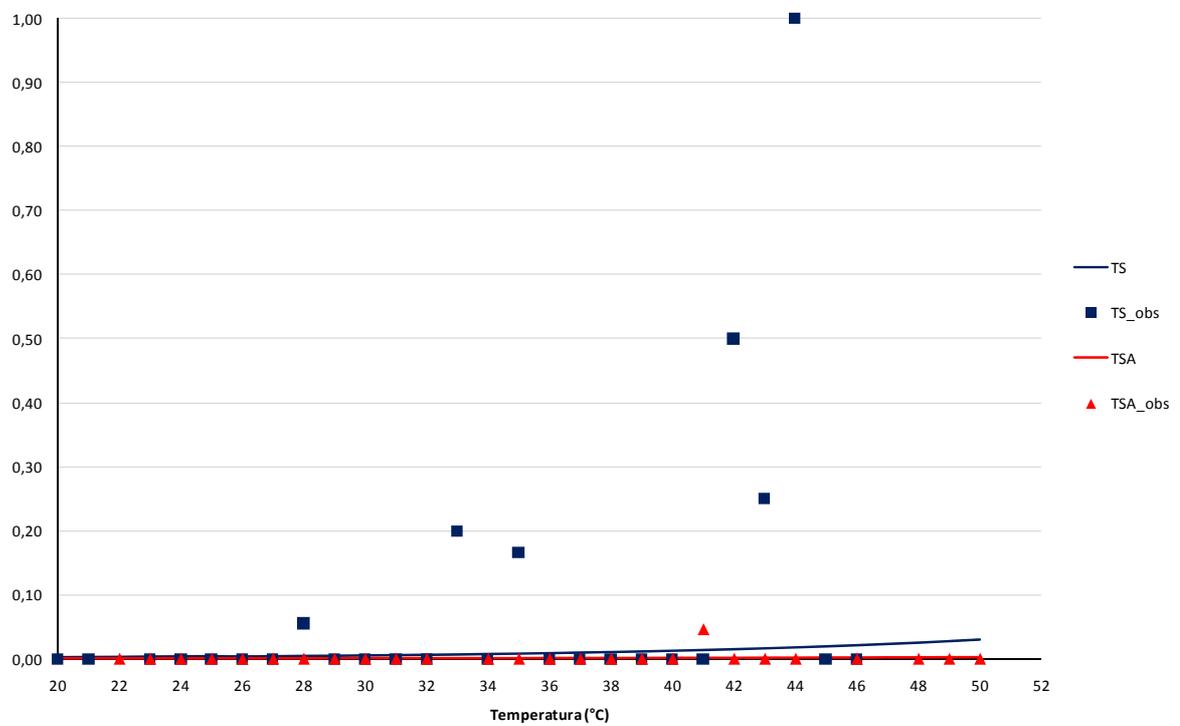


Figura 73 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “à sombra” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Nelore

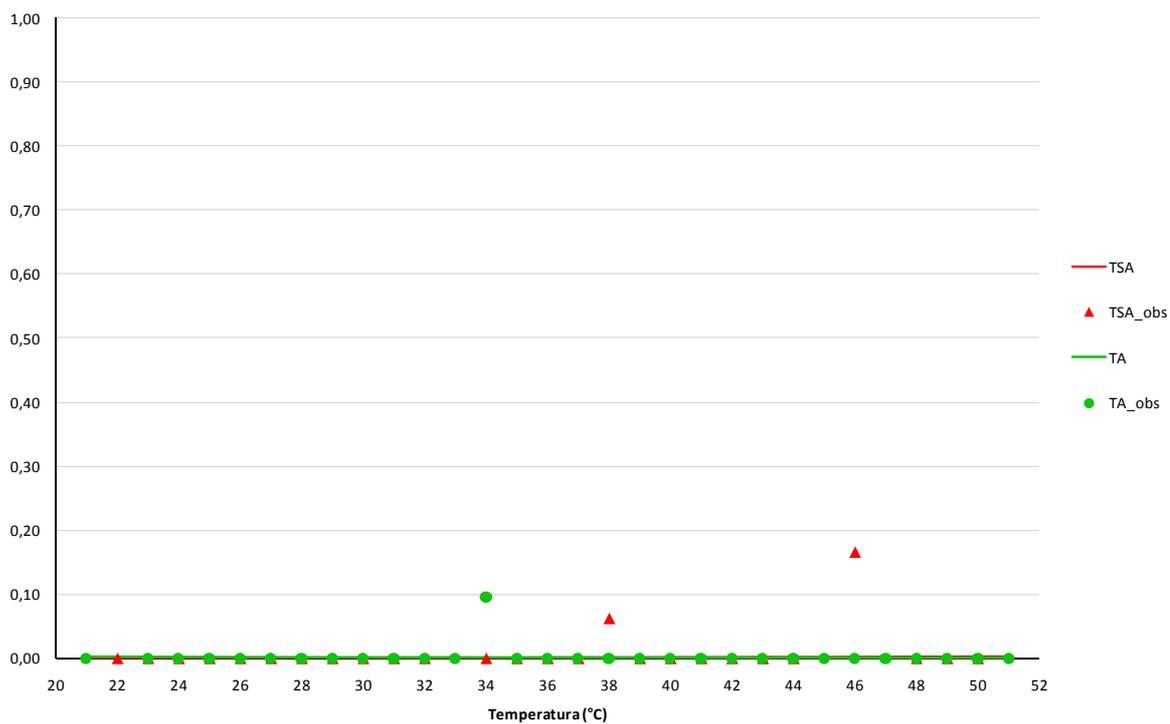


Figura 74 – Distribuição da frequência de ocorrência da posição “na água” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Nelore

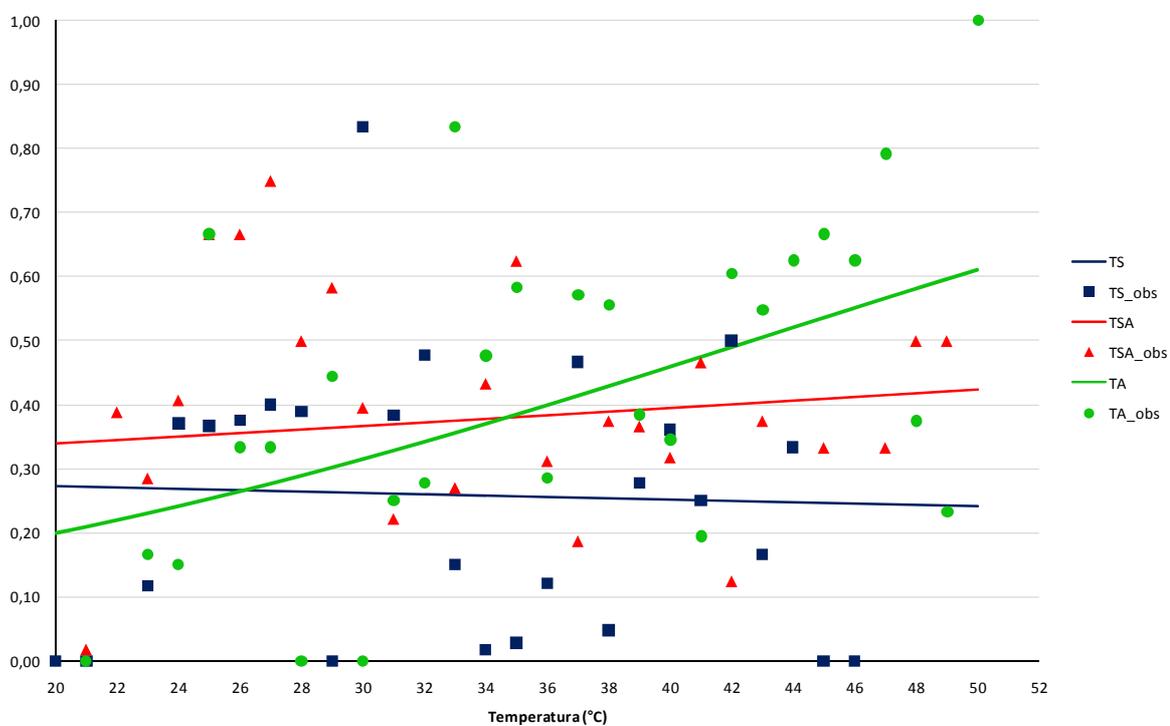


Figura 75 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de pastejo (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Nelore

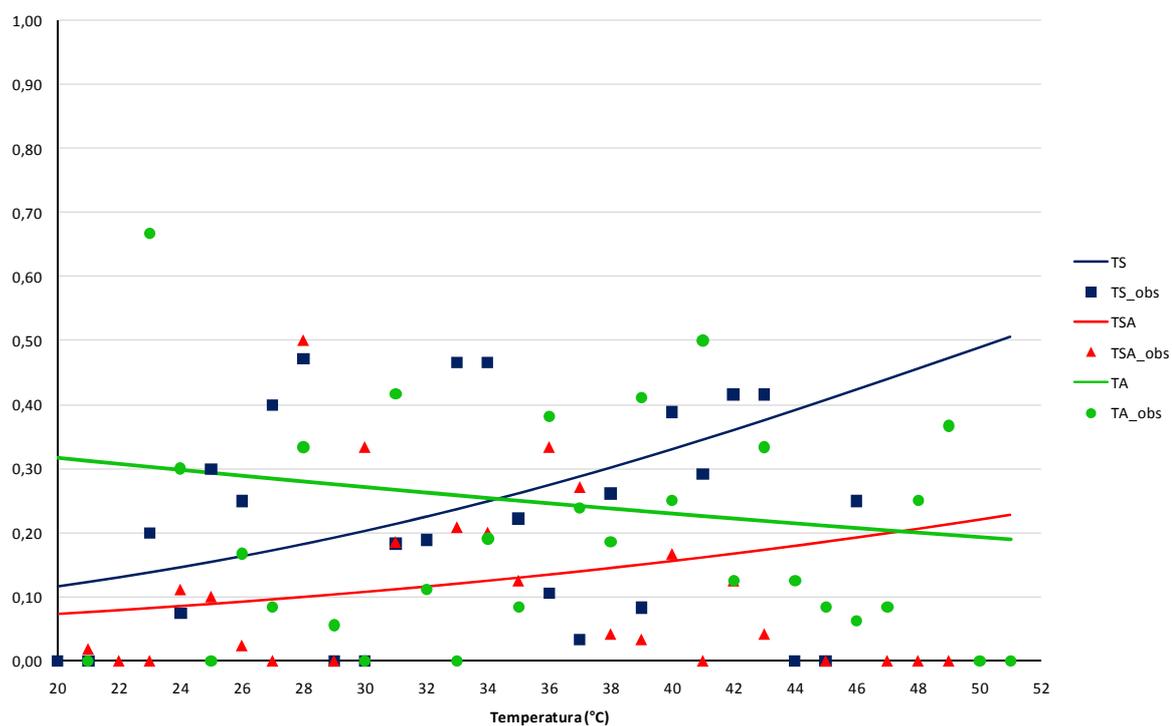


Figura 76 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de ruminação (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Nelore

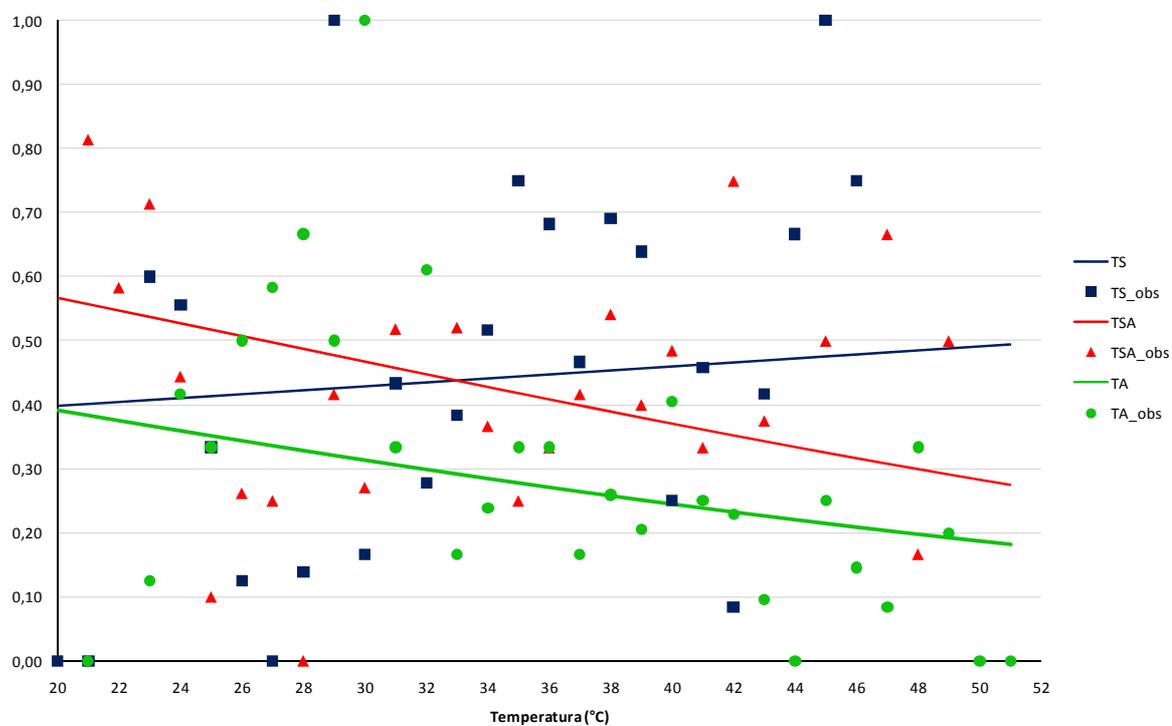


Figura 77 – Distribuição da frequência de ocorrência da atividade de ócio (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Nelore

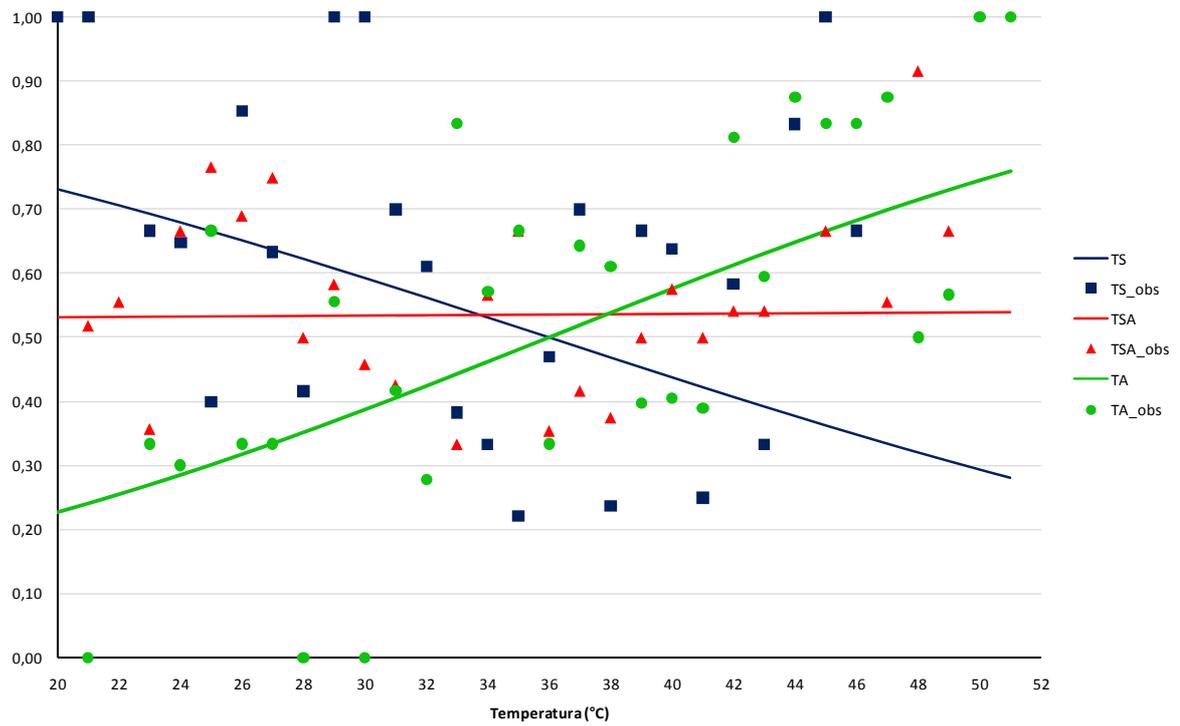


Figura 78 – Distribuição da frequência de ocorrência da postura “em pé” (observada e predita) em função da TGN sol para o experimento com a raça Nelore

## 5 DISCUSSÃO

Algumas colocações gerais foram utilizadas na discussão dos resultados obtidos nos experimentos:

- os animais são dinâmicos e adaptáveis, e a resposta a um agente estressor envolve funções comportamentais que são mobilizadas a diferentes níveis para minimizar as consequências adversas (HAHN, 1999);

- os animais fazem escolhas baseadas na avaliação do ambiente e em suas próprias necessidades, e dentro de suas limitações adaptam seu comportamento e metabolismo para apresentar respostas adequadas que os beneficiem da melhor maneira (BROOM; JOHNSON, 1993);

- os animais possuem sistemas funcionais de controle, que atuam na tentativa de manter o equilíbrio da temperatura corporal e conduzem a diferentes comportamentos, necessários para entender como cada espécie ou raça responde às condições ambientais (PARANHOS DA COSTA; CROMBERG, 1997).

### 5.1 Experimento 1 – Raça Caracu

As temperaturas de globo negro ao sol (TGN sol) mais altas ocorreram no período entre 10h00 e 16h00 e foram de 38°C em média, juntamente com os menores valores para umidade relativa do ar (65% em média). Neste período mais quente do dia, observou-se uma menor ocorrência de animais ao sol (25% menos permanência ao sol no período), enquanto a frequência de busca pela sombra foi aumentada (30% em média) entre as 10h00 e 16h00 especialmente para o tratamento TSA, que dispunha de sombra e água para imersão como recursos de

proteção contra o calor. Este comportamento foi observado por Blackshaw e Blackshaw (1994), Fraser e Broom (1997), Paranhos da Costa e Cromberg (1997) e Silanikove (2000), que ressaltam que nos períodos mais quentes do dia os bovinos buscam pela sombra, evitando a radiação solar direta. Durante o experimento, este fato pode ser comprovado quando observadas as distribuições das frequências de posicionamento dos animais ao sol e à sombra em função da TGN sol. Notou-se uma tendência de procura pela sombra com o aumento da TGN sol, sendo mais frequente somente para temperaturas mais elevadas, para ambos os tratamentos (TS e TSA), e a sombra das árvores foi a opção utilizada em mais de 80% das vezes que os animais recorreram ao uso do recurso de sombra como proteção contra o calor quando no tratamento TS (disponibilidade de sombra natural e artificial), preferência esta reportada também por Bucklin e Bray (1998).

Tal resultado também foi encontrado por Fraser e Broom (1997), que afirmam que a maioria das raças européias de gado procura pela sombra em regiões onde a radiação solar é direta e a temperatura do ar é alta (maior que 28°C).

A procura pelo recurso de água para imersão pelos animais da raça Caracu foi baixa em ambos os tratamentos, denotando predileção pela sombra como forma de defesa contra o calor e proteção contra a radiação solar direta e/ou perda de calor corporal. Esta afirmação pode ser comprovada através da observação do comportamento descrito nas figuras 16 e 32, onde a frequência de procura por este recurso foi baixa, tanto em função do horário do dia, quanto em função do aumento da TGN sol.

O baixo uso da água para imersão mesmo no tratamento TA (que só dispunha deste recurso) indica a possibilidade da existência de uma tolerância dos animais da raça Caracu em relação à temperatura ambiental incidente, pois caso contrário, teriam buscado com maior frequência a água como recurso de perda de calor quando a sombra não estivesse disponível (tratamento TA) mesmo com o aumento da temperatura, fato este não observado durante o experimento. Outros resultados que corroboram esta teoria são: a permanência ao sol dos animais da raça Caracu por grande parte do tempo (mais de 60% do tempo total para TS e TSA e 95% para TA, em média) e a não detecção dos efeitos de tratamento para a utilização dos recursos (sombra e água para imersão) para as variações em função do horário do dia e TGN sol, juntamente com a busca mais frequente pelos recursos

de proteção contra o calor somente nos horários onde a temperatura foi mais elevada.

A procura pela sombra em horários onde a temperatura do globo negro ao sol foi mais amena já havia sido relatado por Paranhos da Costa e Cromberg (1997), que ressaltam que os animais procuram a sombra praticamente o dia todo, inclusive em horários com baixa incidência de radiação solar. Tal comportamento possui relação com as atividades de ruminção e ócio, que ocorreram com maior frequência a partir das 10h00, onde os animais procuraram preferencialmente a sombra para realizarem estas atividades. A maior concentração da ocorrência da atividade de ruminção observada neste experimento segue as colocações propostas por Fraser e Broom (1997), onde durante a parte mais quente do dia os animais preferem ruminar e evitam alimentar-se, pois procuram a sombra. Em geral, a ruminção foi observada de maneira distribuída durante todo o dia, com uma concentração mais homogênea no período do meio do dia (entre 10h00 e 16h00) para todos os tratamentos, onde os animais a realizaram majoritariamente em decúbito esternal.

O pastejo foi a principal atividade realizada ao sol, ocorrendo em média mais da metade do tempo para ambos os tratamentos e de maneira não concentrada, sendo observado quatro picos durante o dia: às 7h00, 10h00, 13h00 e 17h00, com períodos mais intensos entre 7h00 e 8h00 e 16h00 e 18h00, dados estes corroborados pelos trabalhos de Fraser (1999), Fraser e Broom (1997) e Hafez (1973), que afirmam que os bovinos pastejam de 4 a 5 períodos por dia, sendo os maiores ao amanhecer, meio da manhã, começo da tarde e próximo do pôr-do-sol, e os mais intensos e contínuos no começo da manhã e final da tarde. A distribuição em função do aumento da temperatura do globo negro ao sol foi diferente para os tratamentos: constante para as diferentes temperaturas no tratamento TA; ligeiramente decrescente com o aumento da TGN sol para TSA e apresentou uma diminuição maior para TS em função das temperaturas mais elevadas. Tal comportamento está possivelmente relacionado à própria arquitetura de cada tratamento, onde se fornece a possibilidade de uso dos recursos de defesa contra o calor (sombra natural e artificial) mais comumente utilizados pelos bovinos de forma geral (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994; FRASER; BROOM, 1997) em detrimento de outro (água para imersão), como única opção de recurso de defesa contra as altas temperaturas (tratamento TA), e já que o pastejo ocorre majoritariamente sob o sol, é oportuno avaliar a alta permanência ao sol e ligeiro aumento do pastejo no

tratamento TA como função da falta de opção do recurso de sombra e da menor necessidade de proteção contra o calor, já que os animais utilizaram pouco o recurso de água para imersão neste tratamento, mesmo com o aumento da TGN sol e tendo a possibilidade de fazê-lo com maior frequência a qualquer momento. Para o tratamento TS o mesmo argumento pode ser utilizado, já que a possibilidade de uso da sombra é maior que nos demais tratamentos (disponibilidade da sombra natural das árvores e de sombra artificial), isso orientaria as decisões dos animais por optarem pela sombra com o aumento da TGN sol, diminuindo a atividade de pastejo e aumentando as atividades de ruminação e ócio, conforme observado neste experimento. No tratamento TSA (disponibilidade de sombra artificial e água para imersão), a ligeira diminuição do pastejo e aumento da ruminação com o aumento da TGN sol também indicam o uso do recurso de conforto térmico (no caso, a sombra) nas horas mais quentes do dia, de maneira intermediária entre os demais tratamentos.

A presença dos 4 picos de pastejo durante o dia pode ser explicada por uma possível capacidade de tolerância ao calor dos bovinos da raça Caracu, não exigindo que os animais pastejem somente em horários de temperaturas mais amenas e sim em função das suas necessidades de ingestão de nutrientes, determinadas pelo metabolismo energético e pela própria fisiologia digestiva, conforme relatado por Poppi et al. (1987) no que se refere aos fatores nutricionais que influenciam o pastejo (demanda por nutrientes, preenchimento do rúmex etc) resultando no início ou término da alimentação segundo Curtis e Houpt (1983).

Observou-se, de maneira geral, uma menor atividade de ruminação/ócio no período da manhã, particularmente até as 10h00, onde o pastejo foi a atividade predominante e as temperaturas foram menores para ambos os tratamentos.

Houve uma alternância entre pastejo e ruminação/ócio observada durante os diferentes horários do dia no comportamento dos animais da raça Caracu, e o grupo tendeu a seguir um padrão de comportamento semelhante, fato este também observado por Hodgson (1990). Este aspecto comportamental confere também aos bovinos desta raça o hábito gregário, conforme relatado por Curtis e Houpt (1983) e Paranhos da Costa (2000), observado através da intensidade de ocorrência de atividades dos animais de forma conjunta (posicionamento ao sol, à sombra, pastejo e permanência em pé) e também pela própria alternância entre as atividades, que ocorreu de maneira coesa entre os animais, fato este também observado por Hafez

(1973), que destaca o funcionamento do rebanho como uma unidade, onde os membros comportam-se de maneira homogênea e ocupam-se com a mesma atividade ao mesmo tempo.

O aumento da temperatura parece influenciar de alguma maneira as atividades de ingestão de nutrientes e ruminção dos animais da raça Caracu, mas não a ponto de ser o único fator regente destas atividades e de afetar e alterar especialmente os hábitos de pastejo, conforme relatado por Lee (1954) e Blackshaw (2003), fato este que indica a possível presença de uma tolerância ao calor pelos animais desta raça, para a gama de temperaturas ambientais observadas para este experimento a campo (54°C de TGN sol máxima).

Esta tolerância parece proporcionar uma maior flexibilidade dos comportamentos, contribuindo para o aumento da gama de efeitos possíveis relacionados às condições climáticas, proporcionando assim vantagens adaptativas para sobrevivência e desenvolvimento em regiões de clima quente. Segundo Silva (2000), quanto mais adaptado o animal, em termos genéticos e biológicos, maiores serão suas chances de desenvolver todo seu potencial em determinada situação ambiental e climática.

## **5.2 Experimento 2 – Raça Angus**

O período do dia onde as temperaturas de globo negro ao sol (TGN sol) foram mais elevadas (média de 35°C) ocorreu entre 10h00 e 16h00, sendo concomitante com as menores umidades relativas observadas (UR de 60%, em média). Neste período, a permanência ao sol foi menor para ambos os tratamentos, mas quando observado o período todo (do amanhecer ao entardecer), a ocorrência dos animais ao sol foi estatisticamente inferior ( $p < 0,10$ ) no tratamento TS (disponibilidade de sombra natural e artificial).

O recurso de sombreamento foi utilizado com freqüência no período entre 10h00 e 16h00: para TS a freqüência média de ocorrências de posicionamento sob a sombra foi de 73%, e para TSA a média de ocorrência foi de 47%. No período total (do amanhecer ao entardecer) a procura pela sombra foi estatisticamente superior ( $p < 0,10$ ) no tratamento TS, e sua distribuição pode ser observada nas figuras 39 e 40. O uso da sombra nos períodos mais quentes do dia também foi observado por

Blackshaw e Blackshaw (1994), Fraser e Broom (1997), Paranhos da Costa e Cromberg (1997) e Silanikove (2000), que atentam para o uso deste recurso para evitarem a radiação solar direta, pois a radiação solar é o fator preponderante na termorregulação de ruminantes a pasto (GEBREMEDHIN, 1985). Paranhos da Costa e Cromberg (1997) reportam a permanência média sob a sombra durante o dia (das 6h00 às 18h00) de 14% para animais da raça Angus de pelagem vermelha. Neste experimento, o valor médio encontrado para o mesmo período foi de 43%.

A maior disponibilidade de sombra no tratamento TS proporcionou uma ampliação nas possibilidades de uso deste recurso (sombra natural de várias árvores além da proporcionada pela malha de polietileno de 60m<sup>2</sup>), fato este evidenciado nas figuras 39 e 40. Prevaleceu a utilização da sombra das árvores em 63,5% das vezes no tratamento TS, o que indica a preferência dos animais pela utilização deste recurso de sombreamento natural em detrimento da sombra artificial, conforme observado também por Bucklin e Bray (1998).

No tratamento TA, com disponibilidade de água para imersão, a frequência de utilização deste recurso no período mais quente do dia (entre 10h00 e 16h00) foi maior que no tratamento TSA e pode ser observado na figura 41. A temperatura de globo negro para o período do meio do dia no tratamento TA foi de 30°C, quase 10°C inferior à registrada no tratamento TSA, e este fato indica a necessidade de proteção contra o calor que os animais da raça Angus possuem, mesmo em temperaturas não tão elevadas e onde o recurso de sombreamento é escasso ou inexistente.

O comportamento dos animais no tratamento TA demonstrou que na ausência da sombra (ou mesmo quantidade insuficiente de sombra) os bovinos da raça Angus buscam a imersão em água, quando disponível, para minimizar o estresse térmico pelo calor, favorecendo assim a termólise por condução e evaporação, apesar de somente uma parte do corpo ter contato direto com a água, já que os bovinos não deitaram durante a utilização do recurso de água para imersão. O efeito positivo da perda de calor através do uso da água para imersão foi relatado por Ford (1992) e Blackshaw e Blackshaw (1994) e a permanência em pé quando dentro da água foi observada também por Fraser e Broom (1997).

Também optaram por utilizar o recurso de água para imersão contra o estresse causado pelo calor, no entanto, não o utilizaram com a mesma frequência que o recurso de sombreamento, conforme demonstrado nas figuras 39 e 41. Este

comportamento é ocasionado provavelmente pelo fato da água aumentar a perda de calor da pele do animal via condução, e por funcionar de maneira sinérgica com a vasodilatação periférica, pois segundo Findlay (1950), a pele dos bovinos é um importante meio para a dissipação do calor por condução. Além da perda por condução, há um incremento da perda de calor endógeno devido ao efeito da evaporação da água da pele molhada do animal, fato este ressaltado por Titto et al. (1996) e McFarland (1999), sendo benéfico em situações climáticas onde a temperatura do ambiente é elevada.

Os animais quando no tratamento TSA, notadamente preferiram utilizar o sombreamento como recurso de defesa contra o calor, o que pode ser indicativo da melhor termólise dos bovinos quando sob a sombra. Apesar disso, usando preferencialmente o recurso de sombreamento, os bovinos também se utilizaram (no tratamento TSA) do recurso de água para imersão com menor frequência, e no período entre 10h00 e 14h00, onde as temperaturas foram mais elevadas.

Quando comparadas as figuras 37 e 43, observa-se que a atividade predominantemente realizada ao sol foi o pastejo, sendo altamente influenciada pelo aumento da temperatura, e sua queda pode ser observada nos três tratamentos. A diminuição da atividade de pastejo e a consequente redução na ingestão de alimento foram observadas como respostas imediatas ao estresse térmico pelo calor pois, segundo os autores, pastejando menos há redução do ganho de calor pela atividade de digestão e também pela atividade muscular que envolve o pastejo.

Ocorreram picos curtos de pastejo as 7h00, 10h00, 13h00 e 16h00, e a maior atividade de pastejo estatisticamente significativa ( $p < 0,10$ ) observada no tratamento TA em relação ao tratamento TS, pode ser explicada pela maior ocorrência desta atividade ao longo do dia, já que a temperatura de globo negro ao sol observada para TA foi, em média, 10°C inferior a do tratamento TSA no período mais quente do dia, sendo esta observação concomitante com a maior umidade relativa do ar (devida a maior presença de nuvens no tratamento TA neste período), o que favoreceu a atividade de pastejo entre 9h00 e 16h00, atividade esta intercalada pelo uso do recurso de água para imersão, como pode ser observada ao se compararem as figuras 41 e 43.

A queda da atividade de pastejo observada na figura 54 demonstra a preferência dos animais da raça Angus pelo pastejo nas horas menos quentes do

dia, e quando associada aos picos curtos durante o dia explica de forma indireta a redução da frequência de ruminção dos animais em ambos os tratamentos

As atividades mais recorrentes realizadas sob a sombra foram na postura deitada: ruminção e ócio. Observou-se que os animais também procuraram a sombra em horários com menor predominância de radiação solar, comportamento este também observado por Paranhos da Costa e Cromberg (1997).

Os animais permaneceram em pé a maior parte do tempo no tratamento TA, onde utilizaram a água para imersão entre as 10h00 e 15h00 com maior frequência e na qual não foram observados em decúbito esternal ou deitados. Este comportamento explica a maior permanência em pé dos animais neste tratamento com o aumento da TGN sol (figura 57), e a atividade predominante realizada enquanto na água foi o ócio (figuras 47, 53 e 56).

O aumento da temperatura influenciou a permanência dos animais em pé quando no tratamento TS. A possível explicação para este comportamento foi o aumento da procura pela sombra nos horários mais quentes do dia e o aumento da atividade de ócio, realizada na sua maioria em decúbito esternal neste tratamento, corroborando as afirmações de Blackshaw e Blackshaw (1994), que observou a maior permanência dos animais da raça Shorthorn deitados em dias quentes durante o verão em condições tropicais.

Foi notório o aumento acentuado na utilização dos recursos de perda de calor pelos animais Angus quando as temperaturas foram mais elevadas, conforme apresentado nas figuras 51, 52 e 53, sendo possível observar de maneira clara a maior necessidade da disponibilidade de recursos de proteção contra o calor, já que foi observado um aumento acentuado na utilização da sombra no tratamento TS, aumento da procura pelo recurso de água para imersão mesmo em temperaturas inferiores (a partir dos 25°C de TGN sol, conforme observado no tratamento TA) e queda acentuada da permanência ao sol dos animais também no tratamento TSA. Tal necessidade pode ser observada como uma deficiência do animal que pode ser suprida obtendo-se um recurso específico ou respondendo a um estímulo do próprio ambiente e respostas comportamentais são desencadeadas, conforme relatado por Fraser e Broom (1990) e McBride (1980) salienta que se um animal tem condições de evitar um estímulo desagradável, ele se remove do estresse, que o fica nítido diante das respostas comportamentais apresentadas neste experimento.

A maior necessidade do uso dos recursos de proteção contra o calor observadas neste experimento corrobora as afirmações feitas por Hardy (1981), que afirma ser muito mais difícil manter a termorregulação eficaz em condições de calor intenso, ou onde, segundo Paranhos da Costa e Cromberg (1997) o animal necessite manter a homeostase à custa de muito esforço.

A busca pela perda de calor corporal ou proteção contra as altas temperaturas dos animais da raça Angus sugere um desbalanceamento na dissipação de calor, e essas reações frente ao estresse térmico também foram observadas de maneira semelhante por diversos autores (BACCARI JÚNIOR, 2001; BROOM; JOHNSON, 1993; SILANIKOVE, 1992, 2000; TITTO, 1998), denotando maior esforço para adaptarem-se a situações ambientais cuja temperatura seja elevada a ponto de causar desconforto e estresse (BARNERT; HEMSWORTH, 1990; BLACKSHAW, 2003; FRASER et al., 1975; TITTO et al., 1998; VON BORELL, 2001).

### **5.3 Experimento 3 – Raça Nelore**

A evolução das temperaturas de globo ao negro ao sol (TGN sol) foi crescente durante os dias de experimento, sendo que entre 10h00 e 16h00 foram as mais elevadas e apresentaram média de 37,5°C, e as menores umidades relativas foram observadas neste período (53% em média).

A permanência ao sol dos animais da raça Nelore foi a posição predominante durante todo o período experimental, evidenciada nas figuras 58 e 59, onde os animais apresentaram uma frequência média de permanência ao sol sempre superior a 92% para ambos os tratamentos e horários do dia. Em ambos os tratamentos não foi observado o uso frequente dos recursos de proteção contra o calor, apenas surtos esporádicos de uso da sombra em alguns horários do dia e em baixa frequência ocorrência.

Quando este posicionamento é observado em função do aumento da TGN sol, também não se verifica o aumento na tendência de uso dos recursos de defesa contra o calor, seja a sombra natural, artificial ou a água para imersão, conforme apresentado nas figuras 73 e 74.

O conceito de necessidade apresentado por Fraser e Broom (1990) é definido pela deficiência do organismo animal que pode ser suprida por um recurso ou através de uma resposta a um estímulo do ambiente, e este conceito indica que os animais da raça Nelore não demonstraram a necessidade do uso dos recursos de proteção contra o calor, não respondendo ao possível estresse ocasionado pelos estímulos ambientais, não sendo observadas alterações comportamentais motivadas pelos níveis de desafio impostos pelas condições climáticas deste experimento. Esta colocação é também fundamentada pelas afirmações de McBride (1980) e Von Borell (2001) que se um animal tem condições de evitar um estímulo desagradável, ele se remove do estresse e que o estresse pressupõe ameaça a qual o organismo necessita se ajustar, afirmações estas que auxiliam na explicação da baixa necessidade de ajuste ao aumento da temperatura como agente estressor, o que indica uma alta tolerância e adaptabilidade a tais níveis de estresse.

Quando do uso do sombreamento no tratamento TS, mesmo que em baixa frequência (8,6% do tempo total), a opção em 100% das ocorrências foi pela sombra das árvores e ocorreu entre as 11h00 e 13h00. O uso da sombra no tratamento TSA foi de apenas 0,7%. A disposição da sombra artificial próxima à torre de observações nos tratamentos TS e TSA pode ter inibido a maior utilização deste recurso pelos animais da raça Nelore, já que a presença de pessoas na torre de observações foi constante durante todo o experimento. Este comportamento foi relatado por Reinhardt et al. (1978) em estudos com raças zebuínas, que notou que estas costumam evitar fontes de barulho e perturbações, e podem escolher locais não habituais caso os preferidos estejam sendo afetados por estes fatores. Este afastamento do quadrante frontal dos piquetes experimentais foi notado em todos os tratamentos, onde a maior permanência dos animais deu-se, de maneira geral, na parte posterior dos piquetes, onde a distância da torre de observações e das pessoas é maior.

O pastejo ocorreu de maneira bem distribuída durante o dia, com aumento no período final do dia, especialmente entre 17h00 e 18h00, conforme apresentado nas figuras 64 e 65, para ambos os tratamentos. O aumento da temperatura do globo negro ao sol não influenciou negativamente o pastejo dos animais da raça Nelore, no entanto, em termos médios, houve diferença estatística ( $p < 0,10$ ) para esta atividade no tratamento TS, onde o pastejo ocorreu com menor frequência e os animais permaneceram deitados em atividade de ruminção e ócio com o aumento

da TGN sol, conforme apresentado nas figuras 76, 77 e 78. A maior reatividade dos animais da raça Nelore durante o desembarque no experimento seja talvez um indicativo de que o período de adaptação de 24 horas seja insuficiente para os animais desta raça se adequarem ao novo ambiente, e possivelmente o comportamento de pastejo diminuído tenha sido um reflexo a este estímulo.

A menor atividade média de ruminação estatisticamente detectada ( $p < 0,10$ ) no tratamento TSA pode ser devida ao médio aumento da atividade de ócio, pois ambas estão altamente interligadas e são atividades complementares dentro do processo digestivo. Tal combinação também pode ser observada para a atividade de ócio média no tratamento TA, estatisticamente inferior ( $p < 0,10$ ) que os demais tratamentos.

Segundo Broom e Johnson (1993) os animais fazem escolhas baseadas na avaliação do ambiente e em suas próprias necessidades, buscando a condição que os beneficiem da melhor maneira, e assim o conjunto destas respostas comportamentais dos animais da raça Nelore indica que o fator ambiental proposto como agente estressor (alta carga térmica) pouco afetou as reações a este estímulo como normalmente observadas na literatura, e fatores como a presença humana nos arredores e a adequação ao local e manejo foram desafios maiores à adaptação desta subespécie zebuína ao novo ambiente de pastejo do que o próprio clima.

## 6 CONCLUSÕES

O presente trabalho permite concluir que:

1) Os bovinos optam por utilizar o sombreamento como recurso de defesa contra as temperaturas elevadas e a radiação solar direta.

2) Na ausência de sombreamento, os bovinos podem utilizar a água para imersão como recurso secundário de proteção contra o calor.

3) O menor nível de tolerância ao estresse ocasionado pelo calor faz com que animais menos adaptados ou que possuam a termólise prejudicada procurem os recursos de termólise com maior frequência e intensidade.

4) Raças mais adaptadas possuem uma maior amplitude de tolerância ao estresse térmico.

## 7 IMPLICAÇÕES

- a adequação do local onde os animais desenvolvem suas atividades deve buscar a ampliação das fontes de recursos que diminuam o desconforto causado pelo calor, proporcionando assim condições para o desenvolvimento com o maior nível de bem-estar possível.

- a escolha da(s) raça(s) ideal a ser utilizada em um sistema de manejo a campo que seja influenciado pela condições climáticas, pode ser um fator determinante para o sucesso da atividade.

- estudos que ampliem os conhecimentos sobre o comportamento de diferentes raças em climas quentes e a análise de parâmetros fisiológicos ligados à termorregulação, podem esclarecer detalhes sobre as diferentes reações dos bovinos em determinadas condições climáticas encontradas a campo.

- pesquisas que analisem as reações dos bovinos em diferentes épocas do ano e para diferentes níveis de desafio ao clima quente, podem contribuir para o maior entendimento dos efeitos do clima sobre o comportamento dos bovinos a campo, melhorando assim a eficiência na exploração dos sistemas produtivos.

## REFERÊNCIAS

ABLAS, D. S. **Comportamentos de búfalos a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão no Sudeste do Brasil**. 2002, 70 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

ALBRIGHT, J. L.; ALLISTON, C. W. Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. **Journal of Animal Science**, n. 32, p. 566-577, 1972.

APPLEBY, M. C. Can we extrapolate from intensive to extensive conditions? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 49, p. 23-27, 1996.

APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. O. **Animal welfare**. Wallingford: CAB International, 1997. 316 p.

ARNOLD, G.W.; DUDZINSKI, L. **Ethology of free ranging domestic animals**. Amsterdam: Elsevier, 1978. 196 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE ZEBU. **O Nelore e o Nelore Mocho**. Disponível em: <<http://www.abcz.org.br/site/tecnica/racas/nel.php>>. Acesso em: 2 set. 2007.

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

BACCARI JÚNIOR, F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOCLIMATOLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998. p.136-61.

BACCARI JÚNIOR, F. et al. Valores fisiológicos da temperatura retal em vacas holandesas em clima tropical de altitude. In: ENCONTRO DE PESQUISAS VETERINÁRIAS, 1., 1984, Londrina. **Anais...** Londrina, 1984. p. 15-22

BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H. The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 9, p. 177-187, 1990.

BERMAN, A. et al. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. **Journal of Dairy Science**, v. 68, p. 1488-1495, 1985.

BIANCA, W. Thermoregulation. In: HAFEZ, E. S. E. **Adaptación de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, 1973. p. 97-118.

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

BLACKSHAW, J.K. **Notes on some topics in Applied Animal Behaviour**, 3rd ed. Brisbane: School of Veterinary Science/University of Queensland, 2003.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D. M. The concept of stress and welfare. **Rec. Méd. Vét.**, v. 164, n. 10, p. 715-722, 1988a.

BROOM, D. M. Welfare evaluation. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 54, p. 21-23, 1997.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. **Stress and animal welfare**. London: Chapman & Hall, 1993. 211 p.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v. 142, n. 524, 1986.

BROOM, D.M. The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v.20, p. 5-19, 1988.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinarian Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.

BROWN-BRANDL, T.M. et al., Dynamic Response indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. **Biosystems Engineering** (2005) 90 (4), 451–462.

BUCKLIN, R. A.; BRAY, D. R. The american experience in dairy management in warm and hot climates. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 156-174.

CHROUSOS, G.P. Stressors, Stress, and neuroendocrine integration of the adaptive response. **Ann. N. Y. Acad. Sci.**, p.311-335, 1997

CURTIS, S. E.; HOUP, K. A. Animal ethology: its emergence in animal science, **Journal of Animal Science**, v. 57, p. 234-247, 1983.

DOMINGUES, O. **O gado nos trópicos**. Rio de Janeiro: Instituto de Zootecnia, 1961.

EL FARO, L. **Estudo da curva de lactação de um rebanho da raça Caracu**. 1996. 190 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

FELIUS, M. **Genus Bos**: cattle breeds of the world. [S.l.]: MSD AGVET, 1985. p. 4-5.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. São Paulo: Nova Fronteira, 1995. 687 p.

FINCH, V. A. Heat as a stress factor in herbivores under tropical conditions. In: GILCHRIST, F. M. C.; MACKIE, R. I. **Herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Graighall: The Science Press, 1984. p. 89-105.

FINDLAY, J. D. The effects of temperature, humidity, air movement and solar radiation on the behaviour and physiology of cattle and other farm animals. **The Hannah Dairy Research Institute**, p. 145-162, 1950.

FORD, B. D. Swamp buffaloes in large scale ranching systems. In: TULLOH, N. M.; HOLMES, J. H. G. **Buffalo production**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 465-481.

FRASER, A. **Beef cattle husbandry**. [S.l.]: Crosby Lockwood & Son, 1959. p. 62-79.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3. ed. London: Baillière Tindall, 1997. 437 p.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. **Farm animal behaviour and welfare**. Saunders. New York, 1990.

FRASER, D. Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 65, p. 171-189, 1999.

FRASER, D. et al. The term "stress" in a veterinary context. **British Veterinary Journal**, v. 131, p. 653-662, 1975.

GATTO, E.G. **Reatividade ao manejo de novilhos Nelore confinados e suas relações com cortisol plasmático, temperatura corporal e desempenho**. Pirassununga, 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

GEBREMEDHIN, K. G. Heat exchange between livestock and the environment. In: YOUSEF, M. K. (Ed.). **Stress physiology in livestock**, 1985. p. 15-33. v.1.

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

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, v.75, p.249-257, 1997.

HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domesticos**. Barcelona: Labor, 1973.

HAHN G L; MADER T. L. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENTAL SYMPOSIUM, 5., 1997, Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis: American Society Agricultural Engineers, 1997. p 563–571.

HAHN, G. L. Dynamic Responses of Cattle to Thermal Heat Loads. **Journal of Animal Science**, v.77, Suppl. 2, 1999.

HAHN, G.L. Rational environmental planning for efficient livestock production. **Proc. 6th International Congress of Biometeorology**, Part II, pp.106-114, 1976.

HANSEN, P. J.; ARÉCHIGA, C. F. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 36-50, 1999.

HARDY, R.N. **Temperatura e vida animal**, São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981.

HEAD, H. H. Management of dairy cattle in tropical and subtropical environments. CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 1., **Anais...**, Jaboticabal, 1995.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Longman: Scientific & Technical, 1990. p. 1-5, 25-37, 121-133.

HUNTINGFORD, F. A. **The study of animal behavior**. London: Chapman & Hall, 1984. p. 350-356.

IGONO, M. O. et al. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. **International Journal of Biometeorology**, v. 36, p. 77-87, 1992.

JACOBSEN, K. L. The well-being of dairy cows in hot and humid climates. II. Reducing stress. **Compendium of Continues Education in Practical Veterinary**, v. 18, p. 242-254, 1996.

LAY, D.C.; WILSON, M.E. **Physiological Indicators of Stress in Domestic Livestock**. In: INTERNATIONAL ANIMAL AGRICULTURE AND FOOD SCIENCE CONFERENCE, Indianapolis, 2001.

LEE, D. H. K. **Tolerancia de los animales domesticos al calor**. [S.l.]: FAO, 1954. p.104-109.

LEME NETO, S.V. **Origem e desenvolvimento da raça Caracu**. Jaboticabal: UNESP/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Monografia (Trabalho de Graduação), 1977.

LIMA, M.L.P. et al. **Os bovinos da raça Caracu**. Zootecnia, 30: 1-12, 1992.

MARAI, I. F. M.; HABEEB, A. A. M. Adaptability of Bos taurus cattle under hot arid conditions. **Annals of Arid Zone**, v. 37, n. 3, p. 253-281, 1998.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide.** Cambridge-UK: Cambridge University Press, 1986.

MAYES, H.F. Reported in News and Analysis. **Int. J. Stud. Anim.**, Prob.3 (1) 10, 1982.

McBRIDE, G. Adaptation and welfare at the man-animal interface. In: Behaviour in Relation to Reproduction, Management and Welfare of Farm Animals. **Reviews in Rural Science IV.** Ed. M. Wodzicka-Tomaszewska, T.N. Edney and J.J. Lynch. University of New England, Armidale, Australia, 1980.

McFARLAND, D. **Animal behavior: psychobiology, ethology and evolution**, 3. ed. [S.I.]: Prentice Hall, 1999. p. 259-307.

MITLOHNER, F.M. et al. Behavioural sampling techniques for feedlot cattle. **Journal of Animal Science.** v.79, 2001.

NÃÃS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal.** São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.

NICOLAU, C.V.J. et al. Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. **Arch. Zootec.** 53: 25-34, 2004.

OLSON, T.A. et al. Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in *Bos Taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.81, pp.80-90, 2003.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etologia**, 2000.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Comportamento e bem-estar de bovinos e suas relações com a produção de qualidade. In: Simpósio Nacional sobre Produção e Gerenciamento da Pecuária de Corte, 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte-MG : Escola de Veterinária da UFMG, 2006. v. 4. p. 1-12.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. E CROMBERG, V.U. Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistemas de pastejo rotacionado. In: Peixoto, A. M.; Moura, J.C. e Faria, V.P. (ed.). **Fundamentos do pastejo rotacionado.** FEALQ: Piracicaba, 1997, p. 273-296.

PINHEIRO, M.G. **Variação genética de características da capa externa de vacas da raça Holandesa em ambiente tropical**. Ribeirão Preto, 1996. 60 p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo.

PIRES, M.F.A. et al. Reflexos do estresse térmico no comportamento de vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 68-102.

POPPI, D.P. et al. Intake of pastures by grazing ruminants. In: NICOL, A.M. Feeding livestock on pasture. Hamilton: **New Zealand Society of Animal Production**, 1987. p. 55-64.

REINHARDT, V. Resting habits of Zebu cattle in a nocturnal closure. **Applied Animal Ethology**. 4:261-71, 1978.

RHOAD, A.O. A method of assaying genetic differences in the adaptability of cattle to tropical and subtropical climates. **Emp. J. Exper. Agric.**, 8, pp.190-198, 1940.

ROBERTSHAW, D. The environmental physiology of animal production. In: CLARK, J. A. **Environmental aspects of housing for animal production**. London: Butterworth, 1981. p. 3-17.

SANTIAGO, A. A. **Os cruzamentos na pecuária bovina**. [S.l.]: IZ, 1975. p. 268-271.

SANTIAGO, A.A. **O gado Nelore.**, Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1972.

SANTOS, R. **Os cruzamentos na pecuária moderna**. [S.l.]: Editora Agropecuária Tropical, 1999.

SEAMER, J. H. Human stewardship and animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 59, p. 201-205, 1998.

SELYE, H. A syndrome produced by diverse noxious agents. **Nature**, p. 138, 1976.

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

SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 30, p. 175-194, 1992.

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

SILVA, R. G. Weather and Climate and Animal Production. In: World Meteorological Organization. **Guide to Agricultural Meteorological Practices**. Geneva: World Meteorological Organization, 2005.

SILVA, R.G. Improving tropical beef cattle by simultaneous selection for weight and heat tolerance: Heritabilities and correlations of the traits. **Journal of Animal Science**, 37, No.3, pp.637-642, 1973.

SILVA, R.G., et al. Genetic aspects of the variation of the sweating rate and coat characteristics of Jersey cattle. **Brazil. J. Genetics**, 11, pp.335-347, 1988.

THATCHER, W. W. et al. Milking performance and reproductive efficiency of dairy cows in an environmentally controlled structure. **Journal of Dairy Science**, v. 57, p. 304-307, 1974.

THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Effect of heat on animal productivity. In: RECHEIGL, M. (ed). **CRC Handbook of Agricultural Productivity**, v. 2, p. 77-105, 1982.

TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental a pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor**. Pirassununga, 2007. 55 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2007.

TITTO, C.G. et al. Tolerância ao calor em bovinos de corte de raças européias utilizadas em cruzamento industrial no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4., 2006, Rib. Preto – SP. **Anais...** Ribeirão Preto: SBBiomet, 2006. CD-ROM.

TITTO, E.A.L. Clima: Influência na produção de leite. **Ambiência na produção de leite em clima quente**, Piracicaba: FEALQ, 1998.

TITTO, E.A.L. et al. Estudo da tolerância ao calor em tourinhos das raças Marchigiana, Nelore e Simental. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 1999. **Anais...** Porto: APEZ, 1999. p. 142.

TITTO, E.A.L. et al. Efeito do banho de água sobre o conforto térmico de bubalinos. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 6, 1996. **Actas...** Évora, 1996. v. 1, p. 15-18.

TITTO, E.A.L. et al. Teste de tolerância ao calor em novilhos nelore e marchigiana. **Revista Portuguesa de Zootecnia**, v. 5 (1), p. 67-70, 1998.

TRIBE, D.E. The behaviour of grazing animals. In: **Progress in the Physiology of Farm Animals**. Ed. J. Hammond. Vol. II, p.285. London: Butterworths, 1955.

VOISIN, A. **Produtividade do pasto**, São Paulo: Editora Mestre Jou, 517p, 1974.

VON BORELL, E. Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 44, p. 219-227, 1995.

VON BORELL, E. The biology of stress and its application to livestock housing and transportation assessment. **Journal of Animal Science**, v.79 (E. Suppl.), E260-E267, 2001.

WILLIAMS, D.W. **Produção de gado de corte no sul dos EUA**, USAID, p. 86-87, 1967, 447p.

YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock: basic principles**, v. 1. Boca Raton: CRC Press, 1985. 3v.

## APÊNDICE – Animais nos experimentos



Animais Caracu utilizando a sombra artificial



Animais Caracu utilizando a sombra natural

## APÊNDICE – continuação



Animais Angus utilizando a água para imersão



Animais Caracu utilizando a água para imersão

## APÊNDICE – continuação



Animais Nelore em pastejo



Visão geral do piquete experimental – (Tratamento TS)