

UFRRJ

**INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MEDICINA VETERINÁRIA
PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS**

TESE

**Dinâmica Folicular e Fluxo Sanguíneo Ovariano e Uterino
em Éguas Mangalarga Marchador em Condições de
Sombra e Insolação**

Jhonnatha Paulo Oliveira

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS**

**Dinâmica Folicular e Fluxo Sanguíneo Ovariano e Uterino em Éguas
Mangalarga Marchador em Condições de Sombra e Insolação**

JHONNATHA PAULO OLIVEIRA

Sob a Orientação do Professor
Julio César Ferraz Jacob

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração Patologia e Ciências Clínicas.

Seropédica, RJ
Novembro de 2015

636.10824

O48d

T

Oliveira, Jhonnatha Paulo, 1983-

Dinâmica folicular e fluxo sanguíneo ovariano e uterino em éguas mangalarga marchador em condições de sombra e insolação / Jhonnatha Paulo Oliveira. - 2015.

50 f.: il.

Orientador: Julio César Ferraz Jacob.

Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, 2015.

Bibliografia: f. 41-50.

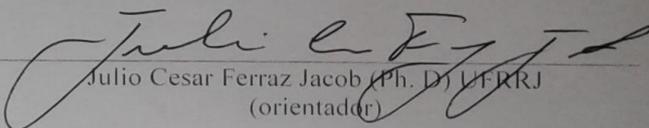
1. Égua - Reprodução - Teses. 2. Égua - Fatores climáticos - Teses. 3. Ovários - Teses. 4. Útero - Teses. I. Jacob, Julio César Ferraz, 1961- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

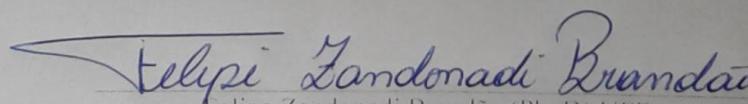
JHONNATHA PAULO OLIVEIRA

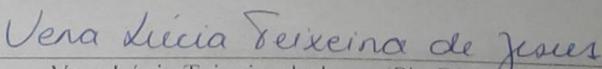
Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de Concentração em Ciências Clínicas.

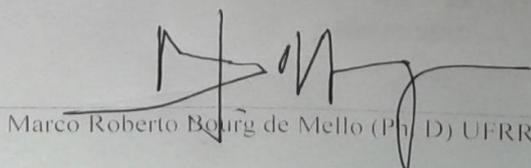
TESE APROVADA EM 06/11/2015


Julio Cesar Ferraz Jacob (Ph. D) UFRRJ
(orientador)


Luciano Andrade Silva (Ph. D) USP


Felipe Zandonadi Brandão (Ph. D) UFF


Vera Lúcia Teixeira de Jesus (Ph. D) UFRRJ


Marco Roberto Bourg de Mello (Ph. D) UFRRJ

*Aos meus pais
José Carlos e Eunice
Por me apoiarem e pelo dom divino de Cuidar e Amar
Ao meu Orientador Dr. Julio Cesar
pelo incentivo, compreensão e amizade.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que por sua infinita bondade e onipresença segurou a minha mão para a conclusão de todas as fazes desta pesquisa e do doutorado.

Agradeço aos meus pais JOSÉ CARLOS OLIVEIRA e EUNICE FELICIO DE FARIA por lutarem as minhas lutas, vocês foram a causa maior da obtenção deste título, amo vocês!

Aos meus irmãos LUIZ RICARDO, VERA LUCIA, NADIA, LUCAS E AGDA, por darem sentido a palavra família, pelo apoio desmedido, sobretudo pelo carinho, atenção amor e preocupação. As madrugadas de insônia foram mais leves e menos solitárias com o apoio de vocês.

Ao Professor Dr. JÚLIO CESAR FERRAZ JACOB. Doutor Jacob, obrigado por ter entendido o meu tempo, pela confiança que sempre depositou em mim, pela preocupação não dita, mas estampada no olhar, pelas oportunidades de trabalho, pela proteção, por ter sido uma espécie de amigo-pai-tio, sobretudo pela orientação acadêmica e de vida. Deus te abençoe!

A Professora Dra. VERA LUCIA TEIXEIRA DE JESUS, pelo carinho, preocupação e cuidados.

A Professora Dra. GLÓRIA MARIA DIREITO, pela minha iniciação na experimentação científica, amizade e carinho.

Aos professores Dr. MARCO ROBERTO BOURG MELLO, JOSÉ EUGÊNIO TRÉS, pelo coleguismo e apoio.

Ao Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária e seu corpo docente, bem como o corpo docente desta instituição pelo aprendizado e apoio durante a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Reprodução Animal, em especial ao Sr. “ZICO”, pela ajuda e amizade.

Aos colegas do Setor de Reprodução Animal DANIELA MELO, MARCUS, GABRIEL, RAQUEL, MARCELA, RENATA e CÁSSIA.

Aos estagiários RENATO, DIOGO, SAVIO, BRUNA, LARA, CARLA, LUIZ e PABLO. O desconforto não foi só das éguas, eu sei, mas o sol é bom pra fixar cálcio, viu como eu sou bonzinho! Obrigado pessoal, sem vocês a tese não seria.

Por ultimo, mas não menos importante, àqueles que Deus nos permite escolher como família: aos amigos PAULA CARDOSO, HÉLÈNE LACERDA, ALINE ARRAIS, GUILHERME SALVADOR, ELISA PÁDUA em especial BRUNO VIEIRA e CASSIA AGOSTINI, vocês sabem de tudo, e sabem que as palavras para mim são puro simbolismo, e que os atos, estes sim me representam, cada um com uma personalidade diferente e agindo de forma específica foram meu esteio, minha alegria e meu conforto.

Muito Obrigado!

RESUMO

OLIVEIRA, Jhonnatha Paulo. **Dinâmica Folicular e Fluxo Sanguíneo Ovariano e Uterino em Éguas Mangalarga Marchador em Condições de Sombra e Insolação**. 2015. 62f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária, Patologia e Ciências Clínicas). Instituto de Zootecnia, Departamento de Reprodução e Avaliação Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 2015.

A pesquisa foi conduzida no município de Seropédica RJ na estação de monta de 2013/2014 e teve por objetivo avaliar os efeitos do estresse climático sobre o ciclo estral, foliculogênese e perfusão sanguínea e ovariana e uterina de éguas Mangalarga Marchador. Avaliou-se 4 ciclos estrais consecutivos de 16 éguas distribuídas em dois grupos: GI – éguas à sombra e GII – éguas em insolação. A cada ciclo as éguas foram trocadas de grupo. Foram avaliados 52 ciclos estrais distribuídos em CI, CII (28 ciclos: GI n=14 e GII n=14), CIII e CIV (24 ciclos GI=n14 e GII n=10), sendo CI e CII ciclos naturais (Fase I), e CIII e CIV ciclos com estro induzido com $PGF2\alpha$ (Fase II). Avaliou-se a duração do ciclo estral, do estro e diestro, os principais eventos da foliculogênese e a perfusão sanguínea das artérias ovariana e uterina dominantes através dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI). Avaliaram-se os parâmetros vitais frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) para obtenção de índices bioclimáticos: Coeficiente de Adaptabilidade (CA) e coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC). O ambiente térmico foi caracterizado através do Índice de Temperatura do Globo Úmido (ITGU). O ITGU obtido permitiu inferir que as condições climáticas durante o período experimental permaneceram 71% dos dias fora da faixa de conforto térmico (ITGU de valor ≥ 79) assim como os parâmetros fisiológicos FC, FR e TR, e os índices bioclimáticos CA e CTC, que apresentaram maiores valores no GII que em GI ($p < 0,05$). Não houve variação na duração do ciclo estral, do estro ou do diestro entre grupos ($p > 0,05$). Na fase I do experimento, a divergência folicular ocorreu 1,7 dias antes no GII em relação a GI ($p < 0,05$), na fase II o diâmetro do segundo maior folículo na divergência foi maior no GII que em GI ($p < 0,05$). Na fase II, durante o final do diestro (D6, 7, 8 e 9), o segundo maior folículo teve um diâmetro maior no GII em relação a GI ($p < 0,05$). O diâmetro dos seis maiores folículos não diferiram entre os grupos experimentais no D-1 e D0, em ambas as fases da pesquisa. Os valores médios do PI e do RI das artérias ovariana e uterina dominantes, não variaram entre grupos no estro ou no diestro em ambas as fases da pesquisa, bem como não variaram entre grupos em D-1 e D0 ou D6. Na fase I da pesquisa o PI da artéria ovariana foi menor em GII em relação a GI ($p < 0,05$) quando o ITGU foi > 79 , enquanto o RI da artéria ovariana foi menor em GII que em GI somente quando o ITGU foi > 84 , o que não se repetiu na fase II da pesquisa. O RI e o PI da artéria uterina não variou entre grupos experimentais em ambas as fases da pesquisa em relação ao ITGU. Conclui-se que ocorreu desconforto térmico e que o mesmo foi maior em GII que em GI. O grupo sobre insolação apresentou uma divergência mais tardia e diferença no diâmetro dos segundo maior folículo ao final do diestro, e que a medida que o ITGU aumentou reduziu-se os valores de PI e RI da artéria ovariana dominante.

Palavras chave: Clima. Éguas. Reprodução.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Jhonnatha Paulo. **Follicular dynamics and Ovarian and Uterine Blood Flow in Mangalarga Marchador Mares on shadow and sunny.** 2015. 62f . Thesis (Doctorate in Veterinary Medicine, Pathology and Clinical Sciences). Institute of Animal Science, Reproduction and Animal Evaluation Department, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, RJ, 2015 .

This work was made in the municipality of Seropédica - RJ during the breeding season of 2013/2014. The aim of this research was to evaluate the effects of environmental stress on the estrous cycle and ovarian and uterine blood perfusion in Mangalarga Marchador mares. We evaluated four consecutive estrous cycles of 16 mares divided in two groups: GI - mares kept on the shadow and GII - mares kept on the sun (n = 8 GI / GII), each cycle, mares were exchanged that all group animals the same variations were submitted. We evaluated 52 estrous cycles distributed in CI and CII (28 cycles: GI n = 14 and GII n = 14) CIII and CIV (24 GI n14 cycles and GII n = 10), CI and CII natural cycles, and CIII and CIV cycles with induced estrus. A estrus length of the estrous cycle estrus and diestrus, and the main events of folliculogenesis and ovarian and uterine blood perfusion through pulsatility an resistivity index (PI) and (RI) of the ovarian and uterus artery that were compared between groups. We evaluated the vital parameters: heart rate (HR), respiratory rate (RR) and rectal temperature (RT) to obtain bioclimatic indexes: Adaptability coefficient (CA) and heat tolerance Index (CTC). The thermal environment was characterized by Temeperatura wet globe Index (WBGT). The WBGT obtained allowed to conclude that the climatic conditions during the experimental period remained 71% of the days out of thermal comfort range (≥ 79 WBGT value) as well as physiological parameters FC, FR and TR, and bioclimatic indexes CA and CTC, which were higher in GII than in GI ($p < 0.05$). There was no variation in the length of the estrous cycle, estrus or diestrus between groups ($p > 0.05$). In phase I of the research, the follicular deviation occurred 1,7 days before in GII compared to GI ($p < 0.05$), in phase II, the diameter of the second greater follicle on divergence was higher in GII than GI ($p < 0.05$). In phase II, during the late diestrus (D6, 7, 8 and 9), the second largest follicle had a greater diameter in GII compared to GI ($p < 0.05$). The diameter of the six largest follicles did not differ between the experimental groups at D -1 and D0 in both phases of the study. The mean values of PI and RI of the dominant ovarian and uterine arteries did not differ between groups in estrus or diestrus in both phases of the study and did not differ between groups at D -1 and D0. In phase I, the ovarian artery PI was lower on GII compared to GI ($p < 0.05$). while WBGT was > 79 but the ovarian artery RI was lower in GII than GI, but only when the WBGT was > 84 , which was not repeated in phase 2 of the research. Uterine artery RI and PI did not differ between the experimental groups in both phases of the study. It is concluded that thermal discomfort occurred and that it was higher in GII than GI. The group under sun showed be later in divergence and diameter of the second largest follicle at the end of estrus. when WBGT increased, the PI and RI of the dominant ovarian artery values reduced.

Key words: Climate. Mares. Reproduction.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição dos animais por grupos experimentais, ciclos estrais, fases e idade	16
Tabela 2 - Relação da temperatura ambiental diária e a zona de conforto térmico equino	24
Tabela 3 - Variação dos parâmetros fisiológicos (valores médios) entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), em relação aos momentos de coleta de dados: A (07:00), B (13:00) e C (18:00), ao longo do período experimental	26
Tabela 4 - Variação dos parâmetros fisiológicos e coeficiente de adaptabilidade (valores médios) entre momentos de coleta de dados: A (07:00), B (13:00) e C (18:00), para cada um dos grupos experimentais, ao longo do período experimental ...	27
Tabela 5 - Variação dos índices bioclimáticos (valores médios) entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), em relação aos momentos de coleta de dados: A (07:00), B (13:00) e C (18:00), ao longo do período experimental	28
Tabela 6 - Comparação da duração do ciclo estral, suas fases e características ovulatórias, entre éguas em condições de sombra (GI) e insolação (GII), nas Fases I e II	29
Tabela 7- Comparação do diâmetro dos três maiores folículos durante a divergência folicular entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII)	31
Tabela 8 – Diâmetro dos seis maiores folículos no dia anterior a ovulação	32
Tabela 9 – Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes entre os grupos experimentais sob sombra (GI) e insolação (GII) durante estro e diestro (Fase I)	34
Tabela 10 - Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes entre os grupos experimentais sob sombra (GI) e insolação (GII) durante estro e diestro (Fase II)	34
Tabela 11 – Comparação dos índices de pulsatiidade (PI) e resistividada (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes, entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), um dia antes (D-1) e no dia da ovulação (D0) na Fase I	36
Tabela 12 - Comparação dos índices de pulsatiidade (PI) e resistividada (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes, entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), um dia antes da ovulação (D-1) e em D6 (um dia após administração de prostaglandina exógena) na Fase II	36
Tabela 13 – Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina em relação a variação do ITGU (Índice de Temperatura do	

Globo e Umidade), ao longo do período experimental 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagens representativas da distribuição dos grupos experimentais: sombreamento (GI) com sombreamento mínimo de 20m ² por animal, e insolação (GII)	15
Figura 2 - Imagens representativas da distribuição dos grupos experimentais: sombreamento (GI) com sombreamento mínimo de 20m ² por animal, e insolação (GII)	15
Figura 3 – Instalação Data-logger Onset®	17
Figura 4 - Imagem ilustrativa para exemplificação da determinação do dia da ocorrência e do diâmetro do maior folículo em detrimento aos demais, durante a divergência folicular	19
Figura 5 - Sequência de imagens para o isolamento da artéria uterina. Em 1: artéria ilíaca externa (aie); em 2: artéria ilíaca circunflexa profunda (aicp); em 3: artéria uterina.....	20
Figura 6 - Colocação do volume amostral sobre a artéria uterina e obtenção do espectro Doppler para medição da velocidade do fluxo sanguíneo e dos índices PI e RI	21
Figura 7 - Sequência de imagens para o isolamento da artéria ovariana. Em 1: ovário apresentando um corpo lúteo e sua vascularização no modo Collor-doppler; em 2: Pedículo ovariano no modo Collor-Doppler; em 3: artéria ovariana (ao) isolada	22
Figura 8 - Colocação do volume amostral sobre a artéria ovariana e obtenção do espectro Doppler para medição da velocidade do fluxo sanguíneo e dos índices PI e RI.	22
Figura 9 - Representação gráfica da temperatura ambiental média máxima, média média e média mínima diárias durante o período experimental	24
Figura 10 - Representação gráfica da variação da umidade relativa do ar (%) média máxima, média média e média mínima, ao longo do período experimental	25
Figura 11 - Valores médios diários de ITGU máximo, médio e mínimo ao longo do período experimental	26
Figura 12 - Diâmetro dos três maiores folículos ± desvio padrão, nos grupos I e II, quatro dias antes da divergência, na divergencia (valor zero do eixo x), e quatro dias após a divergência na Fase I	31
Figura 13 - Diâmetro dos três maiores folículos ± desvio padrão, nos grupos I e II, quatro dias antes da divergência, na divergencia (Div. no eixo x), e quatro dias após a divergência na Fase II.....	32
Figura 14 – Comparação dos valores médios ± desvio padrão, dos índices de pulsatilidade e resistividade das artérias ovariana e uterina dominantes entre os grupos a sombra e insolação ao longo do ciclo estral nas fases I e II da pesquisa	35

LISTA DE ABREVIACOES

FSH	Hormônio Folículo Estimulante
LH	Hormônio Luteinizante
GnRH	Hormônio Liberador de Gonadotrofinas
IGF	Fator de Crescimento Semelhante a Insulina
fd	Frequência Doppler
ft	Frequência de ondas transmitidas
fr	Frequência de ecos recebidos
PRF	Frequência de Repetição de Pulso
fN	Frequência de Nyquist
RI	ndice de Pulsatilidade
PI	ndice de Resistividade
PSV	Velocidade do Pico Sistólico
EDV	Velocidade Final Diastólica
TAMV	Tempo Médio da Velocidade Máxima
PGF2 α	Prostaglandina F2-alfa
hCG	Gonadotrofina Corinica humana
DC	Débito Cardíaco
UR	Umidade Relativa do Ar
bpm	Batimentos por Minutos
CTC	Coefficiente de Tolerância ao Calor
CA	Coefficiente de Adaptabilidade
ITU	ndice de Temperatura e Umidade
HPA	Eixo Hipotalâmico-Hipofisário-Adrenal
HPG	Eixo Hipotalâmico-Hipofisário-Gonadal
CRH	Hormônio Liberador de Corticotropina
RNA m	cido Ribonucleico mensageiro
ITGU	ndice de Temperatura do Globo Umido
Tg	Temperatura do globo negro
Tpo	Temperatura do ponto de orvalho
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
aie	Artéria Ilíaca Externa
aicp	Artéria Ilíaca Circunflexa Profunda
au	Artéria Uterina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Ciclo Estral	2
2.2 Foliculogênese	2
2.3 Dinâmica Folicular	3
2.4 Fundamentos da Técnica Doppler	4
2.4.1 Doppler Pulsado ou Espectral	5
2.5 Exame Ultrassonográfico dos Vasos Sanguíneos	5
2.6 Interpretação do Espectro Doppler	6
2.7 Ultrassonografia Doppler na Reprodução Equina.....	7
2.7.1 Avaliação do fluxo sanguíneo folicular.....	7
2.7.2 Perfusão sanguínea do corpo lúteo	7
2.7.3 Avaliação da vascularização uterina... ..	8
2.8 Ambiente e Termorregulação	9
2.9 Estresse e Desconforto Térmico.....	12
2.10 Efeitos do Estresse Térmico na Reprodução	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Local e Período de Execução	15
3.2 Animais e Manejo	15
3.3 Variáveis Fisiológicas	17
3.4 Variáveis Climáticas e Testes Bioclimáticos	17
3.5 Ultrassonografia	19
3.6 Ciclo Estral e Foliculogênese	19
3.7 Avaliação da Artéria Uterina.....	20
3.8 Avaliação da Artéria Ovariana	21
3.9 Análise Estatística.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Caracterização do Ambiente Térmico	24
4.2 Parâmetros Fisiológicos e Índices Bioclimáticos.....	26
4.3 Ciclo Estral	29
4.4 Diâmetros Foliculares	30
4.5 Índices de Perfusão Sanguínea das Artérias Ovariana e Uterina Dominantes	33
5 CONCLUSÕES	40
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da equideocultura no Brasil teve um avanço significativo favorecendo o aperfeiçoamento de técnicas na área reprodutiva que possibilitam o melhoramento genético e expansão comercial do setor.

Para que se obtenha sucesso reprodutivo o manejo sanitário, nutricional e ambiental do plantel são fatores determinantes, já que a dinâmica folicular é diretamente influenciada por fatores extrínsecos como temperatura, estresse, fotoperíodo e nutrição.

As condições climáticas da Baixada Fluminense se caracterizam por altas temperaturas, sobretudo no verão. Sob estas condições os animais sofrem adaptações fisiológicas e comportamentais para manter a homeotermia. Dentre as adaptações ocorrem alterações dos parâmetros fisiológicos, endocrinológicos, e o comportamento de ingestão de alimento e água. Como a reprodução é um processo custoso ao organismo, será afetada diretamente por estas alterações.

Com crescimento acelerado, o plantel equino necessita a cada dia de mais estudos para viabilizar sua manutenção e aprimorar o trabalho de seleção genética. Ao avaliar a estacionalidade reprodutiva da égua, um período cíclico curto, qualquer interferência no processo fisiológico da dinâmica folicular, poderá reduzir ou inviabilizar o sucesso reprodutivo e o emprego das biotecnologias hoje disponíveis.

Estas interferências como o desconforto térmico devem ser mais estudadas para que medidas preventivas possam ser adotadas no manejo dos animais, uma vez que a incidência de altas temperaturas e umidade na Baixada Fluminense é grande durante a estação de monta.

Estudos da influência do clima sobre a reprodução equina em fêmeas dessa espécie estão relacionados principalmente ao fotoperíodo. Entretanto, sabe-se que durante períodos de desconforto térmico, animais endotérmicos como os equinos, se utilizam de mecanismos termorregulatórios que alteram seus parâmetros fisiológicos e endocrinológicos para manter a homeotermia. Estas alterações podem desencadear um processo de estresse e este atua sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal reduzindo sua atividade e conseqüentemente suas incursões sobre o trato reprodutivo, afetando a concentração dos hormônios reprodutivos, a foliculogênese e ovulação.

Considerando a hipótese de que o estresse térmico ao provocar alterações endócrinas no eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal irá alterar os mecanismos fisiológicos do ciclo estral foliculogênese e ovulação, com a finalidade de entender se condições climáticas de desconforto térmico podem desencadear um processo de estresse térmico e este promover alterações fisiológicas e reprodutivas, a presente pesquisa teve como objetivos:

- Avaliar a ocorrência do estresse térmico em éguas sob condições ambientais de sombra e insolação, a partir da variação dos parâmetros fisiológicos e bioclimáticos em éguas Mangalarga Marchador;

- Avaliar se a variação climática e o estresse térmico alteram a duração do ciclo estral, as fases do ciclo estral e a dinâmica folicular de éguas Mangalarga Marchador sob as condições de sombra e insolação;

- Avaliar o comportamento do fluxo sanguíneo ovariano e uterino, ao longo do ciclo estral, em éguas Mangalarga Marchador em condições de sombra e insolação;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ciclo Estral

Éguas são poliéstricas sazonais, cujos ciclos estrais duram em média de 21 a 22 dias (HUGHES et al., 1972; SHARP, 1980; JACOB, 2008). Durante o estro a égua apresenta-se receptiva ao garanhão devido ao predomínio do estrógeno (CLAYTON et al., 1981), cuja fonte são as células da granulosa dos folículos ovarianos. Esta fase compreende em média sete dias (PIERSON & GINTHER, 1985). A fase seguinte, denominada fase lútea ou diestro, possui um período de 14 a 15 dias. Caracteriza-se pela presença de um corpo lúteo, após uma ovulação (BACK et al., 1974). A ovulação ocorre, na maioria das vezes, antes do término do estro, e culmina com a liberação do oócito e sua captação pela tuba uterina (PIERSON & GINTHER, 1985).

No diestro ocorre a produção de progesterona pelo corpo lúteo e, mesmo que haja folículos em desenvolvimento secretando estrógeno, há o predomínio deste progestágeno, o qual imprime suas características sobre o trato reprodutivo feminino e o comportamento da égua de rejeição ao garanhão (BACK et al., 1974).

2.2 Foliculogênese

Os folículos primordiais, primários e secundários são referidos como folículos pré-antrais (PIERSON & GINTHER, 1987). O desenvolvimento desse grupo de folículos pode ser dividido em três estágios: ativação dos folículos primordiais, transição de folículo primário para secundário e desenvolvimento dos folículos secundários até o estágio pré-antral (FORTUNE, 2003).

As gonadotrofinas FSH (hormônio folículo estimulante) e LH (hormônio luteinizante), possuem sua secreção, síntese e liberação controladas pelo hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (GINTHER & BERGFELT, 1992). Estudos indicam que o desenvolvimento folicular pré-antral independe do estímulo gonadotrófico agudo, e que mecanismos parácrinos de controle desempenham importante papel nesta fase (GONG et al., 1996). Uma elevação na concentração plasmática de FSH é um estímulo necessário para o recrutamento folicular e a emergência da onda folicular (ADAMS et al., 1992; FORTUNE, 1994).

Os efeitos do LH durante a fase pré-antral ainda são pouco conhecidos. Ao que parece, a ação do LH é essencial em folículos antrais, na seleção, maturação final do ovócito, ovulação e luteinização (HYTTEL et al., 1991; 1997).

Vários peptídeos intra-ovarianos têm sido apontados como importantes reguladores do desenvolvimento folicular na fase pré-antral e início da fase antral, dentre eles: ativina e inibina, fatores de crescimento epidermais, fibroblásticos, semelhantes a insulina (IGF) e transformantes- β , fatores de células tronco (SCF ou kit-ligante: KL) e a proteína morfogenética óssea-15 (JUENGEL et al., 2004).

Em equinos, a concentração de IGF-1 é maior no futuro folículo dominante e sua presença estimula a produção de estradiol (GINTHER et al., 2004 a).

Os esteróides atuam de forma positiva no desenvolvimento folicular pré antral, incluindo ação em folículos primários. A presença de estrógeno está relacionada ao crescimento das células da granulosa em tamanho, atuando em sinergismo com o FSH, que estimula a replicação destas células (HULSHOF et al., 1995).

Em éguas, os folículos ovarianos desenvolvem um antro quando atingem diâmetro de 300 μ m (0,3 mm), o qual é preenchido por um fluido viscoso composto por hormônios esteróides, principalmente estrógeno, progesterona e inibina. Concomitantemente, há a

formação de uma bainha de células ao redor da granulosa, denominada de células da teca. Os folículos pré antrais adquirem receptores para LH nas células da teca e para FSH nas células da granulosa. Sob o estímulo do LH, as células da teca produzem androgênios, que ultrapassam a lâmina basal até chegarem ao antro. Os eventos supracitados marcam a transição de folículo secundário para terciário, o qual iniciará novo desenvolvimento até ser eleito à ovulação (HAFEZ & HAFEZ, 2000).

2.3 Dinâmica Folicular

O desenvolvimento folicular ocorre em ondas (SIRIOS et al., 1989; BERGFELT & GINTHER, 1993). Cada onda folicular é caracterizada pela presença de um folículo dominante e diversos folículos subordinados. Estima-se que 99% dos folículos sofrem atresia (WEBB et al., 1999).

A maioria das éguas apresenta uma onda maior a qual emerge durante a metade final do diestro, quando ocorre aumento transitório na população folicular e se origina o folículo ovulatório (GINTHER et al., 1992; GINTHER et al., 2004a). Ginther (1995), verificou nesta fase, um aumento na população folicular (> 10 mm), seguido sete a oito dias depois pelo contínuo crescimento do maior folículo e na redução (ou estagnação) do crescimento nos demais folículos.

Dá-se o nome de onda primária àquela que induz a ovulação primária (no estro). Quando da ocorrência de outra onda, durante o final do estro ou início do diestro, esta é denominada de onda secundária (GINTHER & BERGFELT, 1992). Durante a onda secundária, pode ocorrer o surgimento de um folículo dominante anovulatório (>20mm) ou uma ovulação de diestro (GINTHER, 2000).

Na maioria das ondas, há um crescimento simultâneo entre os dois maiores folículos que cessa quando o folículo destinado a ovular se torna dominante e chega a 22,5 mm de diâmetro, cerca de seis dias após a emergência (GASTAL et al., 1997). O futuro folículo dominante cresce até o tamanho pré-ovulatório (≥ 30 mm de diâmetro), enquanto o maior folículo subordinado, o qual mede por volta de 19 mm de diâmetro, inicia sua regressão.

Em éguas que ciclam normalmente, há duas ondas de FSH: a primeira, durante ou logo após a ovulação e a segunda, no meio do diestro, passados dez dias (HANDLER & AURICH, 2005). O futuro folículo dominante é apto a utilizar baixas concentrações de FSH para seu crescimento e desenvolvimento, devido a um aumento na expressão de receptores para este hormônio (WEBB et al., 1999). O início da divergência ocorre quando há um decréscimo desta gonadotrofina durante o diestro (ADAMS et al., 1992).

Desde o pico da onda de FSH até o início da divergência, todos os folículos contribuem para o decréscimo de FSH. De acordo com Donadeu & Ginther (2001), isto ocorre pelo *feedback* negativo exercido pela inibina e estrógeno, ambos de origem folicular, sobre o FSH. Estudos demonstram que o estradiol obtido do fluido folicular é capaz de suprimir as concentrações de FSH circulantes (BERGFELT & GINTHER, 1986).

A principal fonte de inibina é o folículo dominante, e seu efeito depressor sobre as concentrações de FSH é necessário para a inibição do crescimento e atresia dos folículos subordinados (SQUIRES & SEIDEL, 1995a; MCCUE, 1996, DONADEU & GINTHER, 2001).

As concentrações circulantes de estrógeno na égua atingem seus valores máximos dois dias antes da ovulação ou três dias antes do pico de LH (GINTHER et al., 2004; JACOB, 2008). Suas concentrações começam a aumentar 1 a 2 dias antes do início da divergência folicular (GASTAL et al., 2000), atingindo o pico dias antes da ovulação, quando o folículo pré-ovulatório mede aproximadamente 35mm (GINTHER et al., 2004b; JACOB, 2008).

A elevação passageira de LH plasmático ocorre durante a divergência, iniciando-se a um ou dois dias antes da sua ocorrência, como parte da onda ovulatória de LH (GASTAL et al., 1997; 2000; BERGFELT et al., 2001). Esta onda é prolongada na espécie equina: ocorre no início do estro, seis a sete dias antes da ovulação, alcançando o pico um a dois dias após a sua ocorrência (BERGFELT et al., 1993; JACOB, 2008).

2.4 Fundamentos da Técnica Doppler

Em 1842, Christian Johann Doppler descreve a situação na qual uma fonte de ondas (sonoras ou eletromagnéticas), em movimento em relação a um receptor, altera a frequência de onda durante este processo, aumentando a frequência na aproximação da fonte e diminuindo durante o seu distanciamento (KAWAKAMA et al., 1993). O deslocamento Doppler ou frequência Doppler (f_d) é definido como a diferença entre a frequência das ondas transmitidas (f_t) e a frequência dos ecos recebidos (f_r) (GINTHER & UTT, 2004; SZATMARI et al., 2001).

Supondo que o transdutor do equipamento capte o movimento de um objeto analisado, deve-se esperar aumento da resposta quando ambos se aproximam e redução quando se afastam. A maior diferença ou sinal mais forte é obtido quando o movimento é paralelo ao feixe de ultrassom. Ao contrário, nenhum sinal é gerado quando o movimento é perpendicular ao feixe (RUBENS et al., 2006).

No âmbito médico e veterinário, este efeito é usado durante o exame dos vasos sanguíneos. As hemácias em movimento dentro dos vasos, ao encontrarem uma onda sonora, comportam-se como corpos refletores. O estudo por meio do Doppler registra o movimento do sangue no sistema cardiovascular (VERMILLON, 1997). Se o sentido do fluxo sanguíneo for na direção do transdutor, então a f_d será positiva, isto é, o eco retornado terá uma frequência mais alta. Se a direção do fluxo sanguíneo for no sentido contrário ao do transdutor, então a f_d será negativa (isto é, a frequência do ultrassom refletido é mais baixa do que aquela transmitida). Assim, a velocidade de aproximação do objeto será o componente vetorial do movimento paralela ao feixe sonoro, proporcional ao cosseno do ângulo de aproximação (CERRI et al., 1998). Pode-se observar também que a velocidade detectável pelo método é uma função inversamente proporcional à frequência emitida pelo transdutor. Assim, para se observar em velocidades altas, necessariamente utilizar-se-á frequências mais baixas que as aplicadas para os modos bidimensionais (CERRI et al., 1998). Usando-se modo Doppler pulsado, as ondas sonoras são transmitidas como um impulso, sendo que um traçado pode ser visto e simultaneamente um som pode ser ouvido. A equação Doppler ($f_d = 2 f_t v \cos\theta / c$) expressa a magnitude do deslocamento de frequência Doppler (f_d), em que f_t é frequência do feixe ultrassônico transmitido (frequência do transdutor); v é a velocidade das hemácias (alvo móvel); θ , o ângulo Doppler (ângulo formado pela intersecção do eixo correspondente à direção do fluxo sanguíneo dentro do vaso e o feixe sonoro); $\cos\theta$ é o cosseno do ângulo formado entre o transdutor e as hemácias; c é a velocidade média do ultrassom nos tecidos (1540m.s⁻¹).

Através da fórmula Doppler, é estabelecida a velocidade do fluxo sanguíneo. A magnitude da mudança de frequência (deslocamento Doppler) é maior quando o feixe sonoro e o eixo formado pelo vaso sanguíneo são paralelos ($\theta=0^\circ$, $\cos\theta=1$). Não há deslocamento Doppler se eles forem perpendiculares um ao outro ($\theta=90^\circ$, $\cos\theta=0$) (POULSEN NAUTRUP, 2001).

2.4.1 Doppler pulsado ou espectral

O ultrassom Doppler envolve duas modalidades (espectral e colorido), com métodos diferentes para atingir uma área de interesse. Para o modo pulsado, as características do fluxo sanguíneo em uma área focalizada de um vaso, são acessadas por colocação de um cursor amostral (ou *gate*) que é a região onde os sinais Doppler são mensurados na imagem B-mode ou color-Doppler, situado no lúmen de um vaso sanguíneo alvo, que na maioria dos instrumentos possuem um controle operador de ajuste de tamanho do cursor amostral que pode variar de 1 a 10 mm (GINTHER & UTT, 2004).

A frequência na qual os pulsos (sinais sonoros) são emitidos por segundo é chamada de frequência de repetição de pulso (PRF). O tempo entre o pulso e o eco depende do local de reflexão. Esta técnica permite precisar a localização do volume de tecido do qual o sinal Doppler de fluxo sanguíneo foi coletado, ao contrário do que ocorre com técnica de Doppler contínuo (CARVALHO et al., 2008).

A frequência de repetição de pulso introduziu novo parâmetro para a realização do exame, pois determina a frequência Doppler máxima detectável pelo equipamento (SZATMARI et al., 2001; YANIK, 2002). A frequência máxima é chamada frequência de Nyquist e o fenômeno de ambiguidade é conhecido como *aliasing* (do latim *alias*=de outra forma). A frequência de Nyquist (f_N) é obtida através da fórmula: $f_N = PRF/2$. Ou seja, toda vez que a frequência de deslocamento Doppler for maior que $PRF/2$ ocorrerá ambiguidade no sinal detectado, que se expressará no espectro de frequências, como a apresentação das maiores frequências reversas ou com sinal contrário, abaixo da linha de base (CERRI et al., 1998).

Após a aquisição dos ecos sonoros, o processamento do sinal realiza a transformação das várias ondas de frequências diferentes, num espectro de frequências, através de um procedimento matemático chamado transformação de Fourier. O sistema de processamento distribuirá as frequências de deslocamento Doppler num gráfico, levando em conta o número de ondas apresentadas numa mesma frequência (KAWAKAMA et al., 1993). A imagem duplex combina o feixe Doppler pulsado com a imagem bidimensional em tempo real, e a localização do volume amostral é disposta na tela. O tempo decorrido é avaliado no eixo horizontal ou linha de base; a frequência de deslocamento Doppler no eixo vertical pode ser lida em KHz. Se o cursor rotacionado manualmente ficar alinhado de forma paralela ao vaso sanguíneo (ângulo de insonação), a velocidade das células em movimento (isto é, do fluxo sanguíneo) pode ser vista em $cm.s^{-1}$ no eixo vertical (CERRI et al., 1998). Convencionou-se que o fluxo em direção ao transdutor fica disposto acima da linha de base e o fluxo que vai em direção contrária ao transdutor fica disposto abaixo da linha de base. A linha base representa fluxo zero. Valores reais de velocidade podem ser obtidos somente se o ângulo Doppler não exceder 60° , pois um pequeno erro na estimativa do ângulo promove um grande erro acima do valor real (devido à curva do cosseno). O ângulo de insonação também pode ser corrigido com a imagem congelada (pós-processada), mas sempre deve ser efetuado antes de medir as velocidades (YANIK, 2002).

2.5 Exame Ultrassonográfico dos Vasos Sanguíneos

Durante o exame de um vaso sanguíneo, o primeiro passo é observar o vaso, utilizando-se a técnica bidimensional e obtendo-se um plano longitudinal do mesmo (SPAULDING, 1997). O eixo do feixe ultra-sônico e o eixo do vaso devem estar paralelos entre si, porém o ângulo de insonação não deve ser maior que 60° (SZATMARI et al., 2001).

Usando-se o modo colorido, é possível se determinar a presença ou ausência de fluxo no vaso. Os parâmetros coloridos devem ser ajustados para que o lúmen do vaso esteja preenchido somente com uma cor (isto é, sem ambiguidade de sinal detectado) e a informação colorida não ultrapasse o lúmen vascular (SZATMARI et al., 2001; NYLAND & MATTOON, 2002). Por fim, o cursor amostral deve ser colocado em uma porção específica do vaso. Se o traçado Doppler estiver livre de artefatos, a imagem deverá ser congelada e, após correção do ângulo, deve-se proceder à análise do formato das ondas (CERRI et al., 1998).

2.6 Interpretação do Espectro Doppler

O monitor do espectro Doppler mostra informação do fluxo em função do tempo (NYLAND & MATTOON, 2002). O tempo geralmente é disposto no eixo horizontal, e a frequência de deslocamento Doppler (fd) ou a velocidade podem ser dispostas no eixo vertical. O traçado na linha de base horizontal no Doppler espectral indica o ponto zero de frequência de deslocamento (ausência de fluxo) do eco retornado. Por convenção, o traçado espectral é disposto acima do zero da linha base, quando a frequência do eco retornado é maior do que a frequência transmitida e o fluxo segue na direção do transdutor. Um traçado disposto abaixo da linha base indica que o fluxo está direcionado no sentido contrário ao do transdutor e a frequência retornada é menor do que a frequência de insonação (NYLAND & MATTOON, 2002). A amplitude do espectro Doppler em qualquer ponto do tempo indica a variação das frequências presentes (KAWAKAMA et al., 1993). Os transdutores têm a capacidade de calcular a média da frequência de deslocamento ou a velocidade automaticamente (NYLAND & MATTOON, 2002). O diâmetro do vaso e a velocidade do sangue podem variar durante o ciclo cardíaco ou com a respiração, o que é demonstrado no monitor do traçado espectral (KAWAKAMA et al., 1993; YANIK, 2002). A largura do traçado indica a variação das velocidades presentes dentro do volume de amostra. A escala de cinza em qualquer porção do traçado representa o número relativo de células sanguíneas que viajam a uma velocidade particular, de forma que as áreas mais brancas representam o maior número de células sanguíneas (CERRI et al., 1998). Os índices hemodinâmicos, como a relação sístole-diástole (S/D), o índice de resistividade (RI) e o índice de pulsatilidade (PI), permitem a comparação do fluxo durante a sístole e na diástole. Segundo Ginther e Utt (2004), Índices Doppler são alternativas para mensuração da velocidade Doppler, taxas de mensurações de velocidade e, portanto são independentes do ângulo Doppler, que estabelecem a perfusão vascular distal de uma estrutura ou órgão suprido pelo vaso sanguínea e podem ser considerados tão relevantes quanto a determinação da velocidade do fluxo sanguíneo ou volume de fluxo na artéria (GINTHER & UTT (2004). Os índices mais utilizados são: índice de resistividade e índice de pulsatilidade. Baixas resistividades sugerem alto metabolismo e altas resistividades sugerem baixo metabolismo. Os índices são computados e em valores de velocidade do pico sistólico (PSV), velocidade sistólica final (EDV) e tempo médio de velocidade máxima (TAMV) (GINTHER & UTT, 2004). O índice de resistência (RI) é usado para fornecer a relação negativa entre a intensidade da resistência nos tecidos e a extensão da perfusão vascular. O aumento nos valores de PI portanto, indicam diminuição da perfusão de tecidos distais. RI e PI são altamente correlacionados (coeficiente > 0,9), e normalmente apenas um índice é necessário, de acordo com a preferência do operador (AMSO et al., 2001). Quando existe fase negativa no traçado espectral, o índice de pulsatilidade é mais fidedigno. As alterações desses índices auxiliam na identificação de alterações na resistividade vascular associadas à rejeição de transplantes e a disfunções de parênquima, ou na caracterização de malignidade de doenças (CERRI et al., 1998; NYLAND & MATTOON, 2002).

2.7 Ultrassonografia Doppler na Reprodução Equina

2.7.1 Avaliação do fluxo sanguíneo folicular

Em um estudo sobre divergência e seleção folicular, foi demonstrado, que a velocidade do pico sistólico (PSV) e o tempo médio de máxima velocidade começa a reduzir no futuro maior folículo subordinado e continua a aumentar no futuro folículo dominante. Esta diferença inicia-se dois dias antes do início da diferença mais evidente (divergência) entre o folículo dominante e o subordinado (ACOSTA et al., 2004a). Estes achados permitem ao veterinário identificar o folículo dominante antes da divergência. Outro estudo baseado no ultrassom B-mode, descreve um anel anecóico progressivo, que aumenta entre as camadas da teca três dias antes da ovulação (GASTAL et al., 2006). Durante as últimas quatro horas antes da ovulação, os mesmos autores mostram, através do ultrassom color-Doppler, uma progressiva redução na proporção de cor da parede do folículo ocorrendo redução nos sinais de cor, Palmer et al. (2006), através do color Doppler, avaliaram o fluxo sanguíneo do folículo pré-ovulatório em éguas, e observaram um aumento da área colorida um a dois dias antecedentes a ovulação, e uma redução da PI que se iniciou no dia -4.

Bollwein et al. (2004), avaliaram o efeito da administração exógena de benzoato de estradiol e altrenogest, sobre o fluxo sanguíneo ovariano e uterino durante no ciclo estral de éguas. Em relação ao grupo controle, que não recebeu nenhum hormônio, o grupo tratado com benzoato de estradiol nos dias zero, cinco e 10 após ovulação apresentaram aumento nos valores de PI da artéria ovariana principal, e nas éguas tratadas com altrenogest do dia zero ao dia 14 não tiveram alteração na PI ovariana.

Acosta et al. (2004b), avaliaram a perfusão sanguínea de folículos dominantes ovulatórios e anovulatórios durante o período de transição. Como resultado tiveram que, os folículos ovulatórios de 30 mm de diâmetro apresentaram uma área média de fluxo sanguíneo duas vezes maior que os folículos anovulatórios de mesmo diâmetro. Ainda demonstraram que o menor valor de perfusão sanguínea dos folículos ovulatórios foi maior que o maior valor dos folículos anovulatórios no período transicional.

2.7.2 Perfusão sanguínea do corpo lúteo

A função do corpo lúteo é dependente do seu suprimento sanguíneo, devido a obtenção de precursores esteróides e liberação de progesterona através da circulação (FERREIRA-DIAS, 2006).

Com o uso do ultrassom Power Doppler, Gomes (2008) avaliou a correlação da perfusão sanguínea do corpo lúteo com a concentração plasmática de progesterona em éguas, e não observou diferença entre o número de pixels da imagem colorida (fluxo sanguíneo) entre corpo lúteo ativo e inativo, considerando a concentração de progesterona produzida. Entretanto, Bollwein et al. (2002), usando o mesmo tipo de aparelho, avaliaram a mudança no fluxo sanguíneo de éguas durante o ciclo estral e observaram que a vascularização do corpo lúteo atinge pico máximo no quinto dia após a ovulação, antes da elevação da concentração plasmática da progesterona que ocorre no dia sete após a ovulação. E demonstraram haver alta correlação entre as mudanças cíclicas da vascularização do corpo lúteo e as concentrações de progesterona plasmática. Também, Ginther et al. (2007a), observaram que a maior área de fluxo sanguíneo no corpo lúteo foi observada dois dias após a ovulação, e que a queda na taxa de perfusão sanguínea do corpo lúteo foi maior que a queda na concentração de progesterona plasmático.

Para avaliar o suprimento sanguíneo do corpo lúteo, ovários e da artéria uterina em éguas tratadas com prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}), que induz a luteólise e a queda na concentração de progesterona (ACOSTA et al., 2002), e da Gonadotrofina Coriônica humana (hCG) que tem atividade luteotrófica (ARRUDA e FREURY, 2005), HENDRIKS et al. (2006), promoveram a administração destes hormônios em dois grupos no dia sete após a ovulação. Os autores através do uso do ultrassom color Doppler puderam observar que a administração de PGF_{2α} resultou na redução do fluxo sanguíneo da artéria uterina e ovariana ipsilaterais ao corpo lúteo após meia hora da administração, seguido de um aumento em 2-12 horas e novamente queda 24-72 horas após a administração da prostaglandina. A área total de perfusão do corpo lúteo também reduziu em meia hora da administração de PGF_{2α}, tendo sido acompanhada por queda na concentração plasmática de progesterona duas horas após a administração, que alcançou a concentração de estro em 48-72 horas. Quanto à administração de hCG, entretanto, esta não alterou de forma significativa a concentração de progesterona plasmática nem fluxo sanguíneo das artérias ovariana, uterina e a perfusão do corpo lúteo.

2.7.3 Avaliação da vascularização uterina

No início da fase luteal, éguas apresentam um baixo índice de resistência (RI), indicando uma redução da impedância (tensão) para o fluxo sanguíneo na vascularização distal e conseqüente aumento da perfusão uterina. Parece lógico que o suprimento sanguíneo uterino seja maior no início da fase luteal, que corresponde ao período de entrada do embrião no útero. De fato, o suprimento sanguíneo do útero é importante para a nutrição do embrião e reconhecimento materno e estas mudanças podem influenciar a perda embrionária precoce em éguas (BOLLWEIN et al., 2003). Uma alta resistência vascular do útero em éguas idosas múltíparas demonstra-se ocorrer devido a fibrose, e pode ser a causa de infertilidade nestes animais (BOLLWEIN et al., 1998).

Bollwein et al. (2004) relatam nenhum aumento da PI do fluxo sanguíneo uterino de éguas tratadas com benzoato de estradiol nos dias zero, cinco e dez após a ovulação, enquanto o tratamento com progesterona durante 14 dias (D0-D14), levou ao aumento significativo do PI uterino.

Silva et al. (2005), avaliaram a perfusão sanguínea do endométrio de éguas cobertas entre D1 a D8 e D9 a D16, através da análise subjetiva e quantitativa da área de fluxo colorido, não observaram diferença da área de fluxo colorido entre os dias 1 e 8 após ovulação entre éguas gestantes e não gestantes. Entretanto, observaram um aumento da área de perfusão do endométrio em éguas gestantes entre D9 e D16, com um aumento pronunciado no corno uterino em presença da vesícula embrionária, observaram ainda que a permanência da vesícula embrionária num determinado corno durante um período de sete minutos provoca um aumento da perfusão no segmento médio do corno uterino. Os mesmos autores observaram também que a TAMV foi maior e o PI foi menor no corno em presença da vesícula embrionária após a fixação.

Com o objetivo de avaliar a perfusão uterina de éguas no início da gestação, Ferreira et al. (2010) utilizaram-se do Doppler pulsado (espectral) e color-Doppler para o escaneamento dos vasos sanguíneos do endométrio de miométrio durante os primeiros 20 dias de gestação e puderam observar o efeito do dia sobre o RI do mesométrio, evidenciado pela redução do RI a partir de D3 - D6 com progressiva redução a partir de D8. Além disso, os mesmos autores relatam redução do PI mesometrial e que a perfusão vascular uterina aumenta em D3 e que este aumento é progressivo a partir de D11. E sugerem que estes achados podem estar associados aos ajustes hemodinâmicos uterinos para a recepção da vesícula embrionária, devido ao aumento da perfusão uterina em D3 antes da entrada do embrião no útero que se dá a partir de D5-D6 (BATTRUT et al., 1997).

2.8 Ambiente e Termorregulação

As regiões tropicais se caracterizam por elevados níveis de radiação solar e temperatura ambiente, fatores que afetam adversamente a produção animal, quando comparado a animais mantidos em zonas temperadas (JOHNSON, 1976). Os fatores ambientais interagem com as diferentes características do organismo e podem provocar variações comportamentais e fisiológicas para a manutenção do equilíbrio térmico (homeotermia) (FINCH et al., 1984).

Os animais endotérmicos tentam manter sua temperatura corporal, dentro de uma determinada faixa de temperatura ambiente, denominada zona de conforto térmico ou de termoneutralidade onde, a manutenção da temperatura corporal ocorre com a mínima mobilização dos mecanismos termorreguladores (NÄÄS, 1989; TITTO, 1998). A zona de conforto térmico para equinos vai de 5°C a 25°C (MORGAN, 1996).

Um animal endotérmico regula sua temperatura corpórea entre 37,5°C a 38,5°C (CUNNINGHAM, 2004), sendo mais alta que a temperatura do ar encontrada em grande parte do ambiente terrestre. Assim, a evolução da termorregulação tomou o rumo de transferência de calor para o ambiente. Desta forma, a adaptação ao ambiente frio exige apenas uma melhora quantitativa daqueles mecanismos que restringem a perda de calor e aumentem a produção de calor endógeno. Por outro lado, é muito mais difícil a termorregulação eficaz sob condição de calor intenso. 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). Em temperaturas acima de 35°C, geralmente, a transmissão de calor ocorre no sentido do ambiente para o animal (PEREIRA, 2005)

A adaptação de um animal em um ambiente compreende mudanças estruturais, funcionais, ou comportamentais, objetivando a sobrevivência, produção e reprodução em condições extremas ou adversas (BAËTA & SOUZA, 1997)

Desde a descrição da reação de alarme feita por Hans Selye na década de 30, muitas publicações vêm tratando do fenômeno chamado síndrome geral da adaptação ou síndrome do stress (SELYE, 1936; 1946). Selye (1936) definiu stress 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. Um animal está em condição de estresse quando necessita alterar de maneira extrema sua fisiologia ou comportamento para adaptar-se a aspectos diversos do seu ambiente ou manejo. Essa adaptação envolve uma série de respostas neuroendócrinas, fisiológicas, e comportamentais que funcionam para manter o equilíbrio de suas funções (FRASER et al., 1975).

Os agentes estressores podem ser classificados em quatro grupos. O primeiro grupo é formado por agentes somáticos representados por sons, odores, pressão, frio ou calor e efeitos drogas e químicos. Existindo ainda agentes psicológicos; agentes comportamentais e agentes variados como má nutrição, parasitismo, infecções, cirurgias, imobilização química ou física e confinamento (FOWLER, 1986).

Em regiões de clima tropical e subtropical, os animais sofrem efeito relevante do estresse térmico sobre o crescimento, desenvolvimento, ingestão de alimento e água, e na função reprodutiva (SILVA, 2000).

O calor ambiente é um dos principais limitantes da produção dos animais nos trópicos, visto que acontecem mudanças drásticas nas funções biológicas do animal. Ocorre um aumento das temperaturas retal, da pele e dos pelos, da sudorese e das frequências respiratória e cardíaca, bem como uma redução das perdas de água na fezes e urina, disfunções no metabolismo das proteínas, energia e minerais, assim como distúrbios em reações enzimáticas

e secreção de hormônios, além da energia despendida para eliminar calor do corpo do animal (SILVA, 2000; BACCARI JÚNIOR, 2001; TITTO et al., 2006).

Sob radiação solar direta, o incremento calórico no animal aumenta, sobretudo, se a temperatura e a umidade do ar estiverem altas, visto que em temperaturas acima de 35°C, geralmente, a transmissão de calor ocorre no sentido do ambiente para o animal (PEREIRA, 2005). Muller (1982) acrescenta ainda que a carga de energia radiante incidente sobre o animal, em região tropicais, pode ser três vezes maior que o total de calor endógeno produzido pelo próprio animal.

Em ambientes tropicais, a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, o que torna ineficazes os mecanismos de transferência térmica por condução e convecção (STARLING & SILVA, 2003).

Mota (1997), afirma ser possível determinar o ganho e perda de calor do corpo por meio da medida da temperatura retal, sendo esta medida usada frequentemente como índice de adaptabilidade fisiológica aos ambientes quentes. A temperatura retal varia conforme a espécie animal, e nos equinos vai de 37,2°C a 38,2°C (CUNNINGHAM, 2004).

Alterações nas frequências cardíaca e respiratória podem evidenciar as tentativas orgânicas para sair da condição de estresse térmico a que esses animais estão submetidos. Nos equinos, a frequência cardíaca normal em repouso pode variar de 32 a 44 batimentos por minuto e a frequência respiratória normal em repouso varia entre 8 a 16 respirações por minuto (CUNNINGHAM, 2004).

Para aumentar a perda de calor pela via respiratória os mamíferos espiram através da boca mais que pelo nariz, e hiperventilam através do aumento da FR. Em pôneis expostos a condições moderadas de calor a partir de um ambiente termoneutro foi observado um aumento da FR de 5 vezes (de 12 para 60 respirações por minuto) e um aumento no fluxo sanguíneo dos músculos respiratórios de 7,2 para 12,2 mL.min⁻¹.100g⁻¹ (MCCONAGHY et al., 1995).

A principal via de perda de calor por convecção é através do fluxo sanguíneo, direcionando o calor muscular produzido para a pele e sistema respiratório, principalmente em animais de esporte, é um sistema tão eficiente que apenas a vasodilatação e vasoconstricção periférica promove a termorregulação em zonas termoneutras (MCCONAGHY, 1996). Ocorre um aumento do débito cardíaco (DC) e redistribuição do DC principalmente para a pele, para facilitar a troca de calor por convecção entre o ar e a pele, o aumento de calor na pele ativa a sudorese e evapotranspiração aumentando as trocas de calor (MCCONAGHY, 1994).

Em animais expostos ao estresse calórico ou ao exercício, devido a maior demanda de fluxo sanguíneo para pele e órgãos vitais, ocorre aumento da frequência cardíaca (FC), ao ativar a sudorese ocorre a perda de fluidos o que reduz o fluxo sanguíneo promovendo a necessidade do aumento na FC (GEOR et al., 1998; NIELSEN et al., 1997). O aumento da FC aumenta o DC para os órgãos que participam da termólise, principalmente pele, músculos respiratórios e mucosa nasal sem reduzir a irrigação de outros leitos vasculares (MCCONAGHY, 1994).

Paludo et al. (2002) com base nos parâmetros fisiológicos avaliaram a adaptabilidade ao clima e ao exercício de equinos das raças Puro Sangue de corrida, Brasileiro de Hipismo, Bretã e mestiços alojados no exército brasileiro no Distrito Federal. Observaram que a frequência cardíaca e respiratória e a temperatura retal diferiram entre os animais em repouso a tarde e pela manhã, tendo havido aumento destas variáveis fisiológicas. Dentre os animais em repouso a tarde os expostos ao sol tiveram frequência respiratória maior, contudo a frequência cardíaca e a temperatura retal não diferiram dos animais em repouso a sombra. Em pôneis sob temperatura ambiente elevada (40-42°C e 32-36% de UR) provenientes de um

ambiente termoneutro (15-17°C e 60-65% de UR) observou-se aumento na FC de 46,2 para 63,2 batimentos por minuto (bpm) (MCCONAGHY et al., 1996).

Segundo Hickman Junior (2004) a temperatura retal é um bom indicador da temperatura corporal e permite avaliar se, em condições de estresse térmico, esses animais estão conseguindo manter sua temperatura dentro dos limites normais.

Um outro sinal visível de resposta ao estresse térmico é a taquipnéia, o terceiro mecanismo na adaptação fisiológica, pois ocorre vasodilatação periférica e o aumento da sudorese previamente (CUNNIGHAN, 2004).

O índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) é um índice físico utilizado com o objetivo de caracterizar ou quantificar as faixas de conforto térmico ideais para as diferentes espécies animais, portanto uma medida do conforto térmico. O ITGU por considerar os efeitos de radiação solar, velocidade do ar, temperatura e umidade em um único índice pode ser considerado mais adequado para avaliar o conforto térmico em regiões tropicais. Este índice é bastante usado na bioclimatologia zootécnica, pois leva em consideração, através da temperatura de globo negro colocado na posição em que o animal ocuparia no ambiente, os efeitos combinados da radiação solar e do vento. Segundo o National Weather Service of USA, citado por Baeta (1985), os valores de ITGU até 74, 74 a 79, 79 a 84 e acima de 84 definem situação de conforto, alerta, perigo e emergência, respectivamente.

Pode-se avaliar adaptabilidade equina ao ambiente térmico através do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) a partir do teste de Ibéria, segundo Oliveira et al. (2008) que utilizou a temperatura de 38°C como a normal para equinos como sugere Esmay (1969). Nesse teste, o valor mais próximo de 100 implica animais mais adaptados ao ambiente térmico considerado.

A adaptação ambiental é necessária para o equilíbrio nas atividades fisiológicas, como produção, armazenamento e dissipação de calor. Assim, a adaptabilidade do equino a novos ambientes pode ser avaliada pela sua habilidade de se ajustar a condições ambientais médias (PALUDO et al., 2002).

Pode-se utilizar ainda o Coeficiente de Adaptabilidade (CA) estimado, a partir da temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca e valores do índice obtido próximo ou igual a três que é observado quando os parâmetros fisiológicos não se alteram em relação ao aceito como normal, sendo o animal considerado mais adaptado ao calor os animais com menor desvio desse valor (MARTINS JR., 2004; OLIVEIRA et al., 2008).

Existem quatro mecanismos primários de transferência de calor: radiação, convecção, condução e evaporação. A radiação é um mecanismo de transferência de calor entre corpos sem contato físico. O balanço da energia térmica absorvida ou perdida pelo cavalo resultará da quantidade de radiação recebida do ambiente, e da emitida pelo corpo, incluindo aquela produzida pelo metabolismo (MCCONACHY, 1994). A convecção é um mecanismo de troca de calor entre fluidos, como o ar em movimento sobre a superfície de um corpo, uma boa via termolítica, enquanto a temperatura do ar envolvendo o animal for inferior a temperatura de sua pele. Sob temperaturas iguais ou superiores, este mecanismo de perda de calor fica prejudicado. A troca de calor entre superfícies em contato direto é feita através da condução e as trocas de energia entre corpos dependerá da diferença de temperatura entre eles (MCCONACHY, 1994). A evaporação é o principal mecanismo de perda de calor nos equinos em ambientes quentes, através da sudorese e do ofego (TITO et al., 1998). A quantidade calor dissipada por esta via dependerá da taxa de sudorese e da umidade relativa do ar, portanto este mecanismo será mais eficiente quanto mais moderada for a sudorese e menor a umidade relativa do ar, pelo contrário, fica completamente bloqueado com o ar saturado de umidade (GUTHRIE & LUND, 1998). As perdas calóricas atribuíveis à sudorese variam de 70 a 85%, a porcentagem restante é atribuída ao sistema respiratório, mediante o ofego, e uma

pequena parte a perspiração, que é a passagem do vapor de água através da pele sem passar pela glândula sudorípara (MCCONACHY, 1994).

2.9 Estresse e Desconforto Térmico

O desconforto térmico é gerado por um ambiente inadequado, implica em estresse devido ao esforço realizado pelo animal com a finalidade de manter sua temperatura corporal constante. Esta condição de estresse reflete-se na queda de imunidade, no surgimento de doenças, em altas taxas de mortalidade, na diminuição dos índices de produtividade, na perda da qualidade da carne e dos derivados e, conseqüentemente, em prejuízos para o produtor (CAMERINI, 2008)

O estresse térmico é definido como o resultado da inabilidade do animal em dissipar calor suficientemente para manter a sua homeotermia (WEST, 1999).

Para terem produtividade, os animais dependem de uma faixa de temperatura adequada, denominada zona de conforto térmico, para manter a homeotermia, (CURTIS, 1983). A zona de termoneutralidade define limites de temperatura. Acima da temperatura crítica superior, o animal entra em estresse pela temperatura elevada e abaixo da temperatura crítica inferior sofrem estresse pelo frio. A partir desse ponto infere-se que o animal está sob estresse climático, podendo incluir temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e intensidade da radiação solar (LU, 1989; MARAI et al., 2007). O ambiente em que o equino está em conforto térmico depende da sua capacidade em manter o balanço termal, que por sua vez, está relacionado às características térmicas e seus mecanismos fisiológicos regulatórios em relação ao ambiente físico. Com isto, a zona de conforto térmico é definida como sendo a temperatura do ar ambiente na qual a taxa metabólica é constante, vai de 5°C a 25°C (MORGAN, 1996).

Segundo SILVA (2005), as variáveis ambientais são fatores estressantes que agem sobre o organismo como um todo, levando-o a reagir de alguma forma, e os resultados dessa reação podem ser avaliados por meio do comportamento de variáveis fisiológicas que, em conjunto, dão a medida da tensão a que o animal está submetido.

Comparado aos humanos, os cavalos possuem uma desvantagem física na dissipação de calor, devido a uma proporção aproximadamente cinco vezes menor de superfície de pele em relação a massa muscular contrátil, resultando em uma significativa redução da área evaporativa e conseqüentemente em maiores taxas de armazenamento de calor. Este fator contribui para uma rápida elevação da temperatura interna a patamares críticos quando em exercício (LINDINGER et al., 2000). O calor é transferido a partir dos músculos para os tecidos vizinhos por condução e por fluxo conectivo do sangue e da linfa (LINDINGER, et al., 1999).

Ainda em condições climáticas moderadas ou frias, o alto ritmo de produção metabólica de calor combinado com fatores físicos de perdas de calor por convecção e evaporação resulta em uma elevação da temperatura central de 2,5 - 3,5 °C antes de 30 minutos de exercício (MCCUTCHEON & GEOR, 2000).

Com relação à adaptabilidade de equinos a novos ambientes, esta tem sido avaliada pela habilidade, do animal, de ajustar-se às condições ambientais médias (PALUDO et al., 2002). FOREMAM & FERLAZZO (1996) destacam o transporte, o exercício, a laminite, além de mudanças de temperatura e umidade ambiente, como fatores mais estressantes para os equinos.

2.10 Efeitos do Estresse Térmico na Reprodução

Temperatura e umidade ambiente altas, a tempo são conhecidas por causar influência negativa sobre o sucesso reprodutivo em animais domésticos em países tropicais e subtropicais (JU, 2005). Entretanto os estudos sobre o estresse térmico ambiental em equinos são escassos ou ausentes e em sua maioria se baseiam no efeito da sazonalidade principalmente em relação ao fotoperíodo. A atividade reprodutiva dos equinos depende principalmente da luminosidade diária, que exerce seus efeitos mais significativos quanto mais distantes estiverem os animais da linha do equador, quando se intensifica a estacionalidade reprodutiva (GINTHER, 1992), pois são poliéstricos sazonais apresentando ciclos regulares durante os períodos mais quentes e de maior luminosidade (GINTHER, 1992).

Em equinos, OLIVEIRA et al., (2015), observaram que maior taxa de recuperação embrionária (71%) foi obtida a 26°C, e que reduziu significativamente a temperatura de 29°C com 51,4%. ($p < 0,05$). maior taxa de gestação foi obtida aos 24, 25 e 26°C (81,5%, 63% e 66,7%, respectivamente) próximo a faixa de conforto térmico equino (Morgan 1996), enquanto as TG observadas para temperaturas superiores não variaram entre si e foram menores ($p < 0,05$) que os valores encontrados entre 24, 25 e 26 °C, seguida de queda às temperaturas de 27 e 28°C (35,3% e 40%, respectivamente). A mesma tendência foi observada para a relação da taxa de gestação com o índice de temperatura e umidade (ITU), maior taxa de gestação (68,3%) foi obtida para ITU entre 74 e 75 e menor taxa de gestação para o $ITU \geq 78$ (45%) ($p < 0,05$).

Pesquisas em outras espécies animais que não os equinos, mostram que períodos de alta temperatura e umidade causam estresse térmico coma efeitos negativos na performance reprodutiva. Nas fêmeas mamíferas, a consequência mais óbvia é a probabilidade de redução de gestação. O estresse térmico tem demonstrado alterar o status endócrino, o mecanismo de luteólise, o desenvolvimento embrionário inicial e o crescimento fetal (JORDAN, 2003).

Rivier & Rivest (1991) relatam que o estresse é acompanhado por um acréscimo na atividade do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (HPA) e um decréscimo na função reprodutiva e sugerem que haja uma possível relação entre os hormônios do HPA e os do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal (HPG). De fato, o hormônio liberador de corticotropina (CRH) e os corticosteróides da adrenal iniciam um importante papel na modulação do efeito do estresse na função reprodutiva (RIVIER & RIVEST, 1991). Os hormônios relacionados ao estresse podem influenciar a função sexual em três níveis do eixo HPG: no hipotálamo, por meio do CRH (hormônio liberador de corticotrofinas) onde este inibe a secreção de GnRH, na hipófise, diminuindo a liberação de LH e FSH que são estimulados pelo GnRH e, nas gônadas alterando o efeito estimulatório das gonadotrofinas (RIVIER & RIVEST, 1991; PEREIRA, 2005). Com a diminuição da liberação das gonadotrofinas (LH e FSH), a produção de estrógenos também será afetada. Isto está possivelmente relacionado ao fato de afetar a capacidade esteroideogênica dos folículos e da dinâmica folicular ovariana, alterando a expressão do RNAm de receptores de colesterol em células ovarianas, bem como, as concentrações de colesterol e ácidos graxos no fluido folicular ovariano de folículos de vários tamanhos (ARGOV et al., 2005). Acarretando em transtornos reprodutivos tais como: falhas na detecção do estro ocasionado pela presença de estro silencioso, ou seja, ausência dos sinais comportamentais que auxiliam na sua identificação, falhas no desenvolvimento e qualidade do oócito, na fertilização e implantação do embrião devido a não preparação do útero e formação de um corpo lúteo de má qualidade (De RENSIS & SCARAMUZZI, 2003). Além disso, pode ainda levar a fêmea a uma condição de anestro ou ninfomania em vacas (GRUNERT et al., 2005).

Em vacas estes fenômenos são bem conhecidos e muitas vezes são refletidos na falha do animal em executar o seu potencial genético, inclusive subfertilidade (DOBSON & SMITH, 2000; BARTOLOMEU et al., 2005).

Durante o período de crescimento folicular, o estresse calórico pode comprometer o oócito, devido a ações diretas na elevação da sua temperatura ou, devido a alterações na função folicular que comprometem a sua qualidade. Altera também a dinâmica folicular afetando folículos no início do estágio antral do desenvolvimento, causando prejuízo no folículo subsequente (GUZELOGLU et al., 2001), na função e redução da dominância do folículo selecionado (HANSEN & ARÉCHIGA, 1999), que pode ser visto por uma redução da capacidade esteroidogênica das células da teca e da granulosa e conseqüentemente, uma queda da concentração sanguínea de estradiol (De RENSIS & SCARAMUZZI, 2003), além do comprometimento dos mecanismos luteolíticos (WILSON et al., 1998) que são dependentes do estrógeno. GUZELOGLU et al. (2001) verificaram que as concentrações de estradiol no fluido folicular diminuíram de 1662 ng/ml para 1493 ng/ml em vacas sob condições de estresse térmico. O mesmo não foi observado com as concentrações de progesterona que aumentaram de 44,7 ng/ml na situação controle (sem estresse térmico) para 54,1ng/ml na condição de estresse calórico. A concentração de progesterona no plasma pode ser aumentada ou diminuída dependendo se o estresse térmico é agudo ou crônico, e do estado metabólico do animal. Estas mudanças endócrinas reduzem a atividade folicular e alteram o mecanismo ovulatório, levando ao decréscimo na qualidade do oócito e do embrião além de ser responsável pela manutenção da gestação (HANSEN, 2005). O ambiente uterino também é modificado, reduzindo a probabilidade da implantação do embrião em vacas (De RENSIS & SCARAMUZZI, 2003).

Essas alterações hormonais causam problemas reprodutivos como puberdade tardia, ciclo estral irregular, cistos ovarianos, baixa taxa de ovulação, anestro e mortalidade embrionária devido ao comprometimento da competência do oócito e inibição do desenvolvimento embrionário (HANSEN et al., 2001).

Em bovinos, tem sido relatado que o estresse térmico pode influenciar a habilidade do endométrio em produzir e secretar prostaglandina, o que pode levar a luteólise prematura (HANSEN, 2005).

Em ratas, foi observado menor expressão de receptores para os hormônios FSH e LH, bem como menor número de células nos folículos antrais e pré-ovulatórios, submetidas a ambientes controlado com alta temperatura (35°C) e umidade (70%) por 48 horas antes da sincronização do ciclo estral, quando comparadas ao grupo controle mantido a 25°C de temperatura ambiente e 50% de umidade relativa do ar (SHIMIZU et al., 2005).

OZAWA et al. (2005), compararam a atividade folicular e hormonal de cabras sobre desconforto térmico (36°C de temperatura ambiental e 70% de umidade relativa do ar) e sob conforto térmico (25°C de temperatura ambiental e 50% de umidade relativa do ar) e obtiveram maior número de folículos recrutados no grupo sob desconforto apenas durante as primeiras 24 horas após a administração do luteolítico, após as 24 horas até 120 horas de análise, o número de folículos em crescimento do grupo controle foi significativamente maior que o grupo sob desconforto térmico. Observaram ainda que no grupo em desconforto o período decorrido para a ovulação foi maior (128 horas) em relação ao controle (116 horas), bem como a ocorrência do pico e estrógeno e do LH que foram mais lentos em relação ao grupo controle (72 x 54 horas para o estrogênio e 84 x 62 horas para o LH).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período de Execução

O experimento foi conduzido no Setor de Reprodução Animal do Departamento de Reprodução e Avaliação Animal do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica – RJ, latitude: 22°44'38", longitude: 43°42'27", durante a estação de monta de novembro de 2013 a fevereiro de 2014.

A presente pesquisa foi avaliada e aprovada junto a Comissão de Ética na Pesquisa da UFRRJ (COMEP), sob o protocolo nº 259/2012.

A viabilidade financeira da pesquisa foi possível através da aprovação e aquisição de fomento junto a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), outorgado sob nº de Processo: E-26/112.571/2012.

3.2 Animais e Manejo

Foram utilizadas 16 éguas cíclicas da raça Mangalarga Marchador do setor de matrizes do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, alojadas no Setor de reprodução animal do DRAA/UFRRJ e, selecionadas pela ausência de anormalidades aparentes do trato reprodutivo, determinado, pelo exame ultra-sonográfico, (GINTHER, 1995), a idade dos animais variou entre 3 a 15 anos.

Foram avaliados quatro ciclos estrais (C1, C2, C3 e C4) consecutivos. As éguas foram distribuídas de acordo com a idade em dois grupos (de modo que cada grupo possuísem uma idade média semelhante) GI: Conforto térmico (éguas alojadas em piquete com sombreamento natural - figura 1) e GII: Desconforto térmico (éguas alojadas em piquete sob insolação - figura 2).



Figuras 1 e 2 - Imagens representativas da distribuição dos grupos experimentais: sombreamento (GI) com sombreamento mínimo de 20m² por animal, e insolação (GII).

O experimento foi dividido em duas fases de acordo com o uso ou não de prostaglandina exógena. Fase I: compreendeu os ciclos 1 e 2 (C1 e C2) nos quais, não utilizou-se de hormônio exógeno, sendo chamados ciclos naturais totalizando 28 ciclos (GI=14 e GII=14), e Fase II: compreendendo os ciclos 3 e 4 (C3 e C4) nos quais utilizou-se a administração de prostaglandina F2 α exógena para indução do estro e encurtamento do diestro, a administração do luteolítico se deu em D5 (no quinto dia após a ovulação) e o início

do acompanhamento do ciclo estral se iniciou em D5 sendo chamados de ciclo de estro induzido, totalizando 24 ciclos (GI=14 e GII:10 ciclos).

Inicialmente em C1 as éguas foram divididas em igual número em cada grupo (8x8 / GI x GII), e seriam trocadas de grupo a cada ciclo estral até o término de C4, entretanto, ao longo do experimento naturalmente algumas éguas deixaram de ciclar e obtivemos uma repetição por grupo com número inferior ao esperado e não igualitário em cada ciclo (tabela 1).

Tabela1- Distribuição dos animais por grupos experimentais, ciclos estrais, fase e idade.

	Ciclo 1				Ciclo 2			
	GI (sombra)		GII (insolação)		GI (sombra)		GII (insolação)	
	Animal	Idade	Animal	Idade	Animal	Idade	Animal	Idade
Fase I	E	5	A	12	A	12	E	5
	F	15	C	9	C	9	F	15
	I	3	G	14	G	14	I	3
	J	13	H	11	H	11	J	13
	L	5	K	5	K	5	L	5
	M	13	N	3	N	3	M	13
	O	3					O	3
	P	10					P	10
N ciclos	8		6		6		8	
Média da idade	8,4 ± 4,92		9 ± 4,24		9 ± 4,24		8,4 ± 4,92	
p valor	NS				NS			
	Ciclo 3				Ciclo 4			
	GI		GII		GI		GII	
	Animal	Idade	Animal	Idade	Animal	Idade	Animal	Idade
Fase II	E	5	A	12	A	12	E	5
	F	15	B	13	B	13	F	15
	I	3	G	14	M	14	J	13
	J	13	H	11	G	11	K	13
	M	13	K	5	K	5		
	O	10	N	3	L	5		
					N	5		
					P	10		
N ciclos	6		6		8		4	
Média da idade	9,8 ± 4,83		9,7 ± 4,54		9,3 ± 3,81		11,5 ± 4,43	
p valor	NS				NS			

Os piquetes mediam aproximadamente 520m², eram providos por cocho com fonte de água corrente de acesso livre a mesma, bem como a sal mineral. Durante o dia os animais eram mantidos nos piquetes das 7 às 18 horas, e eram alimentadas com feno de alfafa (1% do peso vivo, que equivale à metade de matéria seca recomendada ao dia, já que ficavam confinadas apenas durante o dia, sendo liberadas a pasto formado com capim nativo e fonte de água livre durante a noite). Além disso, recebiam 1kg de ração comercial (13% proteína

bruta) ao dia. Os animais foram previamente adaptados às condições de manejo por 12 dias antes do início da coleta de dados.

3.3 Variáveis Fisiológicas

A resposta dos animais às variações climáticas foi avaliada a partir dos parâmetros fisiológicos mensurados as sete, 13 e 18 horas, tomando como critério de avaliação dias ensolarados, sem nebulosidade em sua totalidade, ou seja, ao longo de todo o dia. Obteve-se 47 dias sob tais condições, iniciando-se juntamente da avaliação folicular. Os dados fisiológicos obtidos foram utilizados para obtenção de índices de avaliação da adaptabilidade climática e índices bioclimáticos.

A temperatura retal em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) foi mensurada, pela introdução de termômetro clínico digital através do ânus permanecendo em contato com a mucosa retal por um minuto. A frequência cardíaca (número de batimentos cardíacos por minuto) foi obtida pela contagem dos batimentos cardíacos utilizando-se estetoscópio manual, posicionado do lado esquerdo do tórax, caudalmente à ponta do codilho, durante um minuto. A frequência respiratória (movimentos/minuto) foi mensurada pela observação e contagem do movimento de expansão e retração da caixa torácica (inspiração e expiração) visualizado pelo flanco do animal, durante um minuto.

3.4 Variáveis Climáticas e Testes Bioclimáticos

As variáveis climáticas foram obtidas pela colocação de uma estação meteorológica móvel (Data-logger Onset®) equipado com globo negro, instalados a uma altura de 1,5 metros do chão no piquete do Grupo sob insolação (GII) (Figura 3), posicionamento referente a altura do eixo central do corpo do cavalo que permite avaliar as condições climáticas reais incidentes sobre o animal. Utilizou-se o assistente de Hardware HOBOWare® para processamento dos dados climáticos diários sendo eles: Temperatura Ambiental ($^{\circ}\text{C}$) média, máxima e mínima, Umidade Relativa do Ar (%) média, máxima e mínima, Temperatura do globo negro ($^{\circ}\text{C}$) média, máxima e mínima, Temperatura do ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$) média, máxima e mínima. Que foram utilizados para obtenção dos índices de caracterização do ambiente térmico. Inicialmente foram instalados dois Data-loggers, um em cada piquete (GI e GII), entretanto, durante a execução da pesquisa o instrumento colocado junto ao piquete de sombra (GI) deixou de funcionar e então apenas o instrumento colocado no piquete de insolação foi utilizado para caracterizar o clima no local de execução.



Figura 3 - Instalação do Data-logger Onset®

A caracterização do ambiente térmico foi realizada utilizando-se do ITGU segundo Oliveira et al. (2008), calculado pela seguinte fórmula:

a) Índice de Temperatura de Globo e Umidade **ITGU**

$$\text{ITGU} = \text{tg} + 0,36\text{tpo} + 41,5$$

Onde:

tg = temperatura (°C) no globo negro no local de avaliação dos animais,

tpo = temperatura do ponto de orvalho

A avaliação da adaptabilidade dos animais ao ambiente foi obtida com a utilização dos seguintes testes:

Testes de Ibéria de Baccari Jr. et al. (1986), a temperatura retal foi obtida em dias ensolarados, nos horários de 7 e 13 horas, com mensurações em dias alternados por ciclo estral.

b) **Coefficiente de Adaptabilidade (CA)** foi estimado, a partir da fórmula adaptado por Martins Jr. (2004) :

$$\text{CA} = \text{TR}/38 + \text{FR}/16 + \text{FC}/34,$$

Onde, CA = Coeficiente de Adaptabilidade;

TR = Temperatura retal, em °C entre 14 e 15 horas;

FR = Frequência respiratória, em movimentos por minuto entre 14 e 15 horas;

FC = Frequência Cardíaca, em batimentos por minuto entre 14 e 15 horas;

38 = Temperatura retal média normal de equinos (ESMAY, 1969),

16 = Frequência respiratória média normal de equinos (THOMASSIAN, 1984).

34 = Frequência cardíaca média para equinos (THOMASSIAN, 1984),

E o valor do índice obtido foi comparado a três que é observado quando os parâmetros fisiológicos não se alteram em relação ao aceito como normal, ou seja, quanto mais próximo de três for o CA obtido, considera-se o animal mais adaptado ao calor os animais com menor desvio desse valor.

c) **Coefficiente de Tolerância ao Calor (CTC)** foi calculado, a partir da fórmula adaptado de Amakira e Funcho (1979), com adaptações nos momentos de coleta da temperatura retal.

$$\text{CTC} = 100 - [18 (\text{T16} - \text{T10})]$$

Onde, CTC = coeficiente de tolerância ao calor;

100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal constante;

18 = constante;

T16 = temperatura retal tomada às 16 horas adaptado para 13 horas;

T10 = temperatura retal tomada às 10 horas adaptado para 07 horas.

Nesse teste o valor mais próximo de 100 implica em animais mais adaptados ao ambiente.

3.5 Ultrassonografia

O exame ultrassonográfico transretal em tempo real foi realizado utilizando-se Equipamento de Ultrassom Doppler Mindray, modelo Z5VET, equipado com transdutor linear 75L50EAV e emissão de onda de 5,0/7,5 Mhz. O acompanhamento foi realizado diariamente por quatro ciclos consecutivos (C1, C2, C3 e C4) compreendendo o período interovulatório de cinco ovulações consecutivas, segundo Jacob, (2008), sendo C1 e C2 ciclos naturais, e C3 e C4 ciclos com estro induzido hormonalmente.

Para o exame as éguas foram conduzidas a sala de avaliação e contidas em brete de contenção metálico. Após a remoção das fezes da ampola retal, foi realizado exame transretal para avaliação do tamanho e tônus do útero e localização dos ovários. O transdutor então foi colocado no reto e movido ao longo do trato reprodutivo: corpo do útero, corno uterino direito, ovário direito, corpo do útero, corno uterino esquerdo, ovário esquerdo.

Inicialmente as éguas tiveram o trato reprodutivo escaneado em B-mode e posteriormente foi ativado o modo color-flow e/ou espectral, para avaliação do fluxo sanguíneo ovariano e uterino.

3.6 Ciclo Estral e Foliculogênese

Diariamente, foi avaliado o diâmetro dos seis maiores folículos de cada ovário independente da sua identidade, até a ovulação do folículo dominante. Os diâmetros foliculares foram registrados em fichas de controle individual e posteriormente digitados em planilhas. Para avaliar a dinâmica folicular, ou seja, crescimento e regressão dos folículos ao longo do ciclo estral, foram utilizados os três maiores folículos de cada ovário. A divergência folicular foi determinada a partir da confecção de um gráfico utilizando-se os seis maiores folículos mensurados diariamente, respeitando-se o seu ovário de origem. A partir da análise gráfica, se determinou o dia do ciclo em que ocorreu o desvio do crescimento do folículo dominante e a regressão dos folículos atresícos ou subordinados, conforme exemplifica a ilustração abaixo (Figura 4).

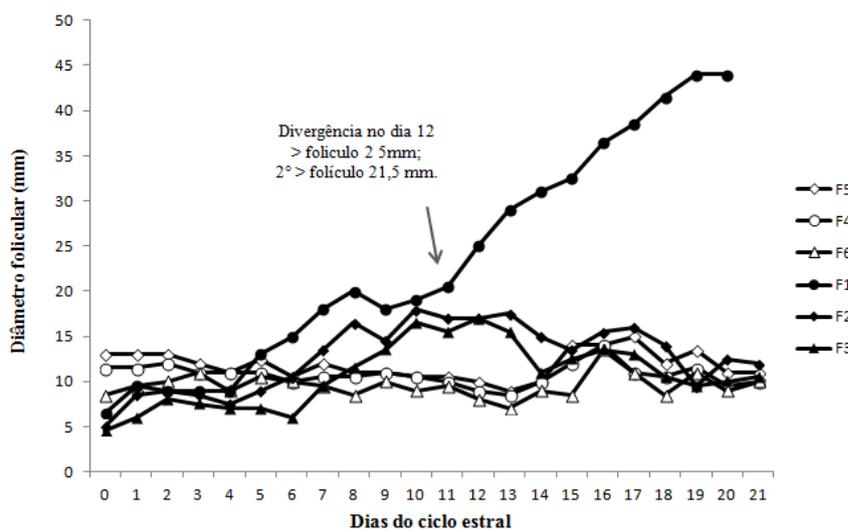


Figura 4 - Imagem ilustrativa para exemplificação da determinação do dia da ocorrência e do diâmetro do maior folículo em detrimento aos demais, durante a divergência folicular.

O corpo lúteo foi identificado e mensurado segundo o diâmetro (média aritmética da altura e largura), a partir do dia da ovulação (D0), até não ser mais identificado, os dados foram compilados individualmente e posteriormente digitalizados e analisados.

A ecotextura uterina foi determinada utilizando-se o sistema de escore de um a quatro (mínimo a máximo, incluindo frações como 1,5, 2,5 e 3,5), baseando-se na extensão do edema das pregas uterinas (áreas anecóicas vistas a imagem ultrassonográfica em escala de cinza) (GINTHER, 1995). A saber: edema um: superfície uterina homogênea com ausência de áreas anecóicas e pregas endometriais indefinidas; edema dois: útero com aparência heterogênea, mas com pregas endometriais ainda indefinidas; edema três: marcado aumento na anecoogenicidade e início do aparecimento das pregas endometriais; edema quatro: marcada aparência heterogênea devido ao fluido das pregas endometriais caracterizada por áreas fortemente anecóicas.

3.7 Avaliação da Artéria Uterina

O fluxo sanguíneo uterino foi examinado avaliando ambas artérias uterinas, direita e esquerda, segundo BOLLWEIN et al. (1998). As artérias foram encontradas com o transdutor orientado transversalmente a face dorsal, direcionando-o da artéria aorta e seguindo caudalmente até a artéria uterina. Ao nível da bifurcação da aorta, a artéria ilíaca externa foi identificada caudalmente ao corpo do íleo e prosseguindo a artéria ilíaca circunflexa profunda com um diâmetro aproximado de 6 a 7 mm que surge próximo ao ângulo de origem da artéria ilíaca externa. A artéria uterina deixa a artéria ilíaca externa distalmente e possui um diâmetro de 2 a 6 mm. Próxima a artéria ilíaca circunflexa profunda a artéria uterina foi visualizada conforme sequência de imagens na figura 5, e a velocidade do fluxo uterino obtido pela colocação de um cursor amostral de 2 mm de diâmetro sobre a área de fluxo colorido e a função espectral foi ativada.

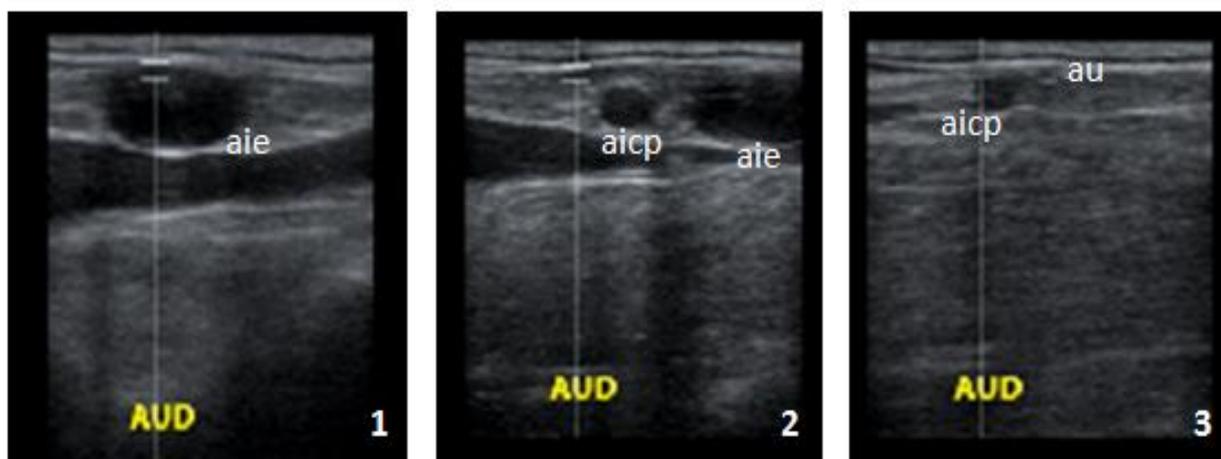


Figura 5 - Sequência de imagens para o isolamento da artéria uterina. Em 1: artéria ilíaca externa (aie); em 2: artéria ilíaca circunflexa profunda (aicp); em 3: artéria uterina (au).

O espectro Doppler uterino foi registrado em vídeo e analisado posteriormente. Foram utilizados três pulsos consecutivos uniformes, sendo o central o representativo real da velocidade do fluxo sanguíneo expressa pelo Índice de Resistividade (RI), e Índice de Pulsatilidade (PI), calculados automaticamente pelo aparelho (figura 6).



Figura 6 - Colocação do volume amostral sobre a artéria uterina e obtenção do espectro Doppler para medição da velocidade do fluxo sanguíneo e dos índices PI e RI.

Durante o estro foi considerada artéria uterina dominante aquela que irrigou o corno uterino ipsilateral ao ovário onde se apresentou o folículo dominante ovulatório, a artéria uterina contralateral, foi considerada não dominante. Durante o diestro foi considerada dominante a artéria uterina que irrigou o corno uterino ipsilateral ao ovário apresentando corpo lúteo, enquanto a artéria que irrigou o corno contralateral foi considerada não dominante.

3.8 Avaliação da Artéria Ovariana

A localização da artéria ovariana foi realizada tomando-se como ponto de orientação o pedículo ovariano, deslocando-se o transdutor em sentido cranial ao ovário avaliado. Para facilitar sua localização, durante o escaneamento foi ativado o modo Color, após localizado o pedículo, o transdutor foi deslocado em sentido crânio-dorsal na direção da artéria aorta (figura 7).

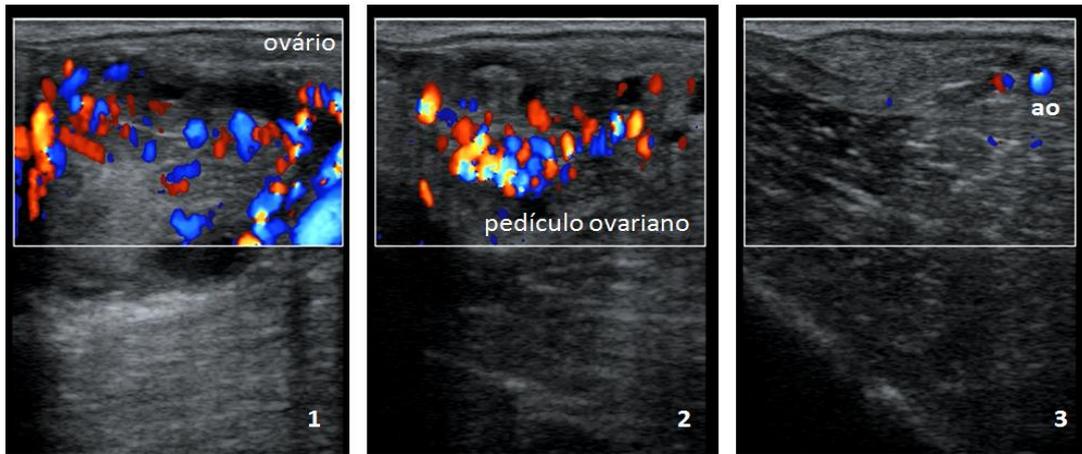


Figura 7 - Sequência de imagens para o isolamento da artéria ovariana. Em 1: ovário apresentando um corpo lúteo e sua vascularização no modo Color-Doppler; em 2: Pedículo ovariano no modo Collor-Doppler; em 3: artéria ovariana (ao) isolada.

Após a sua localização o cursor de volume amostral foi colocado sobre a artéria utilizando-se 1mm de, em seguida foi ativado o modo espectral para avaliação da velocidade do fluxo sanguíneo (Ginther, 2007a). Foram utilizados três pulsos consecutivos uniformes, sendo o central o representativo real da velocidade do fluxo sanguíneo expressa pelo Índice de Resistividade (RI), e Índice de Pulsatilidade (PI), calculados automaticamente pelo aparelho (figura 8).



Figura 8 - Colocação do volume amostral sobre a artéria ovariana e obtenção do espectro Doppler para medição da velocidade do fluxo sanguíneo e dos índices PI e RI.

Durante o estro a artéria ovariana que irriga o ovário onde se apresentou o folículo dominante ovulatório foi denominada artéria ovariana dominante e a contralateral não dominante. Durante o diestro a artéria ovariana dominante foi considerada aquela que irrigou o ovário que se apresentava o corpo lúteo.

3.9 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada sob orientação do professor Wagner de Souza Tassinari – Departamento de Matemática/UFRRJ.

Para fins estatísticos e apresentação dos dados, com o objetivo de comparar as variáveis entre grupos de tratamento (GI x GII), os dados obtidos foram ajustados da seguinte forma:

- Parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos: a partir dos dados obtidos a cada momento de coleta diários, foram tomadas as médias a cada ciclo estral de cada égua, uma vez que a cada ciclo as éguas eram destinadas a um ou outro grupo experimental, posteriormente os valores médios por grupo experimental foram testados estatisticamente.

- Foliculogênese: Com base na média da duração do ciclo estral e suas fases, considerou-se para a comparação do diâmetro folicular diário entre grupos: na Fase I (C1 e C2): oito dias de estro (dias -7 a -1: do dia sete ao dia precedente a ovulação), e 13 dias de diestro (dias 0 a 13: do dia da ocorrência da ovulação ao dia 13 após a ovulação). Na Fase II (C3 e C4): 7 dias de estro (D-7 a D-1), e quatro dias de diestro (de D5 a D8, devido ao uso da prostaglandina, que reduz esta fase ciclo estral). Para análise da divergência considerou-se o diâmetro folicular diário no dia da divergência, nos quatro dias anteriores e quatro dias posteriores a ocorrência da mesma, nas fases I e II do experimento.

- Perfusão das artérias ovariana e uterina: Considerou-se na Fase I (C1 e C2): 12 dias de diestro (D0 a D12) e quatro dias de estro (D-4 a D-1). Na fase II, considerou-se 4 dias de diestro (D5 a D8) e 4 dias de estro (D-4 a D-1).

- Para avaliar o efeito direto do clima sobre o fluxo sanguíneo ovariano e uterino, os índices de pulsatilidade (PI) e de resistividade (RI), obtidos de cada uma das artérias, independente da presença do corpo lúteo no diestro, ou do folículo dominante no estro, foram agrupados e comparados entre grupos experimentais posteriormente agrupados em faixas de variação do ITGU, e então comparados entre grupos.

Todas as variáveis foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, quando a normalidade dos dados foi significativa ($p < 0,05$), a comparação dos dados se fez pela aplicação do teste de Kruskal-wallis, quando a normalidade não foi significativa, os dados foram testados pela aplicação do teste-t LDS para amostras independentes, pelo programa Bioestat 5.0 2009 Manual Ayres[®], com índice de significância $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$) para ambos os testes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do Ambiente Térmico

A variação da temperatura ambiental durante todo o período experimental está representada na figura 9. A média da temperatura ambiental média diária foi de 29 °C, a média da temperatura ambiental mínima foi de 23 °C e a média da temperatura ambiental máxima foi de 37,5°C. A temperatura ambiental máxima atingiu 44,5°C e a temperatura ambiental mínima 19,3°C.

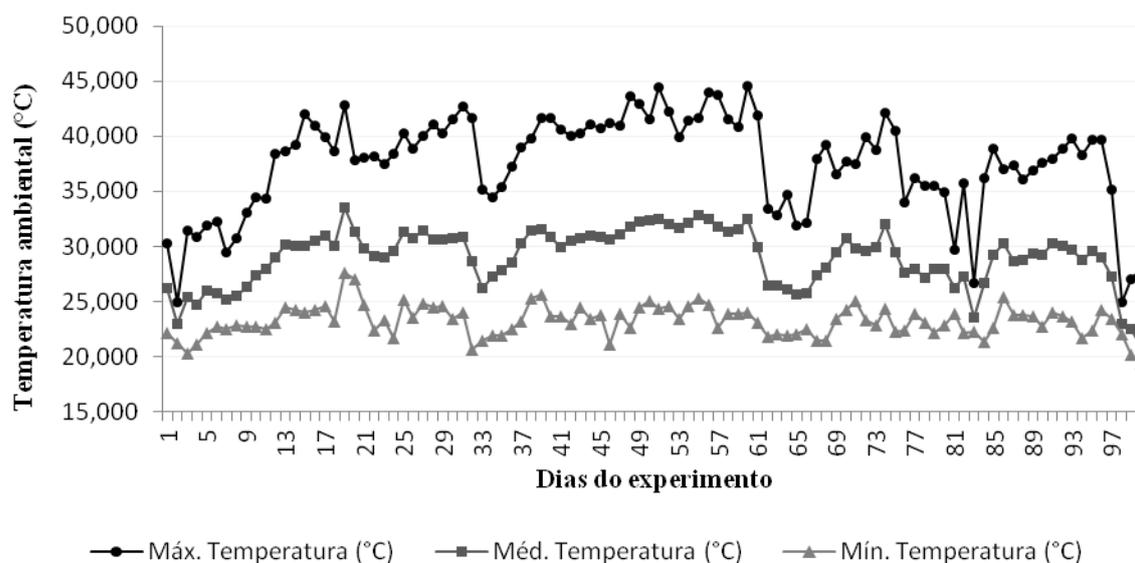


Figura 9 - Representação gráfica da temperatura ambiental média máxima, média média e média mínima diárias durante o período experimental.

A zona de conforto térmico é definida como sendo a temperatura do ar ambiente na qual a taxa metabólica é constante, nos equinos varia de 5°C a 25°C (MORGAN, 1996). Na tabela 2, observa-se que a temperatura ambiental média diária (temperatura representativa do valor diário), permaneceu 94 dos 100 dias de experimento acima da zona de conforto térmico equino, o que nos permite dizer que durante o período experimental os animais permaneceram sob desconforto térmico em 94% dos dias.

Em ambientes tropicais, a temperatura do ar tende a ser próxima ou maior que a corporal, o que torna ineficazes os mecanismos de transferência térmica por condução e convecção (STARLING & SILVA, 2003), quando acima de 35°C geralmente, a transmissão de calor ocorre no sentido do ambiente para o animal, invertendo-se o gradiente térmico e o animal terá a tendência de ganho de calor (PEREIRA, 2005).

Tabela 2 - Relação da temperatura ambiental diária e a zona de conforto térmico equino

Variação da temperatura ambiental em relação à zona de conforto térmico para equinos (dias)		
	Abaixo 25°C	Acima 25°C
T°C ambiental máxima diária	2/100 (2%)	98/100 (98%)
T°C ambiental mínima diária	91/100 (91%)	9/100 (9%)
T°C ambiental média diária	6/100 (6%)	94/100 (94%)

A umidade relativa do ar média diária foi de 67,5%, com máxima de 97,9% e mínima de 17,2% ao longo do período experimental. A média da umidade máxima diária foi de 58%, e a média da umidade mínima diária foi de 40,8%. A variação da umidade ao longo do período experimental está representada na figura 10.

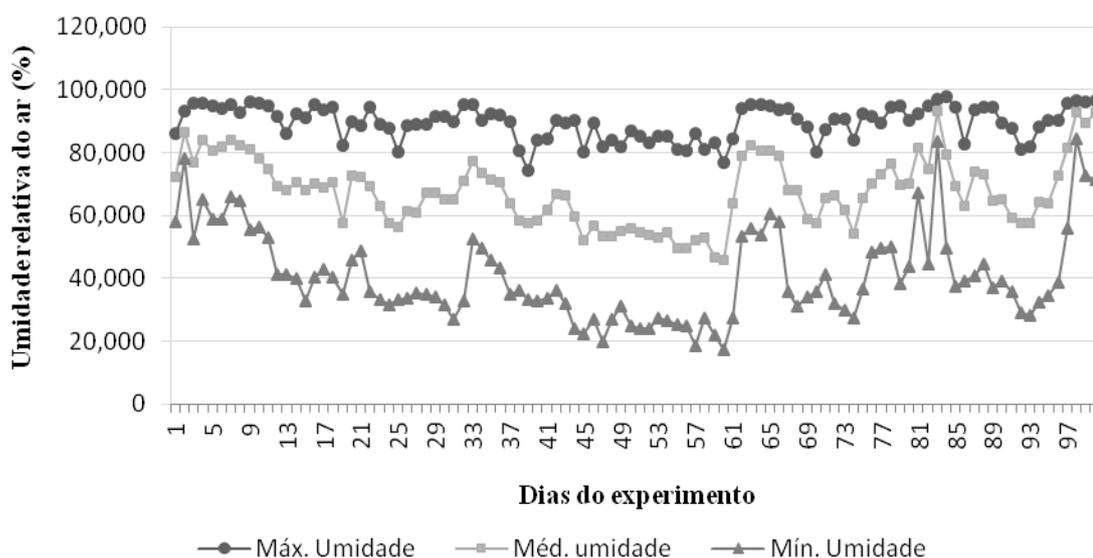


Figura 10 - Representação gráfica da variação da umidade relativa do ar (%) média máxima, média média e média mínima, ao longo do período experimental.

Através dos valores de umidade ambiental durante o período experimental observa-se que a umidade relativa do ar média diária foi de 67,5%. Em 98 dos 100 dias do experimento a umidade relativa do ar média diária se manteve acima de 50%, 73 dias acima de 70%, 17 dias acima de 80%, e quatro dias acima de 90%.

Um ambiente úmido associado as altas temperaturas interferem no mecanismo de termólise, contribuindo para o desconforto térmico desencadeando o processo de estresse. Sobretudo no grupo exposto ao sol, uma vez que a principal via de perda de calor dos equinos é a sudação. Quanto maior a temperatura ambiental, maior será a taxa de sudação desde que a umidade do ar não sature a sudação que pode ser completamente bloqueada quando umidade se eleva (GUTHRIE & LUND, 1998).

A caracterização do ambiente térmico através do ITGU reforça os resultados de temperatura e umidade ambiente, demonstrando que os animais ficaram submetidos a condições climáticas de desconforto e assim de estresse térmico, ao longo do período experimental (AMAKIRI & FUNCHO, 1979).

A figura 11 ilustra a variação do ITGU ao longo do experimento. A partir da distribuição dos valores de ITGU médio diário, entre as classes de variação de ITGU, aferiu-se que em apenas 5/100 (5%) dias o ITGU foi menor que 74 (condição de conforto), em 24/100 dias (24%) sob ITGU de 74 a 79 (condição de alerta), 62/100 dias (62%) em condição de perigo e 9/100 dias (9%) em condição de emergência. Assim, as condições climáticas estiveram desfavoráveis ao conforto térmico em 71/100 dias (71%) sob condição de perigo ou emergência, ao considerarmos a classificação do ITGU do National Weather Service of USA, citado por Baeta (1985), onde os valores de ITGU até 74, de 74 a 79, de 79 a 84 e acima de 84 definem situação de conforto, alerta, perigo e emergência, respectivamente.

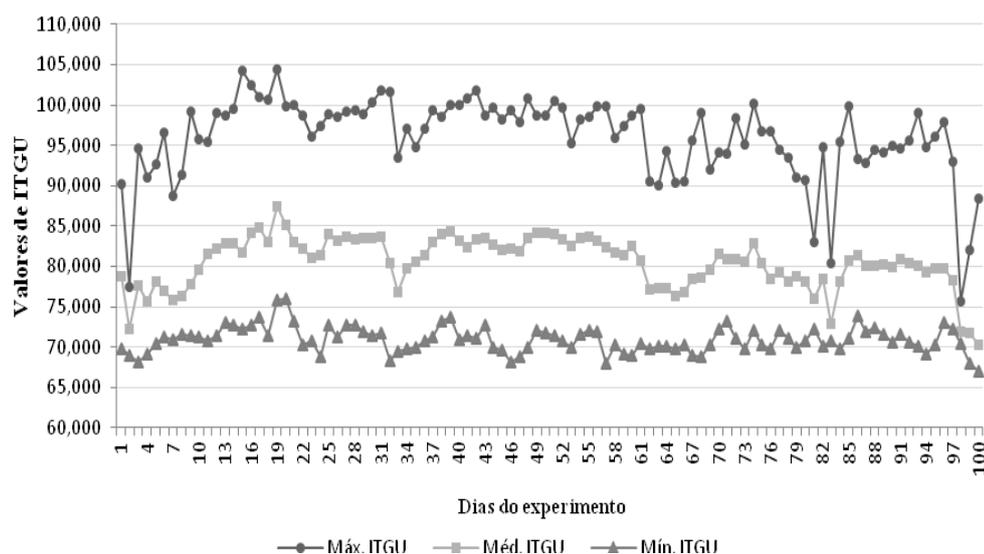


Figura 11: Valores médios diários de ITGU máximo, médio e mínimo ao longo do período experimental.

4.2 Parâmetros Fisiológicos e Índices Bioclimáticos

A variação dos parâmetros fisiológicos entre os grupos experimentais e entre momentos de coleta de dados estão dispostos na tabela 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 - Variação dos parâmetros fisiológicos (valores médios) entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), em relação aos momentos de coleta de dados: A (07:00), B (13:00) e C (18:00), ao longo do período experimental.

Momento	Temperatura Retal Média (°C)			Frequência Cardíaca Média			Frequência Respiratória Média		
	GI	GII	<i>p</i> valor	GI	GII	<i>p</i> valor	GI	GII	<i>p</i> valor
A	37,6 ± 0,1	37,5 ± 0,2	NS	42,3 ± 3,3	43,4 ± 3,0	NS	28,2 ± 9,7	28,7 ± 10,7	NS
B	37,9 ± 0,4	38,5 ± 0,4	< 0,05	46,9 ± 4,7	50,1 ± 5,1	< 0,05	37,8 ± 16,7	52,8 ± 23,6	< 0,05
C	38,1 ± 0,4	38,4 ± 0,4	< 0,05	48,6 ± 5,3	51,6 ± 5,6	NS	45,9 ± 17,1	57,3 ± 23,8	< 0,05
Média diária	37,9 ± 0,4	38,1 ± 0,5	< 0,05	46,0 ± 5,2	48,4 ± 5,9	< 0,05	37,3 ± 16,4	46,3 ± 23,7	< 0,05

Ao avaliar a variação dos parâmetros fisiológicos entre grupos, observou-se que no momento A (7:00 hs) a TR, FC e FR não variaram entre os grupos a sombra (GI) e ao sol (GII). O momento A, representa o momento inicial da coleta dos parâmetros fisiológicos diários, quando após os animais após passarem a noite a pasto, sob mesmas condições ambientais, eram separadas em grupos, é o momento imediato após a separação dos grupos nos piquetes de sombra e insolação, sendo assim, a não variação dos parâmetros fisiológicos neste momento é esperado.

Quando comparados os grupos, observa-se que a TR tanto no momento B quanto no C foram maiores no Grupo II (insolação) em relação ao Grupo I (sombra).

A FC variou entre grupos apenas no momento B tendo apresentado maior valor nos animais expostos ao sol que nos animais a sombra.

De forma semelhante ao ocorrido com a FC, a FR foi maior no grupo sob insolação que no grupo a sombra, entretanto, este parâmetro (FR) diferiu entre grupos tanto no momento B quanto no momento C de coleta de dados.

Ao se avaliar a mensuração dos parâmetros fisiológicos em relação aos momentos de coletas de dados (tabela 4), em ambos os grupos, observa-se que todos os parâmetros avaliados foram menores no momento A em relação ao momento B. Entretanto, não diferiram entre os momento B e C, exceto o coeficiente de adaptabilidade que foi superior no momento C em relação ao momento B e A, apenas no GI. Esses resultados indicam que mesmo em condição de sombreamento foram necessários adaptações fisiológicas dos animais para a manutenção da homeotermia.

Tabela 4 - Variação dos parâmetros fisiológicos e coeficiente de adaptabilidade (valores médios) entre momentos de coleta de dados: A (07:00), B (13:00) e C (18:00), para cada um dos grupos experimentais, ao longo do período experimental.

Parâmetros Avaliados	Momento de coleta de dados			Média diária	
	A	B	C		
GRUPO I	Temperatura Retal (°C)	37,6 ^a ± 0,1	37,9 ^b ± 0,4	38,1 ^b ± 0,4	37,9 ± 0,4
	Frequência Cardíaca	42,3 ^a ± 3,3	46,9 ^b ± 4,7	48,6 ^b ± 5,3	46,0 ± 5,2
	Frequência Respiratória	28,2 ^a ± 9,7	37,8 ^b ± 16,7	45,9 ^b ± 17,1	37,3 ± 16,4
	Coefficiente de Adaptabilidade	3,9 ^a ± 0,53	4,6 ^b ± 0,63	5,3 ^c ± 0,91	4,6 ± 0,88
GRUPO II	Temperatura Retal (°C)	37,5 ^a ± 0,2	38,5 ^b ± 0,4	38,4 ^b ± 0,4	38,1 ± 0,5
	Frequência Cardíaca	43,4 ^a ± 3,0	50,1 ^b ± 5,1	51,6 ^b ± 5,6	48,4 ± 5,9
	Frequência Respiratória	28,7 ^a ± 10,7	52,8 ^b ± 23,6	57,3 ^b ± 23,8	46,3 ± 23,7
	Coefficiente de Adaptabilidade	4,0 ^a ± 0,63	5,8 ^b ± 1,48	6,1 ^b ± 1,52	5,3 ± 1,55

Valores seguidos de letras diferentes diferem entre si entre colunas, pelo teste-t (p<0,05).

Esses resultados demonstram que em função da necessidade de manter a homeotermia, os parâmetros fisiológicos se alteraram de forma significativa, o que influenciou nos resultados dos testes bioclimáticos, e que essa variação foi maior no GII (exposto ao sol) que em GI (exposto à sombra), como é esperado, uma vez que a radiação solar junto da umidade são os principais fatores ambientais que influenciam a termorregulação.

Deste modo, pode-se aferir que o grau de desconforto térmico foi maior no grupo sob insolação em relação ao grupo em sombreamento, e que o mesmo grupo de insolação, estava em condições de estresse térmico mais intenso ou grave.

A radiação é um mecanismo de transferência de calor, a diferença entre a radiação absorvida e a emitida pelo animal, incluindo o metabolismo, gera o balanço energético final, quando em estação sob a radiação solar um equino recebe 800W.m⁻² (MCCONAGHY, 1994)

Em pôneis sob temperatura ambiente elevada (40-42°C e 32-36% de UR) provenientes de um ambiente termoneutro (15-17°C e 60-65% de UR) observou-se aumento na FC de 46,2 para 63,2 batimentos por minuto (bpm).

A principal via de perda de calor por convecção é através do fluxo sanguíneo, direcionando o calor muscular produzido para a pele e sistema respiratório, principalmente em animais de esporte. Assim, o aumento da FC é esperada a medida que o animal ganha calor de modo a manter o débito cardíaco para que o fluxo sanguíneo possa ser redirecionado a pele e

sistema respiratório, promovendo as trocas de calor sem reduzir a perfusão de outros tecidos, como explica McConaghy (1994).

Quando o ganho calórico é intenso e/ou o mecanismo de suduação esta deficiente na termorregulação, a segunda principal via termolítica é ativada, o animal aumenta seu padrão respiratório, promovendo a troca de calor pelo ofego, hiperventilam através do aumento da frequência respiratória (MCCONAGHY, 1994).

Em pôneis expostos a condições moderadas de calor a partir de um ambiente termoneutro foi observado uma aumento de cinco vezes na frequência respiratória (de 12 para 60 respirações por minuto) e um aumento no fluxo sanguíneo dos músculos respiratórios de 7,2 para 12,2 mL.min⁻¹.100g⁻¹ (MCCONAGHY et al., 1995).

Dos parâmetros vitais avaliados na presente pesquisa, a frequência respiratória foi o que mais variou entre os momentos de coleta de dados e entre os grupos experimentais, o que se justifica, já que quando atinge-se uma condição de estresse térmico a primeira linha de defesa fisiológica é justamente a via respiratória (PALUDO et al., 2002)

Ao avaliar os valores obtidos dos índices bioclimáticos: Coeficiente de Adaptabilidade (CA) e Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC), e compará-los aos momentos da coleta de dados (tabela 4), observa-se que o CA variou entre momentos em ambos os grupos experimentais, tendo ocorrido um incremento dos seus valores ao longo do dia.

Quando comparado o CA entre grupos (tabela 5), observa-se que os animais do grupo a sombra (GI) obtiveram menores valores em relação ao grupo sob insolação (GII) nos momentos B e C de coletas de dados, não havendo variação do coeficiente no momento A entre os grupos, o que demonstra a maior habilidade do grupo a sombra em se adaptar ao ambiente que o grupo em insolação.

Tabela 5 - Variação dos índices bioclimáticos (valores médios) entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), em relação aos momentos de coleta de dados: A (07:00), B (13:00) e C (18:00), ao longo do período experimental.

Momento	Coeficiente de Adaptabilidade Médio			Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC) diário		
	GI	GII	p valor	GI	GII	p valor
A	3,9 ± 0,53	4,0 ± 0,63	NS	92 ± 12	82,5 ± 13,9	< 0,05
B	4,6 ± 0,63	5,8 ± 1,48	< 0,05			
C	5,3 ± 0,91	6,1 ± 1,52	< 0,05			
Média diária	4,6 ± 0,88	5,3 ± 1,55	< 0,05			

Os índices bioclimáticos se baseiam no desvio da normalidade dos parâmetros vitais, quando da exposição a diferentes ambientes térmicos, para avaliar a adaptabilidade do animal ao ambiente. Assim, quanto maior for a variação do índice, maiores serão as variações dos parâmetros vitais sofridas por um animal para manter a homeotermia.

Quanto ao CA, quanto mais afastado do valor três, menos adaptado ao ambiente encontra-se o animal (MARTINS JR., 2004), ou seja, maior pressão o ambiente exerce sobre o animal, provocando maior estresse térmico. Este fato pode ser comprovado quando se observa a variação da temperatura retal, e das frequências cardíacas e respiratórias, que variaram de forma semelhante ao coeficiente de adaptabilidade.

O CTC é um índice que se baseia na temperatura retal do animal para avaliar seu *status* homeotérmico. Quanto mais próximo de 100, mais adaptado está o animal, ou seja, sua temperatura retal não varia em relação ao ambiente termal. Quanto mais afastado de 100 ou menor, maior estresse orgânico o animal sofreu para manter a homeotermia.

O grupo em condições de sombra (GI) foi mais apto em manter a temperatura retal, apresentando menor desvio do CTC em relação ao grupo em insolação (GII) (tabela5). Considerando que o GI apresentou um CTC de 92 pontos enquanto o GII um valor de CTC de 82,5 pontos, observa-se que o GI teve uma variação de 8% na temperatura retal normal, enquanto no GII a variação foi de 17,2%. Os valores obtidos para o CA e o CTC, permitem dizer que o GI manteve-se sobre menor estresse térmico em relação à GII.

4.3 Ciclo Estral

Como esperado, a utilização da prostaglandina exógena para promoção da luteólise e indução do estro na Fase II, reduziu a duração do diestro em ambos os grupos (GI e GII) na em comparação com a Fase I ($p < 0,05$), com consequente redução da duração do ciclo estral na Fase II em relação a Fase I para ambos os grupos ($p < 0,05$) (tabela 6).

A duração do ciclo estral, do diestro e do estro não variou entre os grupos experimentais, tanto nos ciclos naturais (Fase I) como nos ciclos tratados com prostaglandina (Fase II), o que demonstra que a condição de maior desconforto térmico no GII, não afetou a duração completa do ciclo estral, do diestro ou do estro, com ou sem o uso da prostaglandina. O grau de edema uterino também não variou entre grupos na Fase I ou na Fase II do experimento.

Tabela 6 - Comparação da duração do ciclo estral, suas fases e características ovulatórias, entre éguas em condições de sombra (GI) e insolação (GII), nas Fases I e II.

Características do ciclo estral	Fase I			Fase II		
	GI	GII	p valor	GI	GII	p valor
Duração média do Ciclo Estral (dias)	21 ± 2,16	22 ± 2,1	NS	16 ± 2,45	16 ± 3,47	NS
Duração média do Diestro (dias)	13 ± 1,54	13 ± 2,01	NS	9 ± 1,18	10 ± 2,26	NS
Duração média do Estro (dias)	8 ± 2,34	9 ± 2,31	NS	7 ± 2,37	6 ± 2,31	NS
Nº ovulações simples	14	14	NS	13	9	NS
Nº cô-dominância	1	1	NS	3	1	<0,05
Nº dupla Ovulação	0	0	NS	1	2	NS
Nº ovulações OE	7	7	NS	10	7	NS
Nº ovulações OD	7	7	NS	3	3	NS
Ovulação Bilateral	0	0	NS	1	1	NS
Edema endometrial médio no estro	3,3 ± 0,44	3,1 ± 0,51	NS	3,1 ± 0,43	3,2 ± 0,49	NS
Nº de ciclos	14	14		14	11	

OE: ovário esquerdo; OD: ovário direito

Embora a duração média do ciclo estral, do estro e do diestro não tenham diferido entre os grupos experimentais, estas concordam com a descrição de duração média do ciclo estral de 21 a 22 dias (HUGHES et al., 1972; SHARP, 1980; JACOB, 2008), diestro média de 14 a 15 dias (BACK et al., 1974; JACOB, 2008) e estro aproximadamente 7 dias (PIERSON & GINTHER, 1985; JACOB, 2008).

O número de ovulação simples não variou entre os grupos I e II em ambas as fases do experimento.

O folículo dominante selecionado atinge um diâmetro de 28 mm e os demais folículos regridem (GINTHER et al., 2004), quando da ocorrência do segundo maior folículo atingir 28 mm ocorrerá uma cô-dominância, podendo este ovular ou não. Na fase I em ambos os grupos

experimentais (GI e GII) ocorreu apenas 1 codominância ($p>0,05$), entretanto, na fase II ocorreram três codominâncias no GI e apenas uma no GII ($p<0,05$).

Embora se saiba que o estresse térmico é apontado como uma causa da redução da dominância folicular (WILSON et al., 1998; ROTH et al., 2000), isso não explicaria a ocorrência de maior número de codominância justamente no GI (sombreamento) durante a fase II, esta diferença pode não estar relacionada ao estresse térmico e sim ao uso da prostaglandina exógena. Ginther & Al-Mamun (2009), relata maior número de ovulações duplas em éguas tratadas com prostaglandina em relação a éguas com ciclos naturais 1/39 (2,6%) e 8/47 (17%), respectivamente. A explicação para tal ocorrência seria do efeito luteolítico e redução da progesterona plasmática e consequente aumento da concentração plasmática de LH, esse aumento pode prolongar a onda de LH, o mesmo autor, aponta ainda esse fator, como uma possível causa da ocorrência de folículos anovulatórios.

4.4 Diâmetros Foliculares

Na fase I, a divergência ocorreu 1,7 dias mais cedo no grupo sob condição de sombreamento (GI) em relação ao grupo em insolação (GII) no qual a divergência folicular foi mais tardia (tabela 7). Entretanto, fase II não houve variação no dia de ocorrência da divergência folicular.

Comparando o dia da ocorrência da divergência folicular entre fases do experimento, nota-se que na fase II foi mais precoce em comparação a fase I ($p<0,05$).

Embora a duração do período entre a divergência e a ovulação subsequente não tenha sido afetada pelo fator sombra ou insolação, visto a não variação entre grupos experimentais em ambas as fases da pesquisa, este período foi menor na Fase II em comparação Fase I ($p<0,05$).

Esta ocorrência pode ser explicada por Ginther & Al-Mamun (2009), que relata que o efeito luteolítico provocado pela administração exógena de prostaglandina com redução da progesterona plasmática, promove um consequente aumento da concentração do LH plasmático, esse aumento pode prolongar a onda de LH. Assim, o prolongamento da onda de LH pode promover uma maturação prematura do folículos médios em regressão ou mesmo em desenvolvimento, levando o redução do período entre a divergência e a ovulação.

Comparando o diâmetro dos três maiores folículos durante a divergência folicular, no dia da ocorrência da divergência, não foi observado diferença entre grupos experimentais em relação ao diâmetro do folículo dominante (folículo 1) e do terceiro maior folículo em ambas as fases do experimento, entretanto do diâmetro do segundo maior folículo, foi maior no grupo sob insolação quando comparado ao grupo sob sombra, mas apenas na fase II do experimento, o que não se repetiu na fase I (tabela 7, figura 12 e 13).

A taxa de crescimento diário do folículo dominante até a ovulação também não variou entre grupos experimentais numa mesma fase, nem entre fases do experimento.

Tabela 7- Comparação do diâmetro dos três maiores folículos durante a divergência folicular entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII).

	Fase I			Fase II		
	GI	GII	p valor	GI	GII	p valor
Nº de dias quanto à divergência						
Da ovulação a divergência (dia da div.)	10,2 ± 3,2	11,9 ± 2,8	< 0,05	9,1 ± 2,1	8,6 ± 1,6	NS
Da divergência a próxima ovulação	9,9 ± 1,4	9,5 ± 1,5	NS	6,9 ± 2,1	6,7 ± 2,8	NS
Diâmetro Folicular a Divergência (mm)						
Folículo 1 (mm)	22,9 ± 2,8	22,6 ± 4,7	NS	21,9 ± 3,4	23,8 ± 2,4	NS
Folículo 2 (mm)	19,8 ± 4,1	19,8 ± 4,7	NS	18 ± 4,2	21,7 ± 3,3	< 0,05
Folículo 3 (mm)	16,9 ± 4,4	16,9 ± 5,5	NS	16,7 ± 3,7	16,4 ± 5,2	NS
Taxa Crescimento do folículo 1 da divergência até ovulação (mm)	2,5 ± 0,3	2,6 ± 0,6	NS	2,9 ± 0,6	3,0 ± 0,8	NS
Nº de ciclos	14	14		14	10	

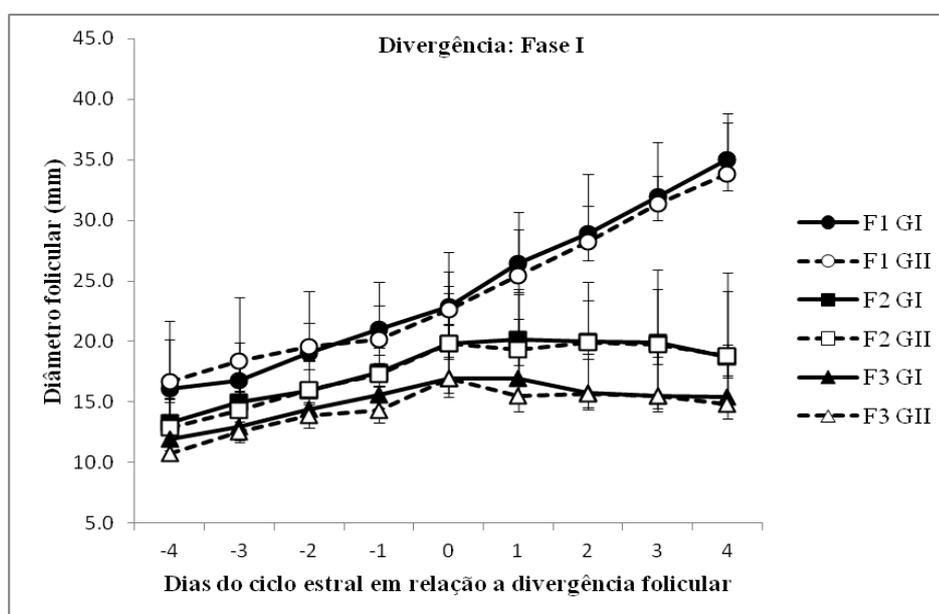


Figura 12: Diâmetro dos três maiores folículos ± desvio padrão, nos grupos I e II, quatro dias antes da divergência, na divergência (valor zero do eixo x), e quatro dias após a divergência na Fase I.

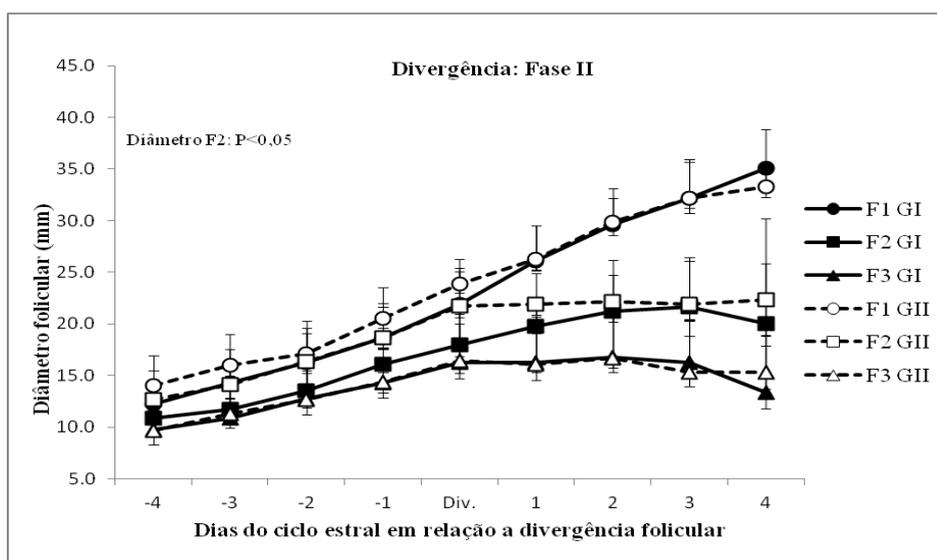


Figura 13 - Diâmetro dos três maiores folículos \pm desvio padrão, nos grupos I e II, quatro dias antes da divergência, na divergência (Div. no eixo x), e quatro dias após a divergência na Fase II.

Embora, os resultados não apresentem diferença no dia da ocorrência da divergência entre os grupos experimentais (tabela 7), a sua ocorrência foi precoce em relação ao descrito por Jacob (2008), que verificou um período médio da ovulação à divergência de 15,3 dias. Entretanto, o diâmetro médio do folículo dominante na divergência estão de acordo com os valores encontrados por Gastal et al. (1997) que relata um diâmetro folicular de 22,5 mm e Jacob (2008) de 22,7 mm para o folículo dominante à divergência.

O diâmetro dos seis maiores folículos no dia anterior a ovulação não variaram entre grupos experimentais em ambas fases do experimento (tabela 8).

Tabela 8 – Diâmetro dos seis maiores folículos no dia anterior a ovulação

Diâmetro médio dos seis maiores folículos	Fase I			Fase II		
	GI (mm)	GII (mm)	p valor	GI (mm)	GII (mm)	p valor
Primeiro	43,4 \pm 4,4	42,4 \pm 4,1	NS	37,4 \pm 5,4	38,4 \pm 9,7	NS
Segundo	17,4 \pm 5,3	18,5 \pm 9,0	NS	20,6 \pm 6,8	21,4 \pm 5,3	NS
Terceiro	14,9 \pm 4,2	12,9 \pm 3,4	NS	14,8 \pm 5,3	15,5 \pm 4,2	NS
Quarto	11,5 \pm 3,1	10,6 \pm 3,1	NS	12,0 \pm 4,9	12,8 \pm 4,2	NS
Quinto	9,2 \pm 2,6	9,2 \pm 2,8	NS	9,8 \pm 4,5	10,3 \pm 3,0	NS
Sexto	7,7 \pm 2,2	8 \pm 2,8	NS	8,2 \pm 3,3	8,7 \pm 2,6	NS

De forma semelhante Dworaczyk et al. (2010), ao avaliar a dinâmica folicular no período interovulatório (D-5 a D1), em éguas sob estresse térmico induzido pelo exercício, não observou diferença no diâmetro do folículo ovulatório entre o grupo exercitado e o não exercitado, bem como o período interovulatório também não variou.

Os resultados obtidos em relação ao diâmetro do folículo pré-ovulatório (tabela 8), possuem concordância com a literatura. Ginther et al. (2004b) relata que o folículo pré-ovulatório mede aproximadamente 35mm, enquanto Jacob (2008), verificou que o diâmetro médio dos folículos em D-1 foi de 41,7; 42,3 e 39,1, e em D0: 22,3; 21,1 e 17,1 pra éguas jovens, de meia idade e velhas, respectivamente.

Pesquisas relacionadas aos estresse térmico em éguas são escassas e comparações com demais espécies são válidas e necessária, assim Roth et al. (2000) avaliaram o efeito do estresse térmico agudo e crônico sobre o desenvolvimento folicular em vacas, não observaram diferença entre o diâmetro dos dois maiores folículos nas ondas foliculares.

Entretanto, o diâmetro do primeiro maior folículo variou entre fases do experimento, sendo menores para ambos os grupos fase II em relação aos grupos na fase I ($p < 0,05$) (tabela 9), o que pode ser justificado pela utilização da prostaglandina exógena, que pelo seu efeito luteoítico reduz a concentração de progesterona estimulando aumento da concentração plasmática de LH, e esse aumento pode prolongar a onda de LH (GINTHER & AL-MAMUN, 2009), o que pode acelerar a maturação folicular promovendo a ovulação de folículos com diâmetro de menor tamanho.

A ocorrência precoce da divergência folicular no grupo sob sombra na Fase I, bem como o maior diâmetro folicular do segundo maior folículo no grupo sob insolação na fase II, podem ser explicados com base nas alterações provocadas pelo estresse térmico nos mecanismos envolvidos na dominância folicular apontado por diferentes autores.

Roth et al. (2000), avaliando o estresse térmico em vacas, relatam que durante a fase luteal a concentração plasmática de inibina foi maior no grupo de vacas sob conforto térmico em relação ao grupo sob estresse térmico. Os autores relatam ainda que a duração e amplitude da segunda onda de FSH, bem como a concentração de FSH plasmático na primeira onda foram quatro vezes maiores no grupo sobre estresse térmico. A taxa de redução do diâmetro dos folículos médios entre D4 e D10 no grupo sob estresse térmico foi mais lenta que no grupo conforto térmico. Isso explicaria o maior diâmetro médio do segundo maior folículo, obtido no grupo sob insolação (GII) durante a fase II (tabela 7), o que não foi observado durante a fase I.

Embora essa seja uma explicação plausível, o efeito do estresse térmico parece estar mais relacionado ao número de folículos de uma determinada classe de tamanho que em relação aos diâmetros foliculares.

A exposição de vacas ao estresse térmico parece aumentar o número de folículos antrais, segundo Wolfensom (2000). Em vacas, há um aumento de 50% no número de folículos de diâmetro maior que 10mm, bem como no número de folículos entre 6 a 9 mm (ROTH et al, 2000). Em novilhas, entre os dias 17 e 21 esse aumento no número de folículos antrais, também foi observado (WILSON et al, 1998). Esses autores se baseiam no efeito de redução da dominância folicular em animais sob estresse térmico para explicar tal ocorrência, embora não observem variação do diâmetro folicular.

Dworaczyka et al. (2010), avaliaram o efeito do estresse térmico induzido pelo exercício em éguas, durante no período pré e interovulatório (entre D-5 e D1), e observou que as éguas exercitadas, obtiveram maior número de folículos entre 10 a 25 mm. Os autores relacionaram esta ocorrência à redução da dominância no desenvolvimento do folículo pré-ovulatório.

4.5 Perfusão Sanguínea das Artérias Ovariana e Uterina Dominantes

Na comparação dos valores do índice de pulsatilidade (PI) na fase I do experimento, verificou-se que o fluxo sanguíneo da artéria ovariana dominante não diferiu entre grupos experimentais durante o estro ou no diestro, apresentando valores de PI semelhantes entre os animais a sombra (GI) e em insolação (GII) (tabela 9, figura 14),

Entretanto o valor médio do PI da artéria ovariana dominante durante o diestro (1.89 ± 0.22 e 1.81 ± 0.20 para GI e GII, respectivamente), foi menor que no estro (2.25 ± 0.07 e 2.11 ± 0.19 para GI e GII, respectivamente) durante a fase I ($p < 0,05$), demonstrando que durante o diestro a perfusão da artéria ovariana foi menor (tabela 9),

Na avaliação dos valores médios obtidos para o índice de resistividade (RI) da artéria ovariana dominante, comparada entre grupos experimentais na fase I, também não se observou diferença dos valores entre éguas a sombra e em insolação, tanto no diestro como no estro (tabela 9, figura 14). Entretanto, em ambos os grupos experimentais, durante o diestro o valor médio do RI foi menor ($0,78 \pm 0,06$ e $0,77 \pm 0,02$, para GI e GII, respectivamente) quando comparado ao valor obtido durante o estro ($0,85 \pm 0,01$ e $0,83 \pm 0,02$ para GI e GII, respectivamente) ($p < 0,05$).

Estes resultados demonstram um aumento da resistência vascular da artéria ovariana dominante no estro em relação ao diestro, no entanto, o efeito do grupo (sombra ou insolação) não interferiu na sua perfusão.

Entretanto, ao se avaliar os valores médios de PI e RI obtidos para a artéria uterina dominante, não se observou diferença comparando-se o estro ao diestro, bem como não houve diferença dos índices quando comparados os valores médios obtidos durante o estro e diestro entre os grupos de sombra e insolação (tabela 9, figura 14).

Estes resultados sugerem que não houve efeito do grupo sobre a perfusão da artéria uterina dominante durante o estro ou no diestro.

Tabela 9 – Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes entre os grupos experimentais sob sombra (GI) e insolação (GII) durante estro e diestro (Fase I).

Índice	Artéria	Diestro			Estro		
		GI	GII	p valor	GI	GII	p valor
PI	AOD	$1,89 \pm 0,22$	$1,81 \pm 0,20$	NS	$2,25 \pm 0,07$	$2,11 \pm 0,19$	NS
	AUD	$1,92 \pm 0,19$	$1,95 \pm 0,09$	NS	$1,96 \pm 0,14$	$1,90 \pm 0,03$	NS
RI	AOD	$0,78 \pm 0,06$	$0,77 \pm 0,02$	NS	$0,85 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,02$	NS
	AUD	$0,78 \pm 0,04$	$0,79 \pm 0,03$	NS	$0,79 \pm 0,02$	$0,77 \pm 0,01$	NS

AOD: artéria ovariana dominante; AUD: artéria uterina dominante.

Na fase II, não houve diferença nos valores de ambos os índices (PI e RI) para as artérias ovariana e uterina dominantes comparados entre os grupos à sombra (GI) e insolação (GII) numa mesma fase do ciclo (estro ou diestro), bem como não houve diferença dos valores do índice entre fases do ciclo estral (tabela 10, figura 14). Como a resistência vascular aumenta após o uso da prostaglandina e retorna a cair somente em D13, é de se esperar que os valores obtidos pelos índices não diferenciem entre estro e diestro após a administração do agente luteolítico (BOLLWEIN et al., 2002).

Tabela 10 - Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes entre os grupos experimentais sob sombra (GI) e insolação (GII) durante estro e diestro (Fase II).

Índice	Artéria	Diestro			Estro		
		GI	GII	p valor	GI	GII	p valor
PI	AOD	$1,97 \pm 0,13$	$1,96 \pm 0,14$	NS	$1,93 \pm 0,07$	$2,09 \pm 0,22$	NS
	AUD	$2,07 \pm 0,18$	$1,91 \pm 0,21$	NS	$1,98 \pm 0,04$	$2,00 \pm 0,17$	NS
RI	AOD	$0,79 \pm 0,02$	$0,80 \pm 0,02$	NS	$0,80 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,01$	NS
	AUD	$0,79 \pm 0,02$	$0,81 \pm 0,03$	NS	$0,79 \pm 0,01$	$0,81 \pm 0,04$	NS

AOD: artéria ovariana dominante; AUD: artéria uterina dominante.

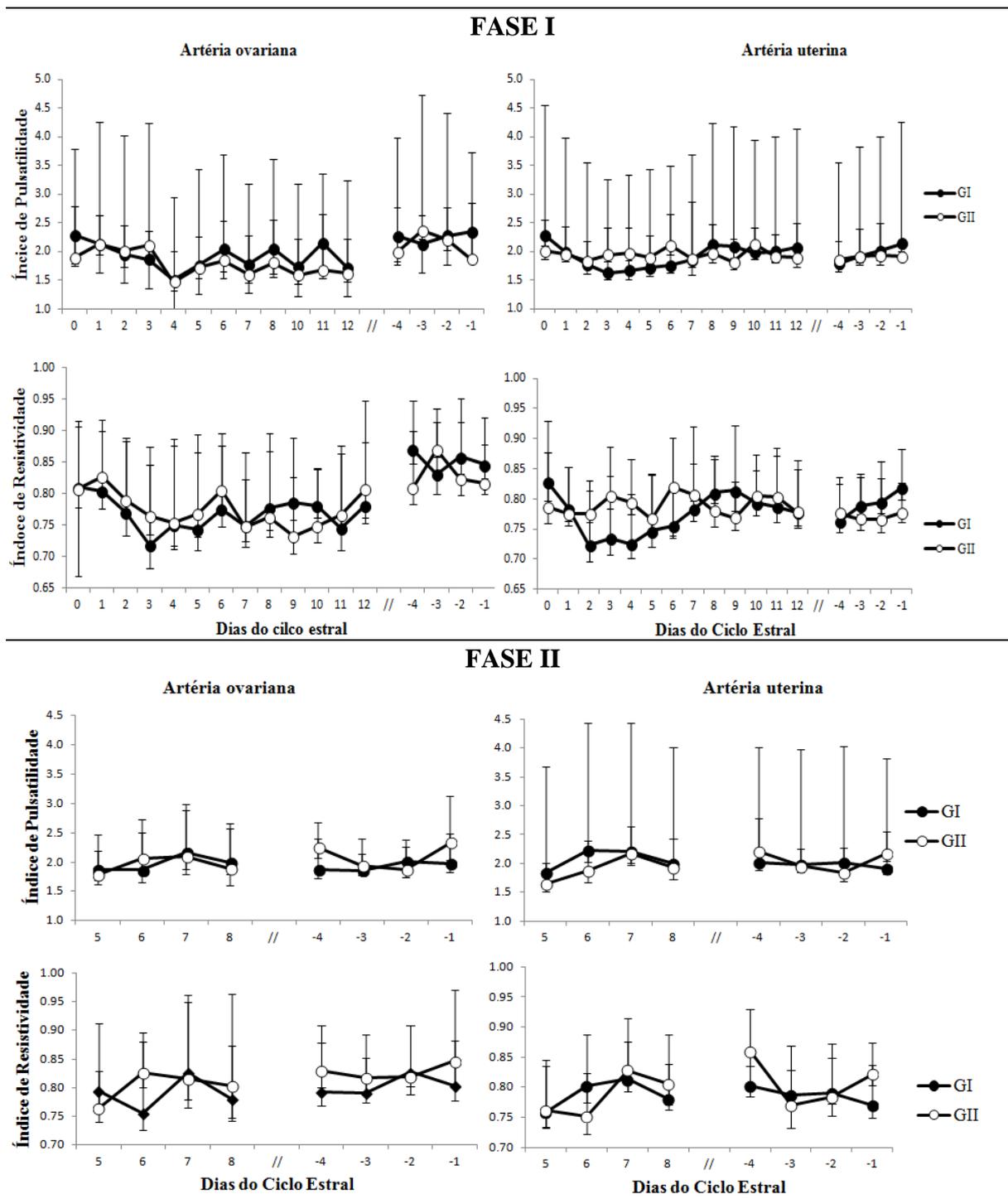


Figura 14 – Comparação dos valores médios \pm desvio padrão, dos índices de pulsatilidade e resistividade das artérias ovariana e uterina dominantes entre os grupos a sombra e insolação ao longo do ciclo estral nas fases I e II da pesquisa.

Na fase I da pesquisa, durante o período ovulatório não houve diferença na perfusão das artérias ovariana e uterina dominantes entre os animais a sombra ou em insolação, como verificado na tabela 11, onde se observa que tanto em D-1 (um dia antes da ovulação), quanto em D0, os índices de pulsatilidade e resistividade não variaram.

Tabela 11 – Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes, entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), um dia antes (D-1) e no dia da ovulação (D0) na Fase I

	Artéria	D-1			D0		
		GI	GII	p valor	GI	GII	p valor
PI	AOD	2,34 ± 0,85	1,86 ± 0,23	NS	2,28 ± 0,47	1,89 ± 0,45	NS
	AUD	2,13 ± 0,43	1,93 ± 0,21	NS	2,2 ± 0,58	2,02 ± 0,52	NS
RI	AOD	0,84 ± 0,06	0,81 ± 0,04	NS	0,97 ± 0,03	0,8 ± 0,09	NS
	AUD	0,81 ± 0,01	0,77 ± 0,05	NS	0,82 ± 0,06	0,78 ± 0,07	NS

AOD: artéria ovariana dominante; AUD artéria uterina dominante

Na fase II também não foram observadas diferenças entre os valores obtidos de PI e RI para as artérias ovariana e uterina dominantes entre grupos experimentais, no dia anterior a ovulação, e em D6 (uma dia após a administração de prostaglandina exógena) (tabela 12).

Tabela 12 Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina dominantes, entre os grupos sob sombra (GI) e insolação (GII), um dia antes da ovulação (D-1) e em D6 (um dia após administração de prostaglandina exógena) na Fase II.

	Artéria	D-1			D6		
		GI	GII	p valor	GI	GII	p valor
PI	AOD	1,97 ± 0,51	2,32 ± 0,78	NS	1,96 ± 0,63	2,06 ± 0,65	NS
	AUD	1,9 ± 0,3	2,17 ± 0,38	NS	2,19 ± 0,62	1,88 ± 0,51	NS
RI	AOD	0,8 ± 0,08	0,84 ± 0,12	NS	0,75 ± 0,12	0,82 ± 0,07	NS
	AUD	0,77 ± 0,06	0,82 ± 0,05	NS	0,8 ± 0,08	0,75 ± 0,07	NS

AOD: artéria ovariana dominante; AUD artéria uterina dominante

Como o relatado por Bollwein et al., (2002) existe uma tendência de aumento do PI da artéria uterina em D0 e D1, seguido por queda até D5 e novamente aumento até D11 com queda significativa entre D11 e D-2. Entretanto, o mesmo perfil não foi observado na presente pesquisa.

Embora a perfusão sanguínea das artérias ovariana e uterina não tenham sido afetadas, ou não tenham variado pela exposição dos animais a sombra ou a sol, algumas observações foram feitas. Durante a realização do experimento, no escaneamento das artérias para obtenção dos índices de perfusão sanguínea, nos dias mais quentes e principalmente nos animais que alteravam mais drasticamente seus parâmetros fisiológicos, houveram dificuldades na obtenção dos espectros Doppler, com surgimento de picos sistólicos muito agudos ou de fluxo reverso. Segundo Ginther (2007), este tipo de espectro pode ser observado na artéria ovariana que supre um ovário sem corpo lúteo ou na presença de um folículo grande, onde ocorre grande alta resistência periférica.

Na presente pesquisa utilizou-se dos índices de perfusão dos vasos sanguíneos por serem estes independentes do ângulo de insonação, entretanto, nos casos em que os espectros surgiram como fluxo reverso, ajustes no volume amostral, no ângulo de insonação e na frequência de repetição de pulsos foram realizadas para ajustar o espectro, e em alguns casos mesmo com os ajustes, não se obteve um espectro completo acima da linha base, e os valores dos índices obtidos foram excluídos para a obtenção das médias.

Após essas observação, decidiu-se por comparar os dados obtidos referentes aos índices de pulsatilidade e resistividade das artérias ovariana e uterina às classes de ITGU (índice de temperatura de globo e umidade). O ITGU define faixas de conforto, estresse e perigo sofridos pelo organismo em detrimento da pressão do ambiente térmico.

Como discutido anteriormente a temperatura reta (TR), frequência respiratória (FR) e frequência (FC) e conseqüentemente o débito cardíaco (DC) são alterados sob situação de estresse térmico por fazerem parte do processo de termólise e manutenção da temperatura corporal.

A tabela 13 apresenta os dados da variação do PI e RI nas artérias ovariana e uterina em relação ao ITGU. Observou-se, na fase I da pesquisa, que a partir do ITGU de 79 pontos, ocorreu aumento da perfusão da artéria ovariana no grupo em insolação quando comparado ao grupo à sombra, uma vez que os animais expostos ao sol obtiveram um valor médio de PI da artéria ovariana menor que o grupo a sombra nas classes de ITGU >79, bem como o RI da mesma artéria também foi inferior no grupo ao sol em relação ao grupo a sombra, entretanto, apenas quando o ITGU foi maior que 84, entretanto na fase II, não se observou mudanças dos índices de perfusão da artéria ovariana.

Tabela 13 – Comparação dos índices de pulsatilidade (PI) e resistividade (RI) das artérias ovariana e uterina em relação a variação do ITGU (Índice de Temperatura do Globo e Umidade), ao longo do período experimental.

Intervalos de ITGU:		≤74			74,1 a 79			79,1 a 84			>84		
Índice de Pulsatilidade		GI	GII	<i>p</i> valor									
Fase	Artéria Uterina	1,82 ± 0,53	1,73 ± 0,24	NS	1,94 ± 0,07	1,92 ± 0,06	NS	1,89 ± 0,16	1,82 ± 0,5	NS	1,93 ± 0,41	1,92 ± 0,43	NS
I	Artéria Ovariana	2,1 ± 0,6	2,24 ± 0,79	NS	2,05 ± 0,7	2,15 ± 0,67	NS	2,04 ± 0,66	1,82 ± 0,58	< 0,05	2,16 ± 0,69	1,86 ± 0,58	< 0,05
Fase	Artéria Uterina				1,97 ± 0,49	2,13 ± 0,5	NS	2,01 ± 0,49	2,03 ± 0,46	NS	1,66 ± 0,39	1,89 ± 0,41	NS
II	Artéria Ovariana				1,92 ± 0,57	2,06 ± 0,55	NS	1,99 ± 0,55	2,06 ± 0,5	NS	1,99 ± 0,53	2,14 ± 0,51	NS
Índice de Resistividade													
Fase	Artéria Uterina	0,76 ± 0,07	0,74 ± 0,04	NS	0,77 ± 0,07	0,77 ± 0,06	NS	0,79 ± 0,16	0,78 ± 0,10	NS	0,78 ± 0,06	0,79 ± 0,07	NS
I	Artéria Ovariana	0,84 ± 0,1	0,82 ± 0,08	NS	0,8 ± 0,09	0,83 ± 0,9	NS	0,81 ± 0,10	0,79 ± 0,11	NS	0,84 ± 0,09	0,79 ± 0,11	< 0,05
Fase	Artéria Uterina				0,79 ± 0,07	0,8 ± 0,07	NS	0,78 ± 0,07	0,81 ± 0,09	NS	0,76 ± 0,06	0,77 ± 0,08	NS
II	Artéria Ovariana				0,79 ± 0,09	0,81 ± 0,09	NS	0,8 ± 0,09	0,81 ± 0,12	NS	0,82 ± 0,10	0,84 ± 0,07	NS

Esse aumento da perfusão pode ser explicado pelo mecanismo de termorregulação através da vasodilatação, a principal via de perda de calor por convecção é através do fluxo sanguíneo, direcionando o calor muscular produzido para a pele e sistema respiratório, principalmente em animais de esporte, é um sistema tão eficiente que apenas a vasodilatação e vasoconstricção periférica promove a termorregulação em zonas termoneutras (MCCONAGHY, 1996). Ocorre um aumento do débito cardíaco (DC) e redistribuição do mesmo, principalmente para a pele, para facilitar a troca de calor por convecção entre ar e pele, o aumento do calor na pele ativa a sudorese e a evapotranspiração, promovendo trocas de calor (MCCONAGHY, 1994).

Em animais expostos ao estresse calórico ou ao exercício, devido a maior demanda de fluxo sanguíneo para pele e órgãos vitais, ocorre aumento da FC, ao ativar a sudorese ocorre perda de fluidos o que reduz o fluxo sanguíneo promovendo a necessidade do aumento na FC (GEOR et al., 1998; NIELSEN et al., 1997). O aumento da FC aumenta o DC para os órgãos que participam da termólise, principalmente pele, músculos respiratórios e mucosa nasal sem reduzir a irrigação de outros leitos vasculares. Assim o aumento do débito cardíaco é redirecionado para os órgãos participantes da termorregulação e por isso se observa a sudorese, aumento da temperatura da pele, e aumento do padrão respiratório, esse redirecionamento pode explicar o porquê a maior frequência cardíaca nos animais em insolação não resultou no aumento do PI e do RI da artéria ovariana, como seria esperado.

5 CONCLUSÕES

- Durante a estação reprodutiva equina, as éguas na região da Baixada Fluminense estão expostas a condições climáticas de desconforto. Nestas condições climáticas alteram os parâmetros fisiológicos (frequência cardíaca, frequência respiratório e temperatura retal) de forma mais intensa quando sob radiação solar, provocando estresse térmico em éguas da raça Mangalarga Marchador;

- O estresse climático não altera a duração do ciclo estral e de suas fases (estro e diestro) em éguas Mangalarga Marchador;

- Em éguas não tratadas com prostaglandina exógena em condições de maior desconforto térmico apresentam uma divergência folicular mais tardia quando comparadas a animais em maior conforto térmico.

- Durante o ciclo estral a perfusão sanguínea das artérias ovariana e uterina não se altera em animais em maior ou menor conforto térmico.

- A perfusão sanguínea ovariana aumenta, de modo que o PI reduz em resposta ao estresse térmico quando ITGU atinge patamares críticos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, T.J.; YOSHIZAWA, N.; OHTANI, M.; MIYAMOTO, A. Local changes in blood flow within early and midcycle corpus luteum after prostaglandin F₂ α injection in the cow. **Biology of Reproduction**, v. 66, p. 651–658, 2002.

ACOSTA, T.J.; BEG, M.A.; GINTHER, O.J. Aberrant blood flow area and plasma gonadotropin concentrations during the development of dominant-sized transitional anovulatory. **Biology of Reproduction**, v. 7 (2), p. 637-642, 2004.

ACOSTA, T.; GASTAL, E.; GASTAL, M.; BEG, M.; GINTHER, O. Differential blood flow changes between the future dominant and subordinate follicles precede diameter changes during follicle selection in mares. **Biology of Reproduction**, v. 71, p. 502-507, 2004a.

ACOSTA, T.J.; BEG, M.A.; AND GINTHER, O.J. Aberrant Blood Flow Area and Plasma Gonadotropin Concentrations During the Development of Dominant-Sized Transitional Anovulatory Follicles in Mares. **Biology of Reproduction**, v. 71, p. 637–642, 2004b.

ADAMS, G.P.; MATTERI, R.L.; KATELIC, J.P.; KO, J.H.C.; GINTHER, O.J. Association between surges of follicle-stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 94, p. 177-188, 1992.

AMAKIRA S.F. & FUNCHO O.N. Studies of rectal temperature, respiratory rates and heat tolerance in cattle in the humid tropics. **Animal Production Science**, v.28, p. 329-335, 1979.

AMSO N.N.; WATERMEYER S.R.P.N.; O'BRIEN S.D.; D'ANGELO, A. Quantification of power Doppler energy and its future potential. **Fertility Sterility**, v. 76,p. 583-587, 2001.

ARGOV, N.; MOALLEM, U.; SKLAN, D. Summer heat stress alters the mRNA expression of selective-uptake and endocytotic receptors in bovine ovarian cells. **Theriogenology**, v. 64, p. 475-1489, 2005.

ARRUDA, R.P.; FLEURY, P.D.C. Pregnancy rates and plasma progesterone concentrations in embryo recipient mares receiving hormone treatment. **Havemeyer Foundation Monograph Series**, v. 14, p. 95–96, 2005.

BACCARI Jr., F. POLASTRE, R., FRÉ, C.A., ASSIS, P.S. Um novo índice de tolerância ao calor em bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26, 1986, Campo Grande. Anais... Campo Grande – MS, 1986, p. 316.

BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p

BACK, D.G.; PICKET, B.W.; VOSS, J.L.; SEIDEL, G.E. Observations on the sexual behavior of nonlactating mares. **Journal of American Medical Association**, v. 165, p.717-720, 1974.

BAÊTA, F.C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season.** 1985. 218 p. Thesis – University of Missouri, Missouri, 1985

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

BARTOLOMEU C.C.; DEL REI, J.A.; ÁLVARES, G.T.C.; REZENDE, R.G. Influência do estresse térmico sobre a atividade de monta de vacas da raça Girolanda no município de Entre Rios/BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 16, 2005, Goiânia, GO. Anais... Belo Horizonte: CBRA, 2005. CD-ROM

BATTRUT, I; COLCHEN, S.; FIENI, F.; TAINTURIER, D.; BRUYAS, J.F. Success rates when attempting to nonsurgically collect equine embryos at 144, 156 or 168 hours after ovulation. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, p. 60–62, 1997.

BERGFELT, D.R.; GINTHER, O.J. Follicular populations following inhibition of follicle stimulating hormone with equine follicular fluid during early pregnancy in the mares. **Theriogenology**, v. 26, p. 733-747, 1986.

BERGFELT, D.R.; GINTHER, O.J. Relationships between FSH surges and follicular waves during the estrous cycle in mares. **Theriogenology**, v. 39, p. 781-796, 1993.

BERGFELT, D.R.; GASTAL, E.L.; GINTHER, O.J. Response of estradiol an inhibin to experimentally reduce luteinizing hormone during follicle deviation in mares. **Biology of Reproduction**, v. 65, p. 426-432, 2001.

BOLLWEIN, H.; MAIERL, J.; MAYER, R.; STOLLA, R. Transrectal collar Doppler of the A. uterina in cycling mares. **Theriogenology**, v, 49, p. 1483 – 1488, 1998.

BOLLWEIN, H.; MAYER, R.; WEBER; STOLLA, R. Luteal blood flow during the estrous cycle in mares. **Theriogenology**, v. 65, p. 2043-2051, 2002.

BOLLWEIN, H.; MAYER, R.; STOLLA, R. Transrectal doppler sonography of uterine blood flow during early pregnancy in mares. **Theriogenology**, v. 60, p. 597-605, 2003.

BOLLWEIN, H.; KOLBERG, B.; STOLLA, R. The effect of exogenous estradiol benzoate and altrenogest on uterine and ovarian blood flow during the estrous cycle in mares. **Theriogenology**, v.61, p.1137–1146, 2004.

CAMERINI, N. L. **Análise de variáveis ambientais em modelos reduzidos de instalações agropecuárias com forro de resíduo de EVA.** 2008. 59p. Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

CARVALHO, C.F.; CHAMMASII, M. C.; CERRIII, G. G. Princípios físicos do Doppler em ultra-sonografia. **Ciência Rural**, v.38, n. 3, p. 872-879, 2008.

CLAYTON, H.M.; LINDSAY, F.E.F.; FORBES, A.C.; HAY, L.A. Some studies of comparative aspects of sexual behavior in ponies and donkeys. **Applied Animal Ethology**, v. 7, p. 169-174, 1981.

CERRI, G.G. **Avaliação dúplex do fígado, sistema portal e vasos viscerais**. São Paulo: Sarvier, 1998. p. 120-12.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 579 p.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Iowa. Iowa State University Press, 1983. 650p.

DE RENSIS, F.; SCARAMUZZI, J.R. Heat Stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow – a review. **Theriogenology**, v.60, p.1139-1151, 2003.

DOBSON, H.; SMITH, F.R. What is stress, and how does it affect reproduction? **Animal Reproduction Science**, v. 60-61, p. 743-752, 2000.

DONADEU, F.X.; GINTHER, O.J. Effect of number and diameter of follicles on plasma concentration of inhibin and FSH in mares. **Reproduction**, v. 121, p. 897-903, 2001.

DWORACZYKA, M.C.; VOGELSANGA, M.M.; SCOTTA, B.D.; SIGLER, D.H.; VOGELSANGC, S.G.; WELSHA, T.H. The effect of exercise-induced heat stress on ovarian dynamics in the mare. **Animal Reproduction Science**, p.47-48, 2010

ESMAY, M.L. **Environmental Engineering in Agriculture and Food Series**. Westport: The AVI Publishing Compan, 1969. 325 p.

FERREIRA, J.C.; IGNÁCIO, F.S.; MEIRA, C. Uterine vascular perfusion and spectral-Doppler measurements during early gestation in mares: new concepts of evaluation. **Animal Reproduction Science**, Louisiana, v. 121s, p. 281-283, 2010. (Resumo apresentado ao X Simpósio Internacional de Reprodução Equina; 2010 jul. , Lexington.

FERREIRA-DIAS, G.; COSTA, A.; MATEUS, L.; KORZEKWA, A.; REDMER, D.; SKARZYNSKI, D. Proliferative processes within the equine corpus luteum may depend on paracrine progesterone actions. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 57, n. 8; p. 139-151, 2006.

FINCH, V.A., BENNETT, I.L., HOLMES, C.R. Coat colour in cattle: effect on thermal balance, behaviour and growth, and relationship with coat type. **Journal of Agricultural Science**, v. 102, p. 141-147, 1984.

FOREMAN, J.H.; FERLAZZO, A. Physiological responses to stress in the horse. **Pfrideheilkund**, v.12, p. 401-404, 1996.

FORTUNE, J.E. Ovarian follicular growth and development in mammals. **Biology of Reproduction**, v. 50, p. 225-232, 1994.

FORTUNE, J.E. The early stages of follicular development: activation of primordial follicles and growth of preantral follicles. **Animal Reproduction Science.**, v. 78, p. 135-163, 2003.

FOWLER, M. E. **Zoo & wild animal medicine. 2. ed.** Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1986. 1127 p

FRASER, O.; RITCHIE, J. S. D.; FRASER, A. F. The term "stress" in a veterinary context. **British Veterinary Journal**, v.13, n.1, p.653-662, 1975.

GASTAL, E.L.; GASTAL, M.O.; BERGFELT, D.R.; GINTHER, O.J. Role of diameter differences among follicles in selection of a mature dominant follicle in mares. **Biology of Reproduction**, v 57, p. 1320-1327, 1997.

GASTAL, E.L.; GASTAL, M.O.; NOGUEIRA, G.P.; BERGFELT, D.R.; GINTHER, O.J. Temporal interrelationships among luteolysis, FSH an LH concentrations an follicle deviation in mares. **Theriogenology**, v. 53, p. 925-940, 2000.

GASTAL, E.; GASTAL, M.; GINTHER, O.J. Serrated granulosa and other discrete indicators of impending ovulation in mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, p. 67-73, 2006.

GEOR, R.J.; MCCUTCHEON, L.J. Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimatization influids an electrolytes in athletic horses. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v.14, p.97-120, 1998.

GINTHER, O.J.; BERGFELT, D.R. Associations between FSH concentrations and major and minor follicular waves in pregnant mares. **Theriogenology.**, v. 38, p. 807-821, 1992.

GINTHER, O.J. **Ultrasonic imaging and animal reproduction: v. 2, Horses.** Cross Plains, WI: Equiservices Publishing, 1995. p. 43-72.

GINTHER, O.J. Selection of dominant follicle in cattle and horses. **Animal Reproduction Science**, v. 60-61, p. 61-79, 2000.

GINTHER, O.J.; UTT, M.D. Doppler Ultrasound in Equine Reproduction: Principles, Techniques, and Potential, **Journal of Equine Veterinary Science – Veterinary Review** , p. 516-526, 2004.

GINTHER, O.J; BEG, M.A.; GASTAL, M.O.; GASTAL, E.L. Follicle dynamics and selection in mares. **Animal Reproduction**, v. 1, p. 54-63, 2004a.

GINTHER, O.J.; GASTAL, E.L.; GASTAL, M.O.; BERGFELT, D.R.; BAERWALD, A.R.; PIERSO, R.A. Comparative study of the dynamics of follicular waves in mares an woman. **Biology of Reproduction**, v. 71, p. 1195-1201, 2004b.

GINTHER, O.J. **Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: Color-Doppler Ultrasonography, 1ed.** Cross Plains, WI: Equiservices Publishing, 2007. 258p

GINTHER, O.J.; GASTAL, E.L.; GASTAL, M.O.; BEG, M.A. Effect of prostaglandin F2 α on ovarian, adrenal, and pituitary hormones and on luteal blood flow in mares. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 32, p. 315–328, 2007a

GINTHER, O.J.; GASTAL, E.L.; GASTAL M.O.; BEG, M.A. Incidence, Endocrinology, Vascularity, and Morphology of Hemorrhagic Anovulatory Follicles in Mares *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 27, n. 3, p.130-139, 2007b.

GINTHER, O.J.; AL-MAMUN, M.D. Increased Frequency of Double Ovulations after Induction of Luteolysis with Exogenous Prostaglandin F2 α . *Journal of Equine Veterinary Science*, V.29, p. 582 -583, 2009.

GOMES, T.J.S. **Equine Corpus Luteum Vascular Evaluation by Power-Doppler Ultrasound**. 2008. 57p. Dissertação (Mestrado Em Medicina Veterinária) - Universidade Técnica De Lisboa, Lisboa- Portugal, 2008.

GONG, J.G.; WILMUT, I.; BRAMLEY, T.A.; WEEB, R. Pretreatment with recombinant bovine somatotropin enhances the superovulatory response to FSH in heiferd. **Theriogenology**, v. 45, p. 611-622, 1996.

GRUNERT, E., BIRGE, H.E., VALE, G.W. **Patologia clínica da reprodução dos animais mamíferos domésticos: ginecologia**. São Paulo: Livraria Varela, 2005. 580 p.

GUTHRIE, A.J.; LUND, R.J. Thermoregulation in fluids and electrolytes in the athletic horse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, p. 45-59, 1998.

GUZELOGLU, A., AMBROSE, D.J., KASSA, T., DIAZ, T., THATCHER, J.M., TATCHER, J.J. Long-term follicular dynamics and biochemical characteristics of dominant follicles in dairy cows subjected to acute heat stress. **Animal Reproduction Science**. v. 66, p.15-34, 2001.

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. Functional anatomy of reproduction. In: HAFEZ, E.S.E. **Reproduction in farm animals**. 7 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 2000. p. 1-68.

HANDLER, J.; AURICH, J.E. Physiologie des sexualzyklus der stute. In: AURICH, C. (Ed). **Reproduktionsmedizin beim Pferd**. Stuttgart: Parey Verlag, 2005. p. 15-29.

HANSEN, J.P.; ARÉCHIGA, F.C. Strategies for Managing Reproduction in the Heat-Stressed Dairy Cow. **Journal of Animal Reproduction**, v. 77, p. 36-50, 1999.

HANSEN, J.P., DROST, M., RIVERA, M.R., PAULA-LOPES, F.F., ALKATANANI, M.Y., KRININGER III, E.C., CHASE, C.C. Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. **Theriogenology**, v. 55, p. 91-103, 2001.

HANSEN, J.P. Managing the Heat-Stressed Cow to Improve Reproduction. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 7, 2005, Reno. Anais... Reno, NV, 2005. p. 63-70. Disponível em: <<http://www.wdmc.org/2005/Hansen05.pdf>> . Acesso em 14/10/2013.

HARDY, R. N. **Temperatura e vida animal**, São Paulo: Universidade de São Paulo: 1981. 56 p.

HENDRIKS, W.K.; COLENBRANDER, B; STOUT, T.A.E. Effect of administering PGF 2α or hCG on day 7 after ovulation on ovarian, uterine and luteal blood flow in the mare. In: Anais do IX Simpósio Internacional de Reprodução Equina. **Animal Reproduction Science** v. 94, p. 223–225, 2006.

HICKMAN JUNIOR, C. P. **Princípios integrados de zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

HUGHES, J.P.; STABENFELD, G.H.; EVANS, J.W. Estrus cycle and ovulation in the mare. **American Journal Veterinary Research.**, v. 161, p. 1367-1374, 1972.

HULSHOF, S.C. J.; FIGUEIREDO, J.R.; BECKERS, J.F.; BEVERS, M.M.; VAN DEN DONK, H.A.; VAN DEN HURK, R. 1995. Effects of fetal bovine serum, FSH and 17 β estradiol on the culture of bovine preantral follicles. **Theriogenology**, v.44, p. 217-226. 1995.

HYTTEL, P.; CALLESEN, H.; GREVE, T.; SCHMIDT, M. Pocte maturation and spermtransport in superovulates cattle. **Theriogenology**, v. 35, p. 91-108, 1991.

HYTTEL, P.; FAIR, T.; CALLESEN, H.; GREVE, T. Oocyte growth, capacitation and final maturation in cattle. **Theriogenology**, v. 47, p. 23-32, 1997.

JACOB, Julio Cesar Ferraz. **Dinâmica ovariana e endócrina de éguas em diferentes idades**. 2008. 62p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008

JOHNSON, H.D.; VANJONACK, W.J. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.9, p.1603-17, 1976.

JORDAN E.R. Effects of heat stress on reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p.104-114, 2003.

JUENGEL, J.L.; BBY, A.H.; READER, K.L.; LUN, S.; QUIRKE, L.D.; HAYDON, L.J.; MACNATTY, K.P. The role of transforming growth factor-beta (TGF-beta) during ovarian follicular development in sheep. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 25, p. 78, 2004.

JU J.C. Cellular responses of oocytes and embryos under heat stress: hints to molecular signaling. **Animal Reproduction**, v. 2, n. 2, p.79-90, 2005.

KAWAKAMA, J.; KODAIRA S.; CERRI, G.G. Física. In: CERRI, G.G.; ROCHA, D.C. **Ultra-sonografia abdominal**. São Paulo: Sarvier, 1993. p.1-14.

LINDINGER, M.I. Exercise in the heat: Thermoregulatory limitations to performance in humans and horses. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 24, p. 2, p. 152-153, 1999.

LINDINGER, M.I. Heat acclimation improves regulation of plasma volume and plasma sodium content during exercise in horse. **Journal of Applied Physiology**, v.88, n.3, p. 1006-1013, 2000.

LU, C.D. Effects of heat stress on goat reproduction. **Small Ruminants Research**, v. 2, p. 151-162, 1989.

MARAI, I.F.M.; EL-DARAWANY, A.A.; FADIEL, A. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – A review. **Small Ruminants Research**, v. 71, p. 1-12, 2007.

MARTINS JÚNIOR, L.M. **Adaptabilidade das raças Boer e Anglonubiana às condições climáticas da região Meio Norte do Brasil**. 2004. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2004.

MCCUE, P.M. Superovulation. **Veterinary Clinics of North America-Equine Practice**, v. 12, p. 1-11, 1996.

MCCONAGHY, F.F. **The Athletic Horse Thermoregulation**. In: Hodgson, D.R.; Rose R.J. WB Saunders, 1994, 497p.

MCCONAGHY, F.F. Selective brain cooling in the horse during exercise and environmental heat stress. **Journal of Applied Physiology**, v.79, p.1849-1854, 1995

MCCONAGHY, F.F. Redistribution of cardiac output in response to heat exposure in the poney. **Equine Veterinary Journal, Suplementos**, V. 22, p.42-46, 1996.

MCCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Influence of training on sweating responses during sub maximal exercise in horse. **Journal of Applied Physiology**, v.89, n. 6, p. 2463-2471, 2000.

MORGAN, K. Short-term thermoregulatory responses of horses to brief changes in ambient temperature. **Swedish University of Agricultural Sciences Department of Agricultural Engineering**, Uppsala, p, 09-51, 1996.

MOTA, L.S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras**. 1997. 69f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1997.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 2 ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 183p.

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

NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. Physical principles, instrumentation and ultrasound diagnosis safety. In: **Small animal diagnostic ultrasound**. 2.ed. Philadelphia: Saunders, cap.1, p.1-19, 2002.

NIELSEN, B. Acute and Adaptative responses in humans to exercise in a warm, humid environment. **Pflügers Archiv European Journal of Physiology**, v 434, n. 1, p. 49-56, 1997.

OLIVEIRA, J.P.; JACOB, J.C.F.; JESUS, V.L.T.; SILVA, P.C.A. Influência da temperatura e umidade ambiente em um programa de transferência de embriões equinos, na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 2, p.158-162, 2015.

OLIVEIRA, L.A.; CAMPTEL, J.E.G.; AZEVEDO, D.M.R; COSTA A.P.R.; TURCO, S.H.N.; MOURA, J.W.S. Estudo de respostas fisiológicas de equinos sem raça definida e da raça quarto de milha às condições climáticas de Teresina, Piauí. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 827-838, 2008.

OZAWA, M.; TABAYASH, D.; LATIEF, T.A.; SHIMIZU, T.; OSHIMA, I.; KANAI, Y. Alterations in follicular dynamics and steroidogenic abilities induced by heat stress during follicular recruitment in goats. **Reproduction**, v.129, p.621-630, 2005

PALMER, E.; CHAVATTE-PALMER, P.; VERDONCK, E. Field trial of Doppler ultrasonography of the preovulatory follicle in the mare. **Animal Reproduction Science**, v. 94, p. 182–185, 2006.

PALUDO, G.R.; McMANUS, C.; MELO, R.Q.; CARDOSO, A.G; MELLO, F.P.; MOREIRA M.; FUCK, B.H. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do exercito brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p. 1130-1142, 2002.

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

PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. Ultrasonic evaluation of the preovulatory follicle in the mare. **Theriogenology**, v.24, p.359-68, 1985.

PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. Ultrasonic evaluation of the pre-ovulatory follicle in the mare. **Animal Reproduction Science**, v. 14, p. 219-231, 1987.

POULSEN NAUTRUP, C. Technical principles. In: POULSEN NAUTRUP, C.; TOBIAS, R. **Diagnostic ultrasonography of the dog and cat**. 2.ed. Hannover: Manson, 2001. p.31-59.

RIVIER, C., RIVEST, S. Effectof stress on the activity of the Hypotalamic- Pituitary-Gonadal Axis: Peripheral and Central Mechanisms. **Biology of Reproduction**, v. 45, p. 523-532, 1991.

ROTH, Z.; MEIDAN, R.; BRAW-TAL, R.; WOLFENSON, D. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.120, p.83–90, 2000.

RUBENS, D.; BHATT, S.; NEDELKA, S.; CULLINAN, J. Doppler Artifacts and Pitfalls, **Radiologic Clinics of North America**, v.44, p. 805-835, 2006.

SELYE, H. A Syndrome produced by diverse nocuous agent. **Nature**, v. 4, p. 32, 1936.

SELYE, H. A. The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. **The Journal of Clinical Endocrinology**, v.6, n.2, p.117-230, 1946.

SHARP, D.C. Environmental influence on reproduction in horses. **Veterinary Clinics of North America**, v. 2, p.207-223, 1980.

SHIMIZU, T; OHSHIMA, I.; OZAWA, M.; TAKAHASHI, S.; TAJIMA, A.; SHIOTA, M.; MIYAZAKI; H. KANAI, Y. Heat stress diminishes gonadotropin receptor expression and enhances susceptibility to apoptosis of rat granulosa cells, **Reproduction**, v. 129, p. 463-472, 2005.

STARLING, J.M. C.; SILVA, R.G.; CERON-MUNHOZ, M.; BARBOSA, G.S.S.C.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p. 2070- 2077, 2003.

SILVA, L.A.; GASTAL, E.L.; BEG, M.A.; GINTHER, O.J. Changes in Vascular Perfusion of the Endometrium in Association with Changes in Location of the Embryonic Vesicle in Mares. **Biology of Reproduction**, v. 72, n.3, p. 755-761, 2005.

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

SILVA, R.G. Zoneamento bioclimático para animais de interesse zootécnico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia, Anais...Goiânia: SBZ, 2005. p.388-394.

SIRIOS, J.; BALL, B.A.; FORTUE, J.E. Patterns of growth and regression of ovarian follicles during the estrus cycle an after hemiovariectomy in mares. **Equine Veterinary Journal.**, v. 8, p. 43-48, 1989.

SPAULDING, K.A. A review of sonographic identification of abdominal blood vessels and juxtavascular organs. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 38, n. 1, p. 4-23, 1997.

SQUIRES, E.L.; SEIDEL, S.G. Superovulation in collection and transfer of equine embryos. **Animal Reproduction**, v. 8, p. 32-38, 1995.

SZATMÁRI, V.; SÓTONYI, P.; VÖRÖS, K. Normal duplex Doppler waveforms of major abdominal blood vessels in dogs: a review. **Veterinary Radiology and Ultrasound** v. 42, n. 2, p. 93-107, 2001.

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. Botucatu: Varela, 1984. 320p.

TITTO, E.A.L. Taxa de sudação e composição mineral do suor de equinos das raças Bretão, Anglo-árabe e Mangalarga. **Ars Veterinária**, v. 14, p.3, p. 264-272, 1998.

TITTO, C.; TITTO, E.; VIEIRA,R.; GLASER, F.; TITTO, R.; ABLAS, P. Tolerância ao calor em bovinos de corte de raças europeias, utilizadas em cruzamento industrial no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4, Ribeirão Preto – São Paulo. Anais... Ribeirão Preto: SBBiomet, 2006. CD-ROM

VERMILLON, R.P. Basic physical principles. In: SNIDER, A.R. et al. **Echocardiography in pediatric heart disease. 2.ed.** Missouri: Mosby, 1997. p.1-10.

WEBB, R.; CAMPBELL, B.K.; GARVERICK, H.A.; GONG, J.G.; GUTIERREZ, C.G.; ARMSTRONG, D.C. Molecular mechanisms regulating follicular recruitment and selection. **Journal of reproduction and fertility. Supplement**, v. 24, p. 33-48, 1999.

WEST, W.J. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 21-35, 1999.

WILSON, J.S., MARION, S.R., SPAIN, N.J., SPIERS, E.D., KEISLER, H.D., LUCY, C.M. Effects of Controlled Heat Stress on Ovarian Function of Dairy Cattle. 1. Lactating Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 2124-2131, 1998.

WOLFENSON, D.; ROTH, Z.; MEIDAN, R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. **Animal Reproduction Science**, v. 60–61, p. 535–547, 2000.

YANIK, L. The basics of Doppler ultrasonography. **Veterinary Medicine**, v. 3, p. 388-400, 2002.