

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**LUCIANA CORDEIRO ROSA**

**DINÂMICA FOLICULAR OVARIANA E PADRÃO HORMONAL  
DAS ÉGUAS DO GRUPAMENTO GENÉTICO “BAIXA DEIRO”**

**SÃO LUÍS – MA**

**2016**

**LUCIANA CORDEIRO ROSA**

**DINÂMICA FOLICULAR OVARIANA E PADRÃO HORMONAL  
DAS ÉGUAS DO GRUPAMENTO GENÉTICO “BAIXA DEIRO”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu – Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração – Conservação e Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Macedo Chaves

**SÃO LUÍS – MA**

**2016**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Rosa, Luciana Cordeiro

Dinâmica folicular ovariana e padrão hormonal das éguas do grupamento genético "Baixadeiro" / Luciana Cordeiro Rosa – São Luís, 2016.

79 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ciência Animal. Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Macedo Chaves

1. Desenvolvimento folicular. 2. Ovulação. 3. Estacionalidade. I. Título

CDU:636.082.4:636.1(812.1)

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**LUCIANA CORDEIRO ROSA**

### **DINÂMICA FOLICULAR E PADRÃO HORMONAL DAS ÉGUAS DO GRUPAMENTO GENÉTICO “BAIXADEIRO”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu – Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração – Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Macedo Chaves

Aprovada em 29 de março de 2016

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Felipe de Jesus Moraes Junior  
1º membro - Universidade Estadual do Maranhão

---

Prof. Dr. Cláudio Luís Nina Gomes  
2º membro - Universidade Estadual do Maranhão

---

Prof. Dr. Ricardo de Macêdo Chaves  
Orientador – Universidade Estadual do Maranhão

## DEDICATÓRIA

*Aos "meus" animais!*

*Por todo trabalho, ajuda, fascínio e encantamento...*

*Sempre rústicos, moldam-se às condições que lhes são impostas,*

*porém, sem nunca perder a sua essência!*

## AGRADECIMENTOS

*À Deus... por sempre atender minhas orações nos momentos difíceis, por me dar força necessária para enfrentar todos os contratempos e intempéries ao longo desta jornada; por me mostrar a luz e o caminho nos momentos de dificuldade, permitindo concluir minha missão.*

*Aos meus pais... por sempre me apoiarem em tudo, principalmente nos momentos mais difíceis neste tempo, tanto no aspecto financeiro quanto no emocional. Ajudando, participando, se envolvendo, compartilhando comigo de todos os momentos e muitas vezes aguentando minhas inconstâncias.*

*À continuação da minha família – meu irmão Leonard, minha cunhada Poliane, por serem sempre presentes nos apoiando e por nos presentear com nossas duas preciosidades – Catarina e Maria Cecília, os amores da titia.*

*Às minhas amigas da vida e de sempre – Anara, Denise e Fernanda, pela preocupação e torcida por mim e para que meu trabalho desse certo.*

*Aos meus amigos da sala da justiça, por tornarem o mestrado único e incrível... por todas as nossas histórias engraçadas, pelas polêmicas, pelas sociais, por toda amizade e carinho. Thayane, Itala, Isadora, Renata, Almeirinda, Paulo, Delano, Emerson, Danillo, Douglas... o mestrado jamais seria o mesmo sem vocês! Vou sempre lembrar com muito carinho, e muitos risos também, de todas nossas histórias!*

*À Carlinha, minha amiga, companheira de mestrado, de aulas, de caronas... por sempre compartilhar nossos dramas e dilemas desse mestrado, sempre com humor, sarcasmos e muitos risos.*

*À minha amiga Adriana, que mesmo longe sempre ajudamos uma a outra... nos experimentos, na escrita dos trabalhos, nas correções, nos assuntos da vida! É muito bom poder contar com sua amizade e apoio.*

*À minha equipe de trabalho, que representam mais que isso. São amigos sinceros e dedicados que compartilharam comigo o trabalho, a responsabilidade, o cuidado dos animais, o tempo, a convivência, inclusive a internet... Nem sempre foi fácil, fatores inesperados, condições adversas, sustos, mas cada um trouxe algo de melhor tornando tudo sempre muito mais agradável e divertido. Esse trabalho não teria a mesma cara se não fosse por vocês, Renatta, Felipe e Eliane... Agradeço por crescerem comigo nas adversidades, fortalecendo nosso vínculo.*

*Ao Bruno pela disponibilidade de ir nos ajudar quando preciso e pela paciência que teve comigo.*

*À todos os colegas de turma do mestrado.*

*À UEMA e ao Mestrado em Ciência Animal pela oportunidade de realização desse curso.*

*À Capes pela concessão da bolsa.*

*À Fapema pelo financiamento dos projetos.*

*Aos professores do Mestrado em Ciência Animal da Uema, por continuarem contribuindo na minha formação. Sempre acrescentando novos conhecimentos e perspectivas.*

*Ao professor Dr. Ricardo de Macedo Chaves por tudo! Por ter aceitado ser meu orientador no mestrado, por permitir e aceitar renovar o projeto Rebax e dar continuidade nesse trabalho, por não medir esforços para dar condições de desenvolvermos nossas atividades, por segurar a barra nos momentos de dificuldades enfrentados e se doar para que tudo ocorresse da melhor forma possível... professor, muito obrigada por tornar tudo isso possível!*

*Ao professor Dr. Felipe de Jesus Moraes Júnior pelo companheirismo no Laboratório de Reprodução Animal, pelas sugestões de melhorias neste trabalho, pelo grande auxílio na estatística, pois sem isso este trabalho não teria a mesma forma.*

*Aos professores: Dr. José Ribamar da Silva Júnior pelas contribuições na estatística e Dr. Cláudio Luís Nina Gomes pelas contribuições no trabalho na qualificação.*

*Ao professor Dr. Ferdinan Almeida Melo pela ajuda nas análises hormonais.*

*Ao Mestrado em Ciência Animal, pelo apoio para o desenvolvimento deste projeto.*

*Ao curso de Medicina Veterinária por conceder sempre que necessário o transporte para nossas viagens. Sempre na presença do Seu Marion, além de motorista um grande companheiro. E à Patrícia, que também nos ajudou dentro do que era possível para resolver pequenos detalhes, sempre com muita gentileza!*

*Às chefias do Laboratório de Reprodução Animal e do Laboratório Imunodiagnóstico juntamente com seus integrantes pela acolhida, convivência e aprendizado.*

*À direção da Fazenda Escola de São Bento, pela hospitalidade, por permitir a nossa estada para a realização do experimento e por receber nossos animais.*

*Aos funcionários da Fazenda Escola pela ajuda e gentileza sempre quando necessário. Em particular ao Ronaldo de Jesus, pela grande ajuda e cuidado com nossos animais, apesar das circunstâncias ou mesmo da teimosia.*

*Às “minhas” éguas Baixadeiro... sem as quais nada disso seria possível.*

*À todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos!*

## **DINÂMICA FOLICULAR OVARIANA E PADRÃO HORMONAL DAS ÉGUAS DO GRUPAMENTO GENÉTICO “BAIXADEIRO”**

O estudo teve como objetivo avaliar a estacionalidade reprodutiva por meio do desenvolvimento folicular pré e pós-ovulatório e da concentração de progesterona nos períodos seco e chuvoso. As éguas (n=14) foram sincronizadas com duas doses intervaladas de PGF<sub>2α</sub>. tiveram peso e ECC acompanhados durante o período experimental. Foram avaliadas por ultrassonografia em dias alternados para registro do desenvolvimento folicular, assim como os dados de tonicidade e morfoecogenicidade uterina. A avaliação tornou-se diária quando apresentaram folículos >30mm. Para o ensaio hormonal, foram utilizadas nove éguas, coletando-se sangue em tubos heparinizados em dias alternados, com início 72h após a sincronização e estendendo-se até 10 dias após a ovulação. As concentrações de progesterona foram determinadas por ELISA. Dados climáticos para o período também foram analisados. Para as 14 éguas, não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) quanto à sincronização, peso e ECC entre os períodos chuvoso e seco, assim como também não apresentaram diferença significativa na taxa de ovulação e para as características do desenvolvimento folicular, exceto para folículos médios e grandes que foram maiores no período chuvoso e seco, respectivamente. Do ensaio hormonal (n = 9), houve diferença entre os períodos para taxa de ovulação ( $p < 0,05$ ). As concentrações médias de progesterona das éguas diferiram ( $p < 0,05$ ) entre as fases pré e pós-ovulatória em ambos períodos. As concentrações de P4 foram inferiores a 1ng/mL na presença de médios e grandes folículos, enquanto houve aumento da concentração após a ovulação, na presença de pequenos folículos. Houve diferença ( $p < 0,05$ ) no diâmetro médio do corpo lúteo entre os períodos, sendo maior no período seco. Não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre períodos quanto à morfoecogenicidade durante os dias após a ovulação. Houve diferença estatística para luminosidade, mas não para pluviosidade, embora a maioria das ovulações tenham ocorrido durante o período chuvoso. Apesar de haver diferença nas concentrações entre os períodos, não pode ser considerado uma estacionalidade reprodutiva para estes animais. Assim, pode-se concluir que nas condições ambientais características da Baixada Maranhense, as éguas do grupamento Genético

Baixadeiro não apresentaram estacionalidade reprodutiva, mesmo havendo diferença para luminosidade entre os períodos. As concentrações de progesterona durante as fases pré e pós-ovulatória foram dentro do esperado para a espécie independente do período. São cíclicas ao longo do ano, desde que os fatores nutricionais permitam a manutenção do peso e condição corporal.

**Palavra-chave:** Desenvolvimento folicular, ovulação, estacionalidade

## **ABSTRACT**

The study aimed to evaluate the reproductive seasonality through pre follicular development and post-ovulatory and progesterone concentration in the dry and rainy seasons. The mares (n = 14) were synchronized with two spaced doses of PGF2 $\alpha$ . had weight and BSC followed during the trial period. They were evaluated by ultrasonography every other day for registration of follicular development, as well as data and uterine tone morphoechogenicity. This evaluation became daily when presented follicles >30mm. To test the hormonal nine mares were used, collecting blood into heparinized tubes on alternate days beginning 72h after synchronization and extending to 10 days after ovulation. Progesterone concentrations were determined by ELISA. climatic data for the period were also analyzed. For the 14 mares, there was no statistical difference (p >0,05) for synchronization, weight and BSC between the rainy and dry seasons, as well as no significant difference in ovulation rate and the characteristics of follicular development, except for medium and large follicles which were higher in the rainy season and dry, respectively. Hormonal assay (n = 9) there was a difference between the periods to ovulation rate (p <0,05). The average concentrations of progesterone mares differ (p <0,05) between the pre- and post-ovulatory in both periods. P4 concentrations were less than 1ng/mL in the presence of medium and large follicles while there was an increase in concentration after ovulation, in the presence of small follicles. There were differences (p <0,05) in the mean diameter of the corpus luteum between periods, being higher in the dry season. There was no statistical difference (p >0,05) between periods as the morphoechogenicity during the days after ovulation. There was statistical difference in brightness but not rainfall, although most ovulations occurred during the rainy season. Although there is difference in concentration between the periods it can't be considered a reproductive seasonality for these animals. Thus, it can be concluded that the environmental conditions typical of Maranhão Lowlands, the mares of the grouping Genetic Baixadeiro showed no reproductive seasonality, even if there is difference in brightness between the periods. Progesterone concentrations during the pre- and post-ovulatory were as expected for independent kind of period. They are cyclically throughout the year, since nutritional factors allow maintenance of weight and body condition.

**Key-words: Follicular development, ovulation, seasonality**

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1. Média e desvio padrão do peso, escore de condição corporal, tônus, edema uterino das éguas do grupamento genético Baixadeiro durante os períodos chuvoso e seco de 2015.....	pg 45
Tabela 2. Média dos diâmetros foliculares durante os períodos chuvoso e seco de 2015.....	pg 45
Tabela 3. Média e desvio padrão das variáveis do desenvolvimento folicular das éguas do grupamento genético Baixadeiro durante os períodos chuvoso e seco de 2015.....	pg 46
Tabela 4. Dados climáticos referentes ao período experimental - fevereiro e julho de 2015.....	pg 47

### CAPÍTULO 2

Figura 1. Gráficos das concentrações de progesterona antes e após a ovulação.....	p 63
Tabela 1. Média e desvio-padrão das concentrações de progesterona durante as fases pré e pós-ovulatória das éguas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015.....	p 63
Tabela 2. Média e desvio-padrão da concentração de progesterona das éguas ovuladas e não ovuladas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015.....	p 64
Tabela 3. Média e desvio-padrão dos diâmetros foliculares e concentração de progesterona nas fases pré e pós ovulatória das éguas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015.....	p 64
Tabela 4. Média e desvio-padrão do número de folículos nas fases pré e pós-ovulatória das éguas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015.....	p 64
Tabela 5. Média e devios-padrão da morfoecogenicidade e diâmetro do corpo lúteo, e concentração de progesterona dias após a ovulação, nos períodos chuvoso e seco de 2015.....	p. 65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCEA – COMITÊ DE ÉTICA E EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL

D - DIA

ECC – ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL

ELISA – ENZIMAIMUNOENSAIO

E2 – ESTRADIOL

FSH – HORMÔNIO FOLÍCULO ESTIMULANTE

FESB – FAZENDA ESCOLA SÃO BENTO

GnRH – HORMÔNIO LIBERADOR DAS GONADOTROFINAS

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Kg – KILOGRAMA

LH – HORMÔNIO LUTEINIZANTE

MM – MILÍMETROS

ng/mL – NANOGRAMA POR MILILITROS

NUGEO – NÚCLEO GEOAMBIENTAL

PC – PERÍODO CHUVOSO

PGF<sub>2α</sub> – PROSTAGLANDINA F<sub>2α</sub>

PS – PERÍODO SECO

P4 – PROGESTERONA

SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM

UEPCCB – UNIDADE DE ESTUDO, PESQUISA E CONSERVAÇÃO DO CAVALO BAIXADEIRO

UEMA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

## SUMÁRIO

Resumo .....	09
Abstract.....	11
Lista de tabelas .....	12
Lista de siglas e abreviaturas.....	13
1. Introdução .....	15
2. Hipótese .....	17
3. Objetivos .....	17
3.1 Objetivo Geral .....	17
3.2 Objetivos Específicos .....	17
4. Revisão de Literatura .....	18
4.1 Sazonalidade .....	18
4.2 O ciclo estral .....	21
4.3 Sincronização do estro .....	22
4.4 Dinâmica Folicular .....	23
4.5 Hormônios Reguladores da Reprodução .....	26
4.6 Escore de Condição Corporal .....	30
5. Referências .....	32
6. Capítulo 1: Artigo .....	39
Resumo .....	39
Abstract .....	40
1. Introdução .....	40
2. Material e Métodos .....	42
3. Resultados .....	44
4. Discussão .....	47
5. Conclusões .....	52
6. Referências .....	52
7. Capítulo 2: Artigo .....	57
Resumo .....	57
Abstract .....	58
1. Introdução .....	59
2. Material e métodos .....	60
3. Resultados .....	62
4. Discussão .....	65
5. Conclusões .....	68
6. Referência .....	69
8. ANEXO .....	72
9. APÊNDICE .....	77

## 1. INTRODUÇÃO

A adaptação ao ambiente local é uma das características mais valiosas das raças de cavalos nativos e elas envolvem tolerância ao calor, adaptação às condições de seca e cheia, uso espacial e hábito alimentar (SANTOS et al., 2003). Tais características conferem grande diversidade genética a estas populações.

Além disso, podem exercer influência sobre a reprodução. E para a implantação de técnicas de manejo reprodutivo com sucesso e utilização mais racional de cada categoria animal, é importante considerar suas características fisiológicas. Nos machos é de fundamental importância conhecer o desenvolvimento sexual de forma ampla, englobando aspectos comportamentais, da histologia testicular, seminais e endócrinos (SERENO et al., 1996) enquanto que nas fêmeas, considera-se aspectos ovarianos, uterinos, endócrinos e comportamentais.

Estas raças nativas estão distribuídas em diferentes regiões do país com clima e condições ecológicas bem características, destacando-se a raça pantaneira encontrada na região do Pantanal Mato-grossense, marajoara encontrada na Ilha de Marajó, entre outros, como o grupamento genético Baixadeiro, encontrado na Baixada Maranhense.

Trata-se de uma microrregião situada a leste da Ilha de São Luís, com área total de 17.579,366 km<sup>2</sup>, população de 569.181 habitantes, abrangendo 21 municípios do estado do Maranhão (IBGE, 2010). É banhada pelos rios Mearim, Pindaré, Pericumã e Aurá, caracterizada por extensos conjuntos de lagos e lagoas naturais – denominados também de Pantanal Amazônico – e incorpora uma complexa interface de ecossistemas, abrigando rica fauna e flora aquática e terrestre (PINHEIRO et al., 2005).

Seus campos naturais possuem uma dinâmica de dois ciclos de troca de energia que abrangem dois períodos diferentes de acordo com a estação do ano. Assim, durante o período do chuvoso (janeiro a junho), os rios e os lagos perenes transbordam inundando os campos e transformando-os em extensos lagos de pouca profundidade. No período seco (julho a dezembro), os campos secam propiciando o aparecimento da vegetação, constituída principalmente por gramíneas e ciperáceas (MARANHÃO, 1991).

Apresenta um contingente populacional de aproximadamente 24 mil equinos com destaque para o cavalo Baixadeiro, um grupamento genético de cavalos caracterizados pela sua resistência e rusticidade, que lhe confere grande adaptação às condições climáticas e geográficas da região. Trata-se de um cavalo originado do cruzamento de equinos de origem Ibérica, restrito a região da Baixada Maranhense (GAZOLLA et al., 2009).

São animais criados de forma ultra-extensiva, muito utilizados nas atividades diárias e durante o trabalho, na agricultura ou na pecuária de subsistência pelos criadores, e por isso constituem um importante elemento socioeconômico, sendo considerados ideais para serem utilizados nas condições ecológicas da região, uma vez que possuem alta resistência, apresentam melhor rendimento quando comparado com equinos de outras raças e suas exigências alimentares são menores (SERRA, 2004).

São animais caracterizados por reproduzirem-se durante todo o ano, entretanto, diversos aspectos reprodutivos ainda não são conhecidos, sendo escassos os dados relacionados à fisiologia reprodutiva, dinâmica do crescimento folicular e regulação hormonal (DADOS NÃO PUBLICADOS), tornando-se importante obter informações sobre a performance destes animais que permita o melhor aproveitamento das suas potencialidades.

Além disso, pode-se definir um referencial para o cavalo Baixadeiro, que favoreça as formas de manejo reprodutivo aumentando sua eficiência reprodutiva, bem como implantar o uso das biotecnologias da reprodução, preservando assim, a fonte de recursos genéticos que representam este grupamento. Isto porque o reconhecimento destes animais como um grupamento genético ou uma raça distinta das demais raças nacionais, pode agregar valores comerciais e fornecer dados para a formulação de planos de conservação do material genético nativo da região da Baixada Maranhense.

## **2. HIPÓTESE**

As éguas do grupamento genético Baixadeiro apresentam dinâmica folicular e taxa hormonal semelhantes a outras fêmeas da espécie equina.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo Geral**

Caracterizar a estacionalidade reprodutiva por meio da dinâmica folicular e dosagem hormonal das éguas do grupamento genético Baixadeiro.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar o intervalo entre sincronização e ovulação;
- Acompanhar o período de estro das éguas durante o período chuvoso e seco e determinar a sua duração;
- Monitorar por ultrassonografia o desenvolvimento folicular durante o estro;
- Determinar o número total de folículos;
- Determinar a frequência da ovulação;
- Determinar a taxa de crescimento folicular;
- Classificar os diâmetros foliculares;
- Determinar o diâmetro médio dos folículos dominante, subordinado e pré-ovulatório;
- Avaliar os padrões de morfoecogenicidade uterina e do corpo lúteo;
- Determinar as concentrações do hormônio progesterona e avaliar a relação com o desenvolvimento folicular, peso e condição corporal;

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

Os equinos são animais classificados como reprodutores de dias longos, onde a sua atividade reprodutiva ocorre mais intensamente durante a primavera e o verão (GINTHER et al., 2008a). Esta condição é influenciada por fatores ambientais, sendo o principal deles o fotoperíodo, um sinal ambiental traduzido em um sinal neuroendócrino que irá atuar sobre a glândula pineal, exercendo uma ação sobre a secreção do hormônio melatonina (NAGY et al., 2000).

Este hormônio regula o ciclo estral dos equinos através do controle sobre a síntese e secreção do hormônio liberador das gonadotrofinas (GnRH), produzido e secretado pelo hipotálamo. Assim, nos dias curtos há aumento na secreção deste hormônio elevando a concentração de melatonina e resultando na redução de GnRH por meio de feedback negativo, enquanto nos dias longos sua baixa concentração não é suficiente para inibir a síntese e liberação do GnRH, e com isso, tem início todo o processo reprodutivo (NAGY et al., 2000).

Além deste mecanismo, a atividade reprodutiva é regulada por outros hormônios, iniciando com a secreção do GnRH a partir do hipotálamo, que irá atuar sobre a hipófise, promovendo a síntese e liberação das gonadotrofinas – o hormônio luteinizante (LH) e o hormônio folículo estimulante (FSH). Estas gonadotrofinas por sua vez, irão desencadear eventos que ocorrerão nos ovários caracterizados pelo crescimento e desenvolvimento de folículos, resultando na formação de um folículo pré-ovulatório responsável por secretar estradiol (E2), até a ovulação deste folículo, quando ocorrerá a formação do corpo lúteo que irá secretar progesterona (P4) (GINTHER, 1995).

### 4.1 Sazonalidade

Os equinos são animais poliéstricos sazonais com início da estação reprodutiva associados ao aumento da luz diária, temperatura e disponibilidade de alimentos, estratégias desenvolvidas para garantir o nascimento da prole em épocas mais favoráveis do ano (NAGY et al., 2000). Sua atividade reprodutiva é estimulada por dias mais longos e noites curtas (PALMER & GUILLAUME, 1992; AURICH, 2011), sendo o padrão geral da sazonalidade caracterizado pela incidência de ovulações mínima ou ausente durante o inverno, que aumenta

transitoriamente durante a primavera, máxima no verão e decresce transitoriamente no outono. Havendo uma estreita relação entre os fatores ambientais e as estações ovulatórias, independente da latitude, incluindo as zonas quentes (GINTHER et al., 2004a).

As mudanças no fotoperíodo correspondem à primeira forma controle da dinâmica folicular e do ritmo reprodutivo dos equinos. Aliado ao fotoperíodo, fatores exógenos como idade, status reprodutivo, nutrição, condição corporal e temperatura ambiental afetam a atividade reprodutiva sazonal da égua (NAGY et al., 2000). Entretanto, algumas populações equinas continuam os ciclos reprodutivos ao longo do ano (AURICH, 2011), pois o peso é o principal fator que interfere na dinâmica folicular, no intervalo entre as estações reprodutivas, assim como a alta condição corporal está associada com aumento da atividade reprodutiva (NAGY et al., 2000; GINTHER et al., 2004a).

A sazonalidade também interfere na variação das concentrações hormonais durante as estações, havendo estreita relação entre o comprimento do dia e as concentrações circulantes de LH e FSH. Durante as fases de transição entre as estações anovulatórias e ovulatórias, as concentrações de FSH associadas à emergência da onda folicular não diferem nestes dois momentos, o que ocorre é uma elevação gradual dos pulsos de LH no final da estação anovulatória até aumentar antes da primeira ovulação (GINTHER et al., 2004a). Isto porque a concentração plasmática média de FSH e o seu conteúdo hipofisário é relativamente constante ao longo do ano, enquanto que a concentração plasmática média de LH alcança o máximo no verão, sendo menores em éguas anovulatórias. Além disso, na circulação periférica pulsos de LH são quase indetectáveis durante o anestro de inverno (ALEXANDER & IRVINE, 1986).

Esta condição pode ser explicada pela existência de efeitos sazonais pronunciados sobre a incidência de gonodotrofos na *pars tuberalis* da hipófise dos equinos. Em animais cíclicos, durante a temporada reprodutiva, bem como em éguas em atividade sexual fora da estação, a densidade de gonadotrofos na *pars tuberalis* é 4-5 vezes maior que nas éguas anovulatórias. Em contraste, não há efeitos da sazonalidade ou atividade reprodutiva sobre a densidade de gonadotrofos das *pars distalis* da hipófise. O padrão sazonal da densidade de gonadotrofos da *pars distalis* é mais significativo que o mecanismo diferencial

subjacente de liberação de LH e FSH através do ciclo reprodutivo anual da égua (TORTONESE et al., 2001).

Nos ovários de éguas não-prenhes, os folículos antrais demonstram as mudanças nos estágios reprodutivos ao longo das estações do ano (GINTHER et al., 2004a). Durante os dias curtos ocorre a diminuição da secreção das gonodotrofinas que reduzem a atividade ovariana (NAGY et al., 2000). Enquanto nos períodos de transição, as falhas na ovulação são seguidas por fases variáveis de atividade folicular antes da redução do crescimento folicular para profundos níveis de anestro, quando o crescimento folicular é mínimo, e somente poucos folículos têm diâmetros maiores que 15 mm e o máximo diâmetro não excede 16 mm, sem desenvolvimento de folículos dominantes. As baixas concentrações circulantes de LH contribuem para esta redução no crescimento folicular, entretanto, picos de LH e ondas foliculares podem ser distinguidas através da temporada anovulatória (DONADEU & WATSON, 2007).

A ausência de ciclicidade durante as estações anovulatória e de transição é resultante da ausência de sinais positivos como, longa duração do dia, condições climáticas e nutricionais favoráveis, presença de um garanhão que estimulam a secreção de GnRH, que por sua vez estimula a hipófise para secretar as gonadotrofinas durante a estação reprodutiva (NAGY et al., 2000).

Tais fatores externos atuam regulando o ritmo circanual endógeno. Assim, a resposta para o estímulo fotoperiódico está sujeita a condições específicas, como por exemplo, o estado de refratariedade às mudanças fotoperiódicas e a existência de uma fase fotossensível durante a noite apresentada pelas éguas, que neste período e sob condições de iluminação natural o local da fase fotossensível, assim como a percepção de nascer e pôr do sol durante o ritmo circadiano podem variar. Temperaturas ambientais elevadas também podem interferir no início da estação reprodutiva, mantendo-se semelhantes ao longo dos anos no início da temporada (NAGY et al., 2000).

Somando-se a estes fatores, nutrição e condição corporal também influenciam na reprodução, pois a entrada de energia encurta o intervalo até a primeira ovulação em éguas com baixos níveis de gordura corporal, embora não beneficie éguas com moderado e elevado peso e condição corporal. Isto porque éguas com percentual maior que 15% de gordura corporal apresentam intervalo mais curto para a primeira ovulação em comparação com aquelas que possuem

teor de gordura corporal menor que 15%, pois não somente a entrada de energia, mas a qualidade da dieta proteica influencia o início da estação reprodutiva (NAGY et al., 2000).

#### **4.2 O ciclo estral**

O ciclo estral é caracterizado por um intervalo interovulatório, que compreende o período entre duas ovulações (GINTHER et al., 2004b). Os equinos são predominantemente monovulatórios e durante a temporada reprodutiva, o comprimento médio do ciclo estral é de 22 dias com estro de 5-7 dias (AURICH, 2011), sendo afetado pelo estágio reprodutivo (HEIDLER et al., 2004) e raça, assim como também existem diferenças significativas no comprimento do estro em éguas individualmente (AURICH, 2011).

Pode ser dividido em uma fase folicular ou estro, caracterizada pelo crescimento e desenvolvimento de folículos, aumento da secreção de estrógeno e pela receptividade sexual, e outra fase luteal ou diestro, iniciando logo após a ovulação com formação do corpo lúteo, aumento da secreção de progesterona e indiferença da égua ao cortejo do garanhão. O estro tem duração média de 6,5 dias e a ovulação acontece entre 24 e 48 horas, antes do final do período estral (ANDRADE MOURA, 2012), sendo o período mais variável e responsável pelas grandes alterações ao longo do ciclo estral, uma vez que o diestro é mais ou menos constante entre os animais da espécie (ROMANO et al., 1998).

Durante o estro, há o surgimento de ondas foliculares, quando diversos folículos emergem e iniciam o crescimento sincronizado (GINTHER et al., 2004b). Esta fase de crescimento comum envolve vários dias e termina com o início do desvio, caracterizado pelo contínuo crescimento e desenvolvimento de um folículo e redução e atresia dos outros folículos (GINTHER et al., 2008a), resultando na dominância de um único folículo pré-ovulatório (DAVIES MOREL et al., 2010), que irá ovular após o aumento prolongado nos níveis de LH desde o final do diestro e durante o estro, estimulando as células da granulosa a se transformarem em células luteínicas, invadindo o coágulo sanguíneo para formação do corpo lúteo (ARRUDA et al., 2001).

A fase luteal do ciclo estral termina com a secreção de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  a partir do endométrio (GINTHER & BEG, 2009). A luteólise espontânea ocorre em média

14,9 dias após a ovulação com duração de 22,9 horas (CUERVO-ARANGO et al., 2015). É induzida por dois pulsos sequenciais de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (GINTHER et al., 2008a) baseado na circulação metabólica das concentrações deste hormônio. A média do pico de intervalo dos pulsos de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  é de 9 horas durante e após a luteólise, aumentando progressivamente na pré-luteólise, luteólise e pós-luteólise (GINTHER et al., 2011).

Estes estágios do ciclo estral podem ser determinados pela identificação de mudanças palpáveis na tonicidade uterina (HAYES et al., 1986), tanto em éguas sazonais anovulatórias, como éguas ovulatórias, ou ainda, éguas no início da prenhez. O tônus uterino é mínimo durante o estro e aumenta durante o diestro, com platô entre os dias 7 e 12 após a ovulação (GRIFFIN et al., 1992). É dependente de dos níveis de estrógeno e progesterona. Em éguas, o estrógeno ovariano é o hormônio predominante do estro, quando o útero apresenta maior flacidez, enquanto a progesterona ovariana predomina durante o diestro, quando o útero apresenta um nível intermediário de tônus (HAYES et al., 1986).

As mudanças cíclicas uterinas na égua podem ser monitoradas através da palpação retal ou por abordagens mais invasivas como biópsia endometrial, citologia e palpação transcervical. A ultrassonografia é outra técnica de avaliação não invasiva do status uterino. Durante o diestro a imagem formada do útero é homogênea e hipoecóica devido às dobras endometriais ainda não serem distinguíveis. No estro a imagem ultrassonográfica apresenta desde pontos anecóicos como pontos hipoecóicos, e essas alterações observadas ocorrem devido ao edema uterino e pela acentuação das pregas endometriais. Éguas exibem imagem intermediária no estro, aumentando gradativamente do dia - 7, atingindo pico no dia - 3, diminuindo ao longo dos dias - 2 a + 1 para a condição característica homogênea de diestro (BONAFOS et al., 1994).

### **4.3 Sincronização do estro**

Existem formas variadas de manipular o estro das fêmeas domésticas e na ausência de exames ultrassonográficos ou falhas na identificação do comportamento sexual, a administração de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  é o método mais econômico e eficiente utilizado na reprodução para a sincronização de éguas (METCALF et

al., 2010). A  $\text{PGF}_{2\alpha}$  atua encurtando o ciclo estral, tratando éguas em diestro persistente e promovendo a interrupção precoce da gestação (NEWCOMBE et al., 2008).

A  $\text{PGF}_{2\alpha}$  sintética tem sido utilizada para promover a luteólise com regressão do corpo lúteo, reduzindo assim o comprimento do diestro e promover o retorno do estro das éguas. O intervalo entre tratamento e ovulação é altamente variável, de 2 a 16 dias (CUERVO-ARANGO et al., 2015) independente do dia do ciclo estral que o tratamento foi iniciado (BERGFELT et al., 2006), sendo este tratamento mais eficiente a partir do quinto dia após a ovulação (AURICH, 2011). Quando a  $\text{PGF}_{2\alpha}$  é aplicada em qualquer fase do ciclo reprodutivo requer o uso de duas doses consecutivas e intervaladas para a sincronização (IRVINE, 1993).

Em éguas cíclicas normais, a administração do agente luteolítico promove o início do estro em média 3 a 4 dias e ovulação 8 a 10 dias após o tratamento. Entretanto, elevadas concentrações de progesterona na circulação não suprime o aumento das concentrações de FSH sanguíneo, assim o desenvolvimento folicular continua durante o diestro. Conseqüentemente, encontram-se folículos de vários tamanhos e estágios de crescimento durante a fase luteal (SAMPER, 2008).

Quando há um grande folículo no momento do tratamento com  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , a ovulação pode ocorrer 72 horas após o tratamento sem sinais evidentes de estro. Se o folículo alcançar máximo diâmetro durante a fase luteal com predomínio de progesterona, este folículo inevitavelmente irá regredir e uma nova coorte de folículos será recrutada, entretanto, estro e ovulação serão adiados. O grau de edema endometrial pode ser usado para prever a resposta ao tratamento. Éguas com grande folículo em crescimento apresenta substancial edema endometrial até 24 horas após o tratamento. Entretanto éguas com folículos atrésicos não apresentam aumento de edema endometrial detectado até 3-5 dias após o tratamento (SAMPER, 2008).

#### **4.4 Dinâmica Folicular**

Durante a dinâmica folicular uma série de mudanças ocorre nos folículos antrais que crescem e regredem em ondas no ciclo estral. Numa onda específica,

apenas um desses folículos adquire a capacidade de se tornar ovulatório, e o final de cada ovulação determina o surgimento de uma nova onda, compreendendo assim o intervalo interovulatório (GINTHER et al., 2004b).

Os tipos de ondas foliculares que se desenvolvem em éguas são as ondas maiores que se caracterizam por folículos dominantes e subordinados, e ondas menores em que o maior folículo não atinge o diâmetro do folículo dominante (GINTHER, 2000).

A emergência de uma onda folicular está associada com a onda de FSH circulante durante a estação ovulatória e anovulatória (DONADEU & GINTHER, 2004). Ela pode englobar todos os folículos que emergem antes de iniciar o desvio, resultando na seleção de um folículo capaz de se tornar ovulatório. A fase de crescimento comum estende-se desde a emergência até o início do desvio, sendo este último indicado pelo dia que o folículo dominante mantém constante a sua taxa de crescimento enquanto o folículo subordinado cresce a taxas reduzidas ou começa a regredir diminuindo seu diâmetro (GINTHER et al., 2004b).

Os folículos dominante e subordinado crescem paralelamente durante a fase de crescimento comum e a diferença entre os diâmetros foliculares no início do desvio, que é de aproximadamente 3 mm, é equivalente a um dia. Este tempo de vantagem que determina o futuro folículo dominante ocorre antes do segundo maior folículo atingir diâmetro similar (GINTHER et al., 2004b). O diâmetro médio do maior folículo que inicia o desvio é de 22,5 mm e 19 mm para o segundo maior folículo (GINTHER et al., 2003) atingindo esse valor 6,2 dias após a emergência de um folículo de 6 mm de diâmetro (GASTAL et al., 1999).

A depressão das concentrações de FSH é o evento fundamental para o mecanismo do desvio, que continua a reduzir após vários dias. Isso porque o futuro folículo dominante adquire duas habilidades para o início do desvio, que consistem em suprimir a circulação de FSH abaixo da necessária para outros folículos e utilizar essas baixas concentrações para manter seu crescimento e desenvolvimento (GINTHER, 2000). Assim como passa a utilizar o aumento da concentração de LH para concluir sua maturação (GINTHER et al., 2008b).

Isso é resultado do aumento do fluxo sanguíneo, que juntamente com o rápido aumento de LH no estágio final de maturação do folículo, promove o reinício da meiose e conclusão da maturação do folículo. A maior vascularização

do folículo pré-ovulatório tem sido associada com aumento do diâmetro folicular, taxa de recuperação de oócitos, taxa de maturação de oócitos e taxa de prenhez (GINTHER et al., 2007a). A vascularização do folículo pré-ovulatório tende a aumentar nos folículos que contém oócitos maduros (GASTAL & GASTAL, 2011).

Este folículo em desenvolvimento passa por diversas modificações que vão resultar na ovulação, que na égua parece culminar após uma série de eventos complexos durante a elevação das concentrações de LH e levam a ruptura do folículo pré-ovulatório na fossa de ovulação e extrusão do fluido folicular, células da granulosa e complexo cumulus-oócitos, onde o fluido entra no acúmulo do fluido infundibular e a maioria da descarga do fluido folicular é drenada para o abdome. Esse processo usualmente ocorre 1 a 2 dias antes do final do estro (GASTAL & GASTAL, 2011). A ovulação ocorre espontaneamente quando o folículo dominante atinge aproximadamente 40 mm de diâmetro. Entretanto, o diâmetro máximo do folículo pré-ovulatório está relacionado com a época do ano, a raça e o tipo de égua (GINTHER, 1995).

A evacuação do fluido folicular a partir do folículo pré-ovulatório é abrupta e o processo varia de 5 a 90 segundos, com aproximadamente 15% do fluido inicial permanecendo no antro, entretanto o lançamento do fluido pode ser lento e gradual levando 6 a 7 minutos para evacuar 90% do volume inicial. A perda completa do fluido folicular é detectada no antro e no espaço extraovariano usualmente leva minutos ou horas, mas pode durar até dois dias (GINTHER et al., 2007b).

Após a ovulação, a membrana basal entre as camadas granulosa e da teca rompem-se em associação com a invasão dos vasos sanguíneos a partir da teca interna para o desenvolvimento do corpo lúteo. Há um aumento progressivo no fluxo sanguíneo da base ao ápice do corpo lúteo até seis dias após a ovulação; assim como um aumento nas concentrações plasmáticas de progesterona com níveis máximos na circulação logo após a primeira semana após a ovulação (GASTAL & GASTAL, 2011).

Caso não ocorra ovulação, há atresia do folículo. Esse processo de atresia do folículo pré-ovulatório durante a onda ovulatória maior não é comum de ser encontrado durante a temporada reprodutiva dos equinos, porém pode ocorrer durante os períodos de transição (GINTHER et al., 2004a).

#### **4.5 Hormônios Reguladores da Reprodução**

O período de anestro sazonal é caracterizado pelos baixos níveis persistentes de progesterona, estradiol, das gonadotrofinas (GARCIA & GINTHER, 1976) e inatividade ovariana (GINTHER, 1992). Enquanto o período de transição é caracterizado por comportamentos irregulares de estro e desenvolvimento de várias ondas foliculares (GINTHER, 1990), em que o desenvolvimento de folículos é devido a incompetência esteroideogênica na produção de estradiol, que limita a habilidade do desenvolvimento normal e maturação (DAVIES & SHARP, 1990). Durante a temporada ovulatória, a regularidade do ciclo estral bem como o desenvolvimento folicular, estão determinados pelo balanço dos hormônios produzidos pelo hipotálamo, hipófise e gônadas (KING et al., 2010). As células gonadotrópicas do hipotálamo secretam o GnRH, decapeptídeo liberado no sistema porta hipotalâmico-hipofisário para estimular a síntese e liberação de gonadotrofinas LH e FSH, que são responsáveis pela dinâmica folicular ovariana, produção de estrógenos, ovulação e luteinização do corpo lúteo (SOUZA et al., 2007).

A média circulante das concentrações de LH, FSH, estradiol e progesterona e a relação entre eles variam ao longo do ciclo. De uma a três ondas de FSH ocorrem durante a fase luteal e o primeiro pico começa antes da ovulação quando o estradiol decresce e o pico da última onda ocorre quando o maior folículo da onda folicular ovulatória é de aproximadamente 13 mm. As concentrações de FSH alcançam um baixo nível entre a última onda do ciclo estral e a primeira onda que atingirá o pico durante o próximo ciclo (GINTHER et al., 2008b).

Um efeito negativo do estradiol sobre o FSH influencia na relação temporal FSH / estradiol periovulatório. A inibina também exerce controle sobre o pico de FSH, em que a relação entre os dois hormônios é inversa durante o ciclo estral e ela aparece cedo durante a onda folicular antes do estradiol circulante começar a aumentar. Estes dois supressores trabalham em conjunto e os dois hormônios tem grande efeito supressor sobre o FSH (GINTHER et al., 2008a). Tais relações temporais indicam que o aumento do estradiol circulante, bem como a produção contínua de inibina estão envolvidos no declínio contínuo da FSH após o início do desvio em éguas (GINTHER et al., 2001).

A inibina é um hormônio gonadal produzido pelas células da granulosa do folículo durante a fase folicular (SAMPER, 2007). Sua secreção pelo folículo dominante diminui as concentrações de FSH, sendo insuficiente para a manutenção do crescimento de folículos subordinados nas éguas (BERGFELT & GINTHER, 1986). As concentrações de inibina são baixas quando uma atividade folicular mínima está presente nos ovários durante o anestro, tornando-se superiores em folículos anovulatórios em crescimento durante a transição da primavera (BLANCHARD et al., 2011).

O aumento da secreção e concentração de FSH está associado à emergência de ondas foliculares durante o ciclo estral, particularmente em equinos (BERGFELT & GINTHER, 1993). O FSH é necessário para o recrutamento dos folículos antrais, estimulando as células da granulosa a se multiplicam por mitose resultando no aumento do número de camadas ao redor do ovócito e conseqüentemente a quantidade de fluido produzido pelas mesmas. O aumento dos pulsos de liberação do GnRH induz a hipófise anterior a liberar o FSH, responsável pelo crescimento dos folículos ovarianos, e na presença do hormônio luteinizante (LH), estimula tanto a ativação da enzima aromatase nas células da granulosa quanto a produção de estrógeno, aumentando o número de receptores de gonadotrofinas pelas células e sua sensibilidade às mesmas (GINTHER, 1992).

As concentrações de LH na onda ovulatória aumentam gradativamente e depois rapidamente, com a transição entre o aumento lento e rápido que ocorre no pico de estradiol, e suas concentrações de LH atingem o máximo no dia 1 após a ovulação (GINTHER et al., 2008b). A circulação de LH é consistentemente baixa durante a estação anovulatória e aumenta durante alguns dias antes da primeira ovulação. O aumento de LH antes da primeira ovulação do ano ocorre após a primeira detecção da elevação de estradiol na circulação (DONADEU & GINTHER, 2004). Estradiol e LH da onda periovulatória surgem aproximadamente 10 dias antes do período periovulatório ou próximo do fim da luteólise e um ou dois dias antes do desvio folicular (GINTHER et al., 2008b). As éguas não apresentam perifericamente os pulsos de liberação de LH devido apresentar meia vida longa e ter liberação tônica (GIGLI, 2006).

As mudanças nas taxas de LH durante o surgimento da onda em éguas refletem a influência positiva de fatores ambientais, especialmente através das

alterações do comprimento do dia e neutralização do efeito negativo do estradiol; a extensão do efeito negativo varia de acordo com as mudanças na concentração de estradiol. O LH diminui após o pico devido ao efeito pós-ovulatório da progesterona, que é indicado pela relação entre o início e o fim da fase luteal (GINTHER et al., 2008a).

O aumento gradual de cada gonadotrofina (LH e FSH) no período periovulatório é interrompido durante a ovulação. Suas concentrações aumentam significativamente – 1 a – 0,5 dias antes da ovulação (dia 0), enquanto as concentrações de estradiol diminuem significativamente. A interrupção transitória de LH pode ser em decorrência da descarga de estradiol presente no fluido folicular para a cavidade peritoneal, seguida pela absorção pela circulação (GINTHER et al., 2008a).

O estradiol é secretado pelo folículo dominante e promove uma onda no plasma que atinge pico – 2 dias antes da ovulação e depois recua (GINTHER et al., 2008b). As concentrações de estradiol são muito baixas durante a temporada anovulatória e não aumenta até o fim da temporada, em que esse aumento está associado com o desenvolvimento do primeiro folículo ovulatório. A produção de estradiol por um folículo  $\geq 30$  mm é mínima durante a transição e aumenta logo em seguida. O pico da concentração de estradiol no plasma será alto quando um folículo pré-ovulatório estiver presente, pois ele adquire a capacidade de produzir elevadas concentrações de estradiol durante a primeira onda ovulatória, iniciando próximo ao início do desvio (DONADEU & GINTHER, 2004).

O decréscimo de estradiol e a redução ou o término do crescimento do folículo pré-ovulatório que começa no dia – 2 é atribuído ao desenvolvimento recíproco do efeito negativo do LH sobre a produção folicular de estradiol quando este atinge concentrações críticas (GINTHER et al., 2008a). O estrógeno secretado pelo folículo pré-ovulatório induz a receptividade sexual, promove o relaxamento da cérvix, estimula a produção de secreções do trato genital, permite a passagem e transporte espermático (SQUIRES, 2008). Este hormônio aumenta a atividade da enzima aromatase nas células da granulosa e promove a expressão de receptores de gonadotrofinas, aumentando a sensibilidade do folículo ao LH e na ausência de progesterona (concentrações  $<1$ ng/mL), esta gonadotrofina induz a ovulação do folículo (GURGEL et al., 2008).

O folículo pré-ovulatório presente na onda ovulatória passa por várias modificações em sua estrutura que resultam na ovulação. Ela envolve o colapso deste folículo e evacuação do fluido folicular e lançamento do oócito no infundíbulo. A onda pré-ovulatória de LH inicia a ovulação acionando uma série de complexos eventos que envolvem hormônios e enzimas. As prostaglandinas desempenham um papel essencial durante o processo de ruptura folicular (MIRO, 2012), pois a liberação de prostaglandina folicular que inicia a lise da parede do folículo está associada com o aumento da enzima óxido nítrico sintetase endotelial, que aumenta o fluxo sanguíneo ovárico e ativa os peptídeos vasoativos, angiotensina II, endotelina 1 e peptídeo natriurético atrial que promovem a modulação do tônus vascular da circulação sistêmica e alteram o fluxo sanguíneo folicular contribuindo para o processo de ovulação (ACOSTA et al., 1999).

Após a ovulação, as células da teca e da granulosa passam por um processo de luteinização, com aumento da vascularização, resultando na formação do corpo lúteo. Essa estrutura é responsável pela secreção de progesterona, hormônio predominante durante o diestro que influencia nas concentrações de LH (MIRO, 2012).

As mudanças das concentrações de progesterona no plasma ocorrem imediatamente após a ovulação e este aumento começa no dia 0 (GINTHER et al., 2008a) até o D6 quando atinge um platô (ARRUDA et al., 2001) e decresce gradualmente entre a concentração máxima na metade do diestro e começo da luteólise (GINTHER et al., 2008a). Estas alterações são baixas durante a fase folicular. Em coletas de sangue frequentes, o primeiro aumento significativo das concentrações plasmáticas de progesterona ocorrem 10-12 h após a ovulação (TOWNSON et al., 1989; KOSKINEN et al., 1990), mas pode haver uma variabilidade substancial (6-60 h) entre éguas. Entretanto, em coleta de sangue uma vez por dia, este aumento progesterona plasmática pode ser detectado 24-48 h após a ovulação (ALLEN & HADLEY, 1974; PALMER & JOUSSET, 1975).

Dentro de 24 horas, o corpo lúteo e o tecido do estroma começam a crescer luteinizando o tecido, sendo acompanhado pela proliferação dos capilares que fornecem os nutrientes necessários e os fatores de crescimento para manter o desenvolvimento das células luteínicas (CUERVO-ARANGO et al., 2011).

Durante a fase lútea, concentração máxima de progesterona periférica é altamente variável entre éguas (SMITH et al., 1970). A morfologia do corpo lúteo não afeta a concentração de progesterona periférica (TOWNSON et al., 1979). No entanto, éguas com uma ovulação dupla tinha uma concentração de progesterona no plasma mais elevado do que aqueles com apenas um único ovulação (PALMER & JOUSSET, 1975; HENRY et al., 1982). A redução da progesterona e da área luteal está temporariamente associada com a prostaglandina (GASTAL et al., 1999). O corpo lúteo maduro produz 8-10 ng/mL de progesterona até 14-15 dias quando sofre luteólise caindo para 1-2 dias para 1ng/mL (ARRUDA et al., 2001). Éguas que mantêm concentrações de progesterona inferiores a 1ng/mL não demonstram sinais de estro, ovários pequenos e lisos, com folículos menores que 15 mm de diâmetro (BOETA et al., 2006).

#### **4.6 Escore de Condição Corporal**

A condição corporal (CC), representada pela quantidade de gordura armazenada em determinadas regiões do corpo do animal, pode ser utilizada para avaliação do estado nutricional, podendo também, ser relacionadas com a atividade reprodutiva (FRISH, 1980). Sendo o escore de condição corporal (ECC) um método subjetivo para estimar a deposição de gordura subcutânea, sendo amplamente utilizado na avaliação do balanço energético e do manejo alimentar equino (SUAGEE et al., 2008).

A CC equina estabelece um balanço entre a ingestão e o gasto de energia e é afetada por fatores externos e internos. Dentre eles, a disponibilidade de alimento, estado reprodutivo, carga parasitária, exigências de desempenho e alterações dentárias são os principais fatores que podem influenciar a condição corporal dos equinos (SHUFFITT e TenBROECK, 2003). Além disso, fatores ambientais, tais como a duração do dia e temperatura e mudanças climáticas, podem influenciar o sistema endócrino e, portanto, mediar a função reprodutiva e imunológica (NELSON et al., 1996; KLEIN et al., 1999; FERREIRA-DIAS et al., 2005).

A nutrição desenvolve papel importante na performance reprodutiva de várias espécies, pois um nível mínimo de gordura corporal é necessário para

garantir adequada atividade reprodutiva em mamíferos (FRISH, 1980; GENTRY et al., 2004). O estado nutricional e o balanço energético são reflexo da condição corporal e estas mudanças estão relacionadas com a eficiência reprodutiva das éguas (FRADINHO et al., 2014). Quando deficiente, provoca queda do desempenho reprodutivo, causando atraso no início do estro, aumento do número de serviços por concepção, aumento do intervalo entre partos e reduz o número de éguas prenhes por estação (SHUFFITT e TenBROECK, 2003).

Éguas com alta condição corporal exibem alta concentração de leptina (WALLER et al., 2006), hormônio relacionado com a condição corporal, a idade, gênero e estação (FITZGERALD & MCMANUS, 2000; GENTRY et al., 2002), uma importante ligação entre o tecido adiposo e o sistema reprodutivo, sinalizando a adequação das reservas energéticas para uma função reprodutiva normal. Em éguas, há uma correlação positiva entre concentração plasmática de leptina e ECC estando também envolvido na modulação da atividade ovariana (FRADINHO et al., 2014), isto porque modula o sistema neuroendócrino, regulando o processo reprodutivo através do estímulo da função hipotálamo-hipófise (BARB, 1999; BUFF et al., 2002; FERREIRA-DIAS et al., 2005).

Como forma de minimizar os impactos da má nutrição e baixo escore corporal, pode ser feito uso da suplementação alimentar, que representa um papel importante como agente estimulatório na atividade ovariana, pois éguas suplementadas apresentam maiores taxas de crescimento ovulatório, necessitam de um menor período para atingir o maior diâmetro folicular e menor intervalo à ovulação (SPINELLI et al., 2001).

Dependendo da raça e do estado fisiológico da égua podem ser necessários diferentes exigências nutricionais (HUNTINGTON et al., 2005, MORLEY & MURRAY 2014). Éguas pôneis nativas podem sobreviver no pasto sozinhas ou em lactação, com suplemento vitamínico e mineral, sem detrimento ao potro ou a perda de CC (HUNTINGTON et al., 2005). Nutrição e fatores ambientais contribuem para a fertilidade das éguas, mas podem ser influenciados por fatores adicionais como idade, parição, metabolismo hormonal, doenças, traumas e genética (ELLIS et al., 2006).

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, T. J.; BERISHA, B.; OZAWA, T.; SATO, K.; SCHAMS, K. Evidence for a local endothelin-angiotensin-atrial natriuretic peptide system in bovine mature follicles in vitro: effects on steroid hormones and prostaglandin secretion. **Biology of Reproduction**, v. 61, p. 1419-1425, 1999.

ANDRADE MOURA, J. C. Diagnóstico por imagem na reprodução equina “controle do útero”. **Ciência Animal – Edição Especial**, v. 22, n.1, p. 161-170, 2012.

ALEXANDER, S. L.; IRVINE, C. H. G. Effect of graded doses of gonadotrophin releasing hormone on serum LH concentrations in mares in various reproductive states: comparison with endogenously generated LH pulses. **Journal of Endocrinology**, v. 110, p. 19-26, 1986.

ALLEN, W. E. & HADLEY, J. C. Blood progesterone concentrations in pregnant and non-pregnant mares. **Equine Veterinary Journal**, v. 6, p. 87-93, 1974.

ARRUDA, R. P.; VISINTIN, J. A.; FLEURY, J. J.; GARCIA, A. R.; MADUREIRA, E. H.; CELEGHINI, E. C. C.; NEVES NETO, J. R. Existem relações entre tamanho e morfoecogenicidade do corpo lúteo detectados pelo ultrassom e os teores de progesterona plasmática em receptoras de embriões equinos? **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38 n.5, p. 233-239, 2001.

AURICH, C. Reproductive cycles of horses. **Animal Reproduction Science**, v. 124, p. 220-228, 2011.

BARB C. R. The brain-pituitary-adipocyte axis: role of leptin in modulating neuroendocrine function. **Journal Animal Science**, v. 77, p. 1249-57, 1999.

BERGFELT, D. R.; GINTHER, O.J. Follicular populations following inhibition of FSH with equine follicular fluid during early pregnancy in the mare. **Theriogenology**, v. 26, p. 735 – 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.; PIERSON, R. A.; GINTHER, O. J. Regression and resurgence of the CL following PGF<sub>2α</sub> treatment 3 days after ovulation in mares. **Theriogenology**, v. 65, p. 1605-1619, 2006.

BLANCHARD, T. L.; BRINSKO, S. P.; VARNER, D. D.; SCHUMACHER, J.; LOVE, C. C.; HINRICHS, K.; HARTMEN. **Manual of Equine Reproduction**. D. 3Ed., Elsevier, 2011.

BOETA, M.; PORRAS, A.; ZARCO, L. A.; AGUIRRE-HERNÁNDEZ, R. Ovarian activity of the mare during winter and spring at a latitude of 19° 21' North. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 2, p. 55-58, 2006.

BONAFOS, L. D.; CARNEVALE, E. M.; SMITH, C. A.; GINTHER, O. J. Development of uterine tone in nonbred and pregnant mares. **Theriogenology**, v. 42, p.1247-1255,1994.

BUFF, P. R.; DODDS, A. C.; MORRISON, C. D.; WHITLEY, N. C.; MCFADIN, E. L.; DANIEL, J. A.; et al. Leptin in horses: tissue localization and relationship between concentrations of leptina and body condition. **Journal Animal Science**, v. 80(11), p. 2942-2948, 2002.

CUERVO-ARANGO, J.; BEG, M. A.; GINTHER, O. J. Follicle and systemic hormone interrelationships during induction of luteinized unruptured follicles with a prostaglandin inhibitor in mares. **Theriogenology**, v. 76, p. 361-373, 2011.

CUERVO-ARANGO, J.; MATEU-SÁNCHEZ, S.; AGUILLAR, J. J.; NIELSEN, J. M.; ETCHARREN, V.; VETTORAZZI, M. L.; NEWCOMBE, J. R. The effect of the interval from PGF treatment to ovulation on embryo recovery and pregnancy rate in the mare. **Theriogenology**, v. 83, p. 1272-1278, 2015.

DONADEU, F. X.; GINTHER, O. J. Interrelationships of estradiol, inhibin and gonadotropins during follicle deviation in pony mares. **Theriogenology**, v. 61, p. 1395-1405, 2004.

DONADEU, F. X. & WATSON, E. D. Seasonal changes in ovarian activity: Lessons learnt from the horse. **Animal Reproduction Science**, v. 100, p. 225-242, 2007.

DAVIES MOREL, M. C. G.; NEWCOMBE, J. R.; HAYWARD, K. Factors affecting pre-ovulatory follicle diameter in the mare: the effect of mare age, season and presence of other ovulatory follicles (multiple ovulation). **Theriogenology**, v. 74, p. 1241-1247, 2010.

DAVIS, S. D.; SHARP, D. C. Intrafollicular and peripheral steroid characteristics during vernal transition in the pony mare. **Biology Reproduction**, v. 42 (Suppl. 1): 60, 1990.

ELLIS, A.; BOEKHOFF, M.; BAILONI, L.; MANTOVANI, R. **Nutrition and equine fertility**. In: Miraglia, N.; Martin-Rosset, W.; editors. Nutrition and feeding of the broodmare. EAAP, 2006. p. 341-366.

FERREIRA-DIAS, G.; CLAUDINO, CARVALHO, F. H.; AGRÍCOLA, R.; ALPOIM-MOREIRA, J.; SILVA, J. R. Seasonal reproduction in the mare: possible role of plasma leptin, body weight and immune status. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 203-213, 2005.

FRADINHO, M. J. CORREIA, M. J.; GRÁCIO, V.; BLIEBERNICHT, M.; FARRIM, A.; MATEUS, L.; MARTIN-ROSSET, W.; BESSA, R. J. B.; CALDEIRA, R. M.;

FERREIRA-DIAS, G. Effects of body condition and leptina on the reproductive performance of Lusitano mares on extensive system. **Theriogenology**, v. 81, p. 1214-1222, 2014.

FRISCH R. E. Pubertal adipose tissue: is it necessary for normal sexual maturation? Evidence from the rat and human female. **Federation Proceedings [Jornal]**, v. 39, p. 2395-2400, 1980.

GARCIA, M. C.; GINTHER, O. J. Effects of ovariectomy and season on plasma luteinizing hormone in mares. **Endocrinology**, 98: 958-962, 1976.

GASTAL, E. L.; BERGFELT, D. R.; NOGUEIRA, G. P.; GASTAL, M. O.; GINTHER, O. J. Role of luteinizing hormone in follicle deviation based on manipulating progesterone concentrations in mares. **Biology of Reproduction**, v. 61, p. 1492-1498, 1999.

GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O. Equine preovulatory follicle: blood flow changes, prediction of ovulation and fertility. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 239-252, 2011.

GAZOLLA, A. G.; SERRA, O. R.; LIMA, F. C. et al. Pelagens do cavalo da raça baixadeira. In: **46ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, p.1-3, 2009.

GENTRY, L. R.; THOMPSON JR, D. L.; GENTRY JR, G. T.; DAVIS K. A. GODKE, R. A.; CARTMILL, J. A. The relationship between body condition, leptin, and reproductive and hormonal characteristics of mares during the seasonal anovulatory period. **Jornal Animal Science**, v. 80, p. 2695-2703, 2002.

GENTRY, L. R.; THOMPSON JR, D. L.; GENTRY JR, G. T.; DEL VECCHIO, R. P.; DAVIS, K. A.; DEL VECCHIO, P. M. The Relationship Between Body Condition Score and Ultrasonic Fat Measurements in Mares of High Versus Low Body Condition. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 24, p. 198-203, 2004.

GIGLI, I.; RUSSO, A.; AGUERO, A. Consideraciones sobre La dinámica ovárica em equino, bovino e camelydos sudamericanos. **International Veterinary**, v. 8, p. 183-204, 2006.

GINTHER, O. J. Folliculogenesis during the transitional period and early ovulatory season in mares. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 90, p. 311-320, 1990.

GINTHER, O. J. **Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects** (2Ed), Cross Plains, WI: Equiservices Publishing. p. 640, 1992.

GINTHER, O. J. **Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects** (2nd ed). EquiServices, Cross Plains, WI., p.640. 1995.

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

GINTHER, O. J.; BEG, M. A.; BERGFELT, D. R.; DONADEU, F. X.; KOT, K. Follicle selection in monovular species. **Biology of Reproduction**, v. 65, p. 638-647, 2001.

GINTHER, O. J.; BEG, M. A. DONADEU, F. X.; BERGFELT, D. R. Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. **Animal Reproduction Science**, v. 78, p. 239-257, 2003.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A. Seasonal influence on equine follicle dynamics. **Animal Reproduction Science**, v. 1, n. 1, p 31-44, 2004a.

GINTHER, O. J.; BEG, M. A.; GASTAL, M. O.; GASTAL, E. L. Follicle dynamics and selection in mares. **Animal Reproduction Science**, v. 1, n. 1, p. 45-63, 2004b.

GINTHER, O. J.; UTT, M. D.; BEG, M. A. Follicle deviation and diurnal variation in circulating hormone concentrations in mares. **Animal Reproduction Science**, v. 100, p. 197-203, 2007a.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O.; UTT, M. D.; BEG, M. A. Luteal blood flow and progesterone production in mares. **Animal Reproduction Science**, v. 99, p. 213-220, 2007b.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A. Dynamics of the equine preovulatory follicle and periovulatory hormones: what's new? **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n. 8, p 454-460, 2008a.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; RODRIGUES, B. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A. Follicle diameters and hormones concentrations in the development of single versus double ovulation in mares. **Theriogenology**, v. 69, p. 583-590, 2008b.

GINTHER, O. J. & BEG, M. A. Concentrations of circulating hormones normalized to pulses of a prostaglandin F<sub>2α</sub> metabolite during of espontaneous luteolysis in mares. **Theriogenology**, v. 78, p. 1111-1119, 2009.

GINTHER, O. J.; RODRIGUEZ, M. B.; BEG, M. A. Concentrations of circulating hormones during the interval between pulses of a PGF<sub>2α</sub> metabolite in mares and heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 128, p. 22-28, 2011.

GRIFFIN, P. G.; HERMENET, M. J.; GINTHER, O. J. A transient increase in uterine tone during early diestrus in mares. **Theriogenology**, v. 37, p. 1185-1190, 1992.

GURGEL, J. R. C.; VIANA, C. H. C.; PEREZ, E. G. A. NICHI, M. Dinâmica folicular em éguas: aspectos intrafoliculares. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte, v.32, n.2, p. 122-132, abr./jun. 2008. Disponível em: [www.cbra.org.br](http://www.cbra.org.br).

HAYES, K. E. N.; GINTHER, O. J. Role of progesterone and estrogen in development of uterine tone in mares. **Theriogenology**, v. 24, n.4, p. 581-590, 1986.

HEIDLER, B.; AURICH, J. E.; POHL, W.; AURICH, C. Body weight of mares and foals estrous cycles and plasma glucose concentration in lactating and non-lactating Lipizzaner mares. **Theriogenology**, v. 61, p. 883-893, 2004.

HENRY, M.; CORYN, M.; VANDEPLASSCHE, M. Multiple ovulation in the mare. **Zbl Vet Med A**, v. 29, p. 170-84, 1982.

HUNTINGTON, P.; OWEN, E.; CRANDELL, K.; PAGAN, J. **Nutritional management of mare – the foundation of a strong skeleton**. In: Pagan J. D. editor. *Advances in equine nutrition III*. Nottingham University Press, 2005. p. 193-218.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/estadosat/censo2010>. Acesso 11.02.2016.  
IRVINE, C. H. G. Prostaglandins. In A. O. Mckinnon & J. L. Voss (Eds.), **Equine reproduction** (Chap. 34, pp. 319-324). Philadelphia: Lea & Febiger. (1993).

KING, S. S.; DOUGLAS, B. L.; ROSER, J. F.; SILVA, K. L.; JONES, K. L. Differential luteolytic function between the physiological breeding season, autumn transition and persistent winter cyclicity in the mare. **Animal Reproduction Science**, v. 117, p.232-240, 2010.

KLEIN, S. L.; NELSON, R. J. Influence of social factors on immune function and reproduction. **Reviews of Reproduction**, v. 4, p. 168-78, 1999.

KOSKINEN, E.; LINDEBERG, H.; KUNTSI, H.; KATILA, T. Milk and serum progesterone levels in mares after ovulation. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 31, p. 441-444, 1990.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio-Ambiente (SEMATUR). **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão**. São Luís, 1991. 193 p.

METCALF, E. S.; THOMPSON M. M. The effect of PGF<sub>2α</sub> – induction of estrous on pregnancy rates in mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 30, n. 4, p. 196-199, 2010.

MIRO, J. Ovarian ultrasonography in the mare. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 47, n. 3, p. 30-33, 2012.

MORLEY, S. A.; & MORRAY, J. A. Effect of body condition scoring on the reproductive physiology of the broodmare: a review. **Journal of equine Veterinary Science**, v. 34, p. 842-853, 2014.

NAGY, P.; GUILLAUME, D.; DAELS, P. Seasonality in mares. **Reproduction Science**, v. 60/61, p. 245-62, 2000.

NELSON, R. J.; DEMAS, G. E. Seasonal changes in immune function. **Quarterly Review of Biology**, v.71, p. 511-48, 1996.

NEWCOMBE, J. R.; JOCHLE, W.; CUERVO-ARANGO, J. Effect of dose of cloprostenol on the interval to ovulation in the diestrous mare: a retrospective study. **Jornal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n.9, p. 532-539, 2008.

PALMER, E.; JOUSSET, B. Urinary oestrogen and plasma progesterone levels in non-pregnant mares. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 23, p. 213-21, 1975.

PALMER E.; GUILLAUME, D. Photoperiodism in the equine species – what is a long night. **Animal Reproduction Science**, v. 28, p. 21-30, 1992.

PINHEIRO, C. U. B.; SANTOS, V. M.; FERREIRA, F. R. R. Usos de subsistência de espécies vegetais na região da baixada maranhense. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 1, 2005.

ROMANO, M. A.; MUCCILOLO, R. G.; FELICIANO e SILVA, A. E. D. Biologia reprodutiva de éguas: estudo do ciclo estral e momento da ovulação. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 35, p. 23-28, 1998.

SANTOS, S. A.; MCMANUS C.; MARIANTE, A. S.; SERENO, J. R. B.; SILVA, J. A.; EGITO, A.; ABREU, U. G. P.; COMASTRI FILHO, J. A.; Lara, M. A. Estratégias de Conservação in situ do Cavalo Pantaneiro. **EMBRAPA - Documento 55**, p. 31, 2003.

SAMPER, J. C.; PYCOCK, J. F.; MCKINNON, A. O. **Current therapy in equine reproduction**. Saint Louis: Elsevier; 2007.

SAMPER J. C. Induction of estrus and ovulation: Why some mares respond and others do not. **Theriogenology**, v. 70, p. 445-447, 2008.

SERENO, J. R. B.; SANTOS, S. A.; ZÚCCARI, C. E. S. N.; MAZZA, M. C. M. Avaliação do desempenho reprodutivo e estabelecimento da estação de monta de equinos em regime de monta natural a campo no Pantanal. Corumbá-MS: **EMBRAPA- Comunicado Técnico**, v.15, 1996.

SERRA, O. R. Condições de manejo, preservação e caracterização fenotípica do grupamento genético equino “Baixadeiro”. p. 77 f. 2004. **Dissertação** (Mestrado em Agroecologia – Escola de Agronomia - UEMA). Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, 2004.

SHUFFITT, J. M. & TenBROECK, S. H. Body Condition Scoring of Horses. **Florida Equine Institute**, 2003.

SMITH I. D.; BASSETT, J. M.; WILLIAMS, T. Progesterone concentrations in the peripheral plasma of the mare during the oestrus cycle. **Journal of Endocrinology**, v. 47, p. 523-524, 1970.

SOUZA, F. A. Taxa de concepção de éguas cobertas 12 ou 24 horas após a ovulação. **Dissertação de Mestrado**, UFMG, Belo Horizonte, Brasil. (2007).

SPINELLI, V.; GASTAL, M. O.; GASTAL, E. L. Follicular activity in mares submitted to different nutrition diets. **Biology of Reproduction**. Suppl. v. 62, p. 292, 2001.

SUAGEE, J. K.; BURK, M. O.; QUINN, R. W.; PETERSEN, E. D.; HARTSOCK, T. G.; DOUGLAS, L. W. Effects of diet and weight gain on body condition scoring in Thoroughbred Geldings. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28, n3, p. 156-166, 2008.

SQUIRES E. L. Hormonal Manipulation of the Mare: A Review. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 28; p. 627-634, 2008.

TORTONESE, D. J.; GREGORY, S. J.; EAGLE, R. C.; SNEDDON, C. L.; YOUNG, C. L.; TOWNSEND, L. The equine hypophysis: a gland for all seasons. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 13, p. 591-597, 2001.

TOWNSON, D. H.; PIERSON, R. A.; GINTHER, O. J. Characterization of plasma progesterone concentrations for two distinct luteal morphologies in mares. **Theriogenology**, v. 32, p. 197-204, 1989.

WALLER, C. A.; THOMPSON JR, D. L.; CARTMILL, J. A.; STORER, W. A.; HUFF, N. K. Reproduction in high body condition mares with high versus low leptin concentrations. **Theriogenology**, v. 66, p. 923-928, 2006.

## CAPÍTULO 1: ARTIGO

### **Desenvolvimento folicular periovulatório de éguas do grupamento genético Baixadeiro durante período chuvoso e seco**

*Pre ovulatory follicular development mares genetic grouping Baixadeiro during dry season and rainy*

L. C. Rosa<sup>1\*</sup>; L. B. O. Chung<sup>1</sup>; E. C. S. Dias<sup>3</sup>; R. S. Melo<sup>4</sup>; F. L. C. Pereira<sup>5</sup>; F. J. Moraes Jr<sup>6</sup>; R. M. Chaves<sup>7</sup>

1 – Mestranda em Ciência Animal e autor para correspondência UEMA; 2 – Mestrando em Ciência Animal UEMA; 3 – Médica Veterinária/ Técnica LABRA; 4 – Graduanda em Medicina Veterinária/UEMA; 5 – Graduando em Zootecnia/UEMA; 6 – Professor Mestrado em Ciência Animal/UEMA; 7 – Professor Adjunto III/ UEMA.

\*E-mail para correspondência: lucianacordeirorosa@bol.com.br

#### **Resumo**

Este trabalho propôs verificar a ocorrência de estacionalidade reprodutiva nas éguas do grupamento Genético Baixadeiro através da avaliação ultrassonográfica ovariana e uterina. As éguas (n=14) foram sincronizadas com duas doses intervaladas de PGF<sub>2α</sub>. Foram monitorados peso e escore de condição corporal (ECC) durante o período experimental e registrados os índices de pluviosidade e luminosidade. Palpação e ultrassonografia ocorreram em dias alternados para registro do desenvolvimento folicular, assim como os dados de morfoecogenicidade uterina e tonicidade. A avaliação tornou-se diária quando apresentaram folículos >30mm. Não houve diferença estatística quanto à sincronização (p>0,05), peso e ECC entre os períodos chuvoso e seco, assim como também não apresentaram diferença significativa na taxa de ovulação e para as características do desenvolvimento avaliadas, exceto para folículos médios e grandes (p<0,05) que foram maiores no período chuvoso e seco, respectivamente. Houve diferença estatística para luminosidade, mas não para pluviosidade. As éguas do grupamento Genético Baixadeiro não apresentaram estacionalidade reprodutiva em condições semelhantes ao ambiente natural. São cíclicas ao longo do ano, desde que haja disponibilidade de alimento para

manutenção do peso e condição corporal e assim demonstrarem atividade reprodutiva.

**Palavras-chave: estro, desenvolvimento folicular, égua Baixadeiro**

### **Abstract**

This work aims to verify the occurrence of reproductive seasonality of mares grouping Genetic Baixadeiro by ovarian and uterine ultrasonographic evaluation. The mares (n = 14) were synchronized with two spaced doses of PGF2 $\alpha$ . They were monitored weight and body condition score (BSC) during the trial period and recorded the rates of rainfall and luminosity. Palpation and ultrasonography occurred every other day for registration of follicular development, as well as data uterine morphoechogenicity and tone. This evaluation became daily when presented follicles >30mm. There was no statistical difference in the synchronization (p> 0,05), weight and BSC between the rainy and dry seasons, as well as no significant difference in ovulation rate and for the development characteristics evaluated, except for medium and large follicles (p <0,05) were higher in the rainy season and dry, respectively. There was statistical difference for light, but not for rainfall. The mares of the grouping Genetic Baixadeiro showed no reproductive seasonality in conditions similar to the natural environment. Are cyclical throughout the year, provided there is availability of food to maintain body weight and condition and thus demonstrate reproductive activity.

**Keywords: estrus, follicular development, Baixadeiro mares**

## **1. Introdução**

O cavalo Baixadeiro compõe um grupamento genético distinto, típico da região da Baixada Maranhense, localizado ao norte do Estado do Maranhão. São animais criados de forma ultra-extensiva, utilizados na agricultura e na pecuária de subsistência pelos criadores locais, exercendo assim, um importante elemento socioeconômico (GAZOLLA et al., 2009). Possuem maior resistência

às condições ambientais locais, quando comparados a equinos de outras raças, assim como estão aptos a se reproduzirem o ano inteiro (SERRA, 2004).

Os equinos de modo geral, são classificados como animais de reprodução sazonal, apresentando vários ciclos ao longo da estação reprodutiva. Do ponto de vista endócrino, as mudanças que ocorrem durante a transição da estação reprodutiva para a estação não reprodutiva estão relacionadas ao declínio da síntese das gonadotrofinas (WILLIAMS et al., 2012). Porém, vários fatores podem influenciar reprodução, dentre eles destacam-se fatores imunes, ambientais como fotoperíodo e temperatura, e nutricionais (NELSON & DEMAS, 1996; KLEIN & NELSON, 1999; FERREIRA-DIAS et al., 2005) e a estacionalidade (NAGY et al., 2000).

As mudanças no fotoperíodo correspondem à primeira forma controle da dinâmica folicular e do ritmo reprodutivo dos equinos, em que a concepção e a época de parição ocorrem quando as condições climáticas e a disponibilidade de alimento são favoráveis (NAGY et al., 2000). Entretanto, algumas populações equinas continuam os ciclos reprodutivos ao longo do ano (AURICH, 2011).

Em éguas, o intervalo interovulatório dura entre 16 e 25 dias, com média de 21 dias e essa larga variação é devido à diferença do comprimento do estro (CUERVO-ARANGO et al., 2015). O estro tem em média 6,5 dias, período que ocorre o crescimento e desenvolvimento de folículos (ANDRADE MOURA, 2012) durante a emergência da onda folicular ovulatória (GINTHER et al., 2003) e resulta na dominância de um único folículo pré-ovulatório (DAVIES MOREL et al., 2010). Se encerra na ovulação, que sob estímulo de LH, as células da granulosa se transformam em células luteínicas, invadindo o coágulo sanguíneo para formação do corpo lúteo (ARRUDA et al., 2001).

Éguas podem ter o início do estro induzido após a administração de um agente luteolítico, como a  $PGF_{2\alpha}$  (METCALF et al., 2010). Animais em diestro com corpo lúteo funcional podem retornar ao estro 3 a 4 dias após a indução e a ovulação ocorre entre 8 a 10 dias (SAMPER, 2008). E esse retorno depende da dose administrada, do desenvolvimento folicular e dos aspectos individuais das éguas (CUERVO-ARANGO et al., 2015).

Estas características referentes ao desenvolvimento folicular podem variar entre raças, éguas de um mesmo rebanho e entre animais de diferentes regiões (VALLE et al., 2005), principalmente em regiões próximo ao Equador,

onde são limitadas as informações sobre a estacionalidade reprodutiva e a atividade ovariana para estes animais (BOETA et al., 2006). Este trabalho propôs avaliar o efeito da sincronização do estro, e verificar a ocorrência de estacionalidade reprodutiva nas éguas do grupamento Genético Baixadeiro por meio da avaliação ultrassonográfica do desenvolvimento folicular e alterações de ecogenicidade uterina.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Local e período experimental

O experimento foi realizado em duas etapas durante os períodos chuvoso (PC - fevereiro) e seco (PS - julho) de 2015, na Fazenda Escola de São Bento da Universidade Estadual do Maranhão (FESB/UEMA, latitude 18°59'S; longitude 56°39'W), onde está situada a Unidade de Estudo, Pesquisa e Conservação do Cavallo Baixadeiro (UEPCCB). Na região da Baixada Maranhense o período chuvoso é caracterizado por apresentar média elevada de pluviosidade de 1600 mm (máxima de 2500 mm), enquanto o período seco apresenta maior taxa radiação global e taxa de evaporação (EL-ROBRINI et al., 2006).

Dados referentes ao índice pluviométrico e luminosidade foram acompanhados durante os meses de fevereiro e julho para avaliar o grau de interferência dos fatores ambientais no desenvolvimento folicular.

### 2.2 Grupos experimentais

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEA – CONCEA/MCT UEMA), tendo o número de protocolo 019/2015.

Foram utilizadas 14 éguas com média de idade de  $6,35 \pm 1,21$ , oriundas dos campos da Baixada Maranhense e introduzidas na Fazenda Escola. Eram mantidas soltas em piquetes (0,5 ha cada um) com vegetação nativa, principalmente gramíneas das espécies *Paratheria prostata*, *Paspalum virgatum* e *Acrocera zizanoides*, e suplementadas com ração comercial (Equimax® 12MA).

Avaliou-se ao durante os meses, o peso vivo, estimado através de fitas de pesagem para equinos e o escore de condição corporal (ECC), baseada na

escala de Henneke et al. (1983), considerando as regiões de pescoço, cernelha, costado e garupa. As avaliações foram realizadas em intervalos de dez dias, considerando o início, meio e fim de cada etapa, para cálculo da média por período.

### *2.3 Sincronização*

Para os dois períodos experimentais, as éguas foram sincronizadas com duas doses de 1 mL de prostaglandina  $PGF_{2\alpha}$  (Sincrocio<sup>®</sup>) num intervalo de 10 dias. Após 72 horas, foram monitoradas através da palpação transretal e ultrassonografia (Mindray<sup>®</sup> DP 2200 VET; transdutor linear transretal 5 MHz e frequência 7,5 MHz), para caracterização do tônus uterino, desenvolvimento folicular e edema uterino.

### *2.4 Avaliação ginecológica*

As éguas eram expostas a dois garanhões em idade reprodutiva para a rufiação e identificação do estro. Pela palpação transretal o tônus uterino foi classificado subjetivamente em uma escala que varia de 1 para tônus uterino mínimo (flácido) a 4 para o tônus máximo (túrgido), de acordo com o critério utilizado por Hayes et al. (1985).

### *2.5 avaliação ultrassonográfica*

As frequências de palpação e ultrassom ocorreram a cada 48 horas até o registro de um folículo com 30 mm de diâmetro, quando foram submetidas a avaliações diárias até a detecção da ovulação (adaptado GREENHOFF & KENNEY 1975; VALLE et al., 2005). As fêmeas eram consideradas em estro quando apresentaram folículos de 25 mm de diâmetro (PIERSON, 1993).

Os folículos foram identificados e a partir de imagens congeladas, traçando-se duas linhas perpendiculares com obtenção do valor médio em milímetros, para determinação dos diâmetros foliculares e avaliação do desenvolvimento folicular durante o período periovulatório. Os folículos foram

classificados com base no diâmetro em pequenos ( $\leq 15$  mm), médios (16-30 mm) e grandes ( $\geq 30$  mm; BOETA et al., 2006).

A taxa de crescimento folicular diária foi estabelecida dividindo-se a diferença entre os diâmetros máximo e mínimo do folículo dominante desde a emergência folicular até o dia anterior à ovulação (ALMEIDA et al., 2001), para cada folículo dominante obtendo-se a média para chuva e seca.

A avaliação da ecotextura uterina foi realizada por meio de imagens ultrassonográficas transversais determinando o grau de escore uterino seguindo a classificação subjetiva estabelecida por Samper e Pycock (2007), que estabelece grau de edema entre 0 e 5, em que 0 corresponde a útero sem edema, 4 com forte edema e 5 com edema anormal.

### *2.6 Delineamento experimental e Análise Estatística*

O experimento teve delineamento inteiramente ao acaso, com dois tratamentos (período chuvoso e seco) e 14 repetições (animais).

Os dados não-paramétricos foram analisados pela média, desvio padrão e frequência percentual das variáveis consideradas. O programa estatístico SAS (teste Student Newman Keuls) foi utilizado para determinar diferença para os dados entre período chuvoso e seco das variáveis peso, ECC, tônus, sincronização, precipitação pluviométrica, duração do dia e das variáveis do desenvolvimento folicular. Para a classificação dos diâmetros foliculares os dados foram normalizados pelo teste de Cramer-von Mises e para as análises das interações entre tratamentos e entre períodos foi realizado um fatorial de múltipla comparação pelo teste Tukey-Kramer. A diferença da taxa de ovulação entre os períodos foi determinada pelo teste do Qui-Quadrado. O nível de significância para as análises considera  $p < 0,05$ .

## **3. Resultados**

As fêmeas avaliadas durante os dois períodos não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para peso, ECC, tônus e edema uterino. Os dados considerados para os períodos chuvoso e seco foram agrupados na tabela abaixo.

**Tabela 1. Médias e desvios-padrão do peso, escore de condição corporal, tônus, edema uterino das éguas do grupamento genético Baixadeiro durante os períodos chuvoso e seco de 2015**

VARIÁVEIS	PERÍODO	
	CHUVOSO	SECO
PESO (Kg)	236,11 ± 34,72 <sup>A</sup>	234,77 ± 30,78 <sup>A</sup>
ECC	3,60 ± 0,59 <sup>A</sup>	3,63 ± 0,58 <sup>A</sup>
TÔNUS	2,22 ± 0,22 <sup>A</sup>	2,24 ± 0,36 <sup>A</sup>
EDEMA	0,39 ± 0,33 <sup>A</sup>	0,51 ± 0,44 <sup>A</sup>

Letra maiúscula diferente na mesma linha indica diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

Os animais que apresentaram maior peso e ECC exibiram atividade reprodutiva, respondendo a sincronização e apresentando desenvolvimento folicular.

O número total de folículos apresentados por égua não diferiu entre os períodos ( $p > 0,05$ ), sendo a média total de folículos de 11,85 ± 3,54 mm e 10,71 ± 3,79 mm para períodos chuvoso e seco respectivamente. Neste total, os animais avaliados apresentaram folículos pequenos, médios e grandes descritos na tabela 2.

**Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos diâmetros foliculares durante os períodos chuvoso e seco de 2015**

PERÍODO	DIÂMETROS FOLICULARES		
	≤ 15 mm	16 – 30 mm	≥ 30 mm
CHUVOSO	10,97 ± 0,15 <sup>Ca</sup>	22,71 ± 0,27 <sup>Ba</sup>	34,45 ± 0,55 <sup>Ab</sup>
SECO	10,40 ± 0,21 <sup>Ca</sup>	19,50 ± 0,43 <sup>Bb</sup>	38,44 ± 1,82 <sup>Aa</sup>

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

Nos períodos chuvoso e seco, houve diferença significativa para folículos pequenos, médios e grandes, indicando que os animais apresentaram desde pequenos folículos, que mantiveram seu desenvolvimento, ocorrendo o desvio folicular até o registro de folículos pré-ovulatórios resultando na ovulação. Entre períodos, a diferença ( $p < 0,05$ ) ocorreu para médios e grandes folículos. Sendo superior no período chuvoso quando foi registrado maior número de folículos entre 16-30 mm e com diâmetros maiores, quanto aos grandes folículos, o período seco apresentou maior média, pois embora em menor número os diâmetros foram maiores.

Com relação à frequência de ovulação, não ocorreu diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre os períodos, entretanto, 57,14% (8/14) ovularam no período chuvoso e 28,57% (4/14) no período seco, no qual foi registrado um intervalo interovulatório de 19 dias para uma égua.

Para os animais que ovularam, as variáveis analisadas estão descritas na tabela 3. As demais éguas que não registraram ovulação em ambos os períodos, apresentaram apenas folículos pequenos e médios.

Dentre as características do período periovulatório, não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) intervalo de sincronização, estro, número total de folículos, folículos dominante e subordinado e taxa de crescimento folicular entre os períodos.

Quanto ao intervalo entre sincronização e ovulação, durante o período chuvoso, cinco éguas ovularam entre 7-9d e outras três ovularam entre 16-22d, enquanto no período seco, duas éguas ovularam entre 5-11d duas entre 21-31d. O estro foi menor entre as éguas que tiveram o intervalo entre sincronização e ovulação menor, e conseqüentemente, maior quando o intervalo também foi maior, independente do período.

Na divergência folicular, os folículos dominantes (PC  $21,8 \pm 2,00$  mm/ PS  $21,57 \pm 1,70$  mm) e subordinados (PC  $19,03 \pm 2,45$  mm/ PS  $17,71 \pm 1,90$  mm) não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) entre chuvoso e seco.

**Tabela 3. Médias e desvios-padrão das variáveis do desenvolvimento folicular das éguas do grupamento genético Baixadeiro durante os períodos chuvoso e seco de 2015**

VARIÁVEIS	PERÍODO	
	CHUVOSO	SECO
INTERVALO DE SINCRONIZAÇÃO (dias)	$12,25 \pm 5,85^A$	$15,40 \pm 10,52^A$
ESTRO (dias)	$7,18 \pm 3,02^A$	$7,45 \pm 3,05^A$
DIÂMETRO FOLÍCULO POV* (mm)	$35,40 \pm 2,37^B$	$39,70 \pm 2,77^A$
TAXA DE CRESCIMENTO FOLICULAR (mm/dia)	$2,34 \pm 0,49^A$	$1,66 \pm 1,06^A$

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indica diferença estatística ( $p < 0,05$ ). \*Pré-ovulatório.

O diâmetro do folículo pré-ovulatório, apresentou diferença entre os períodos, sendo superior durante o período seco, uma vez que as éguas neste período levaram mais tempo para ovular.

Quanto aos índices de pluviosidade e luminosidade (tabela 4), houve diferença entre os períodos para a luminosidade diária ( $p < 0,05$ ), sendo maior no mês de fevereiro, onde a diferença média de luminosidade entre os períodos é de 12 minutos. O índice de precipitação pluviométrica, embora sem diferença significativa ( $p > 0,05$ ), apresentou média superior em fevereiro.

**Tabela 4. Médias e desvios-padrão para precipitação pluviométrica e luminosidade referentes ao período experimental - fevereiro e julho de 2015**

VARIÁVEIS	PERÍODO	
	CHUVOSO	SECO
PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DIÁRIA*	4,07 ± 0,77 <sup>A</sup>	1,10 ± 2,65 <sup>A</sup>
LUMINOSIDADE DIÁRIA**	12,18 ± 0,02 <sup>A</sup>	11,98 ± 0,01 <sup>B</sup>

Letra maiúscula diferentes na mesma linha indica diferença estatística ( $p < 0,05$ ).  
 FONTE: \*NUGEO; \*\*INMET

#### 4. Discussão

Embora não houvesse diferença significativa para peso e ECC entre os dois períodos (tabela 1), os animais que apresentaram atividade reprodutiva foram aqueles com maior peso e melhor condição corporal. Mas a perda de peso sofrida por estes animais (15 Kg) entre os períodos, pode ter interferido no desenvolvimento folicular, uma vez que algumas éguas que ovularam no período chuvoso não chegaram a ovular no período seco. Pois a disponibilidade de energia pode aumentar o número de animais ovulando (KUBIACK et al., 1987).

Os animais que não ovularam em ambas etapas, tiveram baixo peso e ECC, resultando na ausência de atividade ovariana. Isto porque dentre os fatores que influenciam a reprodução, peso e ECC refletem a deficiência nutricional, indicada por uma baixa condição corporal, que provoca queda do desempenho reprodutivo, incluindo o atraso do início do estro (SHUFFITT e TenBROECK, 2003). Da mesma forma, a restrição alimentar pode aumentar o intervalo até a ovulação (HENNEKE et al., 1984). Além disso, éguas com baixo ECC possuem baixas concentrações hormonais resultando em deficiência de atividade folicular, quando comparadas com éguas de elevado ECC, que apresentaram maiores concentrações hormonais, maior número de corpos lúteos e maior média e número de folículos (GENTRY et al., 2002).

Embora as variáveis tônus e edema uterino não diferissem estatisticamente ( $p > 0,05$ ), notou-se mudanças ao longo do estro para o tônus

em que as éguas que ovularam demonstraram tônus máximo, diminuindo à medida que se aproximava da ovulação quando se tornava intermediário. Entretanto, as éguas que não desenvolveram grandes folículos e não ovularam mantiveram o tônus intermediário. Fato também observado por Hayes et al. (1986), que registrou aumento do tônus de flácido a intermediário, à medida que se aproxima da fase luteal (GRIFFIN et al., 1992). Entretanto, o tônus não se altera durante a estacionalidade anovulatória (HAYES et al., 1986), e embora os animais avaliados não sejam considerados estacionais, aqueles com baixa condição corporal também não demonstraram mudanças na tonicidade.

Quanto ao edema, durante o período chuvoso foi registrado um maior número de éguas cíclicas e com maior grau de edemaciação identificado pela presença de fluido e formação de pregas endometriais quando registrado um folículo pré-ovulatório. Porém, no período seco, éguas que não ovularam apresentaram folículos médios (16 - 30 mm) e desenvolveram edema com classificação entre 0 - 2. Essas mudanças ocorrem gradualmente ao longo do estro (HAYES et al., 1985) e caracteriza o edema estral, resultante da ação do estrógeno secretado por este folículo que promove alterações tanto na consistência como na textura uterina devido aumento de fluido produzido pelas glândulas endometriais (ANDRADE MOURA & MERKT, 1996).

As características de desenvolvimento folicular para as éguas Baixadeiro foram semelhantes aos encontrados na literatura. As éguas tiveram o estro induzido pela administração de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  e apresentaram média de intervalo entre sincronização e ovulação para ambos os períodos superior ao descrito na literatura (tabela 3), pois éguas sincronizadas com  $\text{PGF}_{2\alpha}$  ovulam entre 8 – 10 dias após a indução (SAMPER, 2008).

Esse intervalo pode ser variar entre raças como,  $7,52 \pm 0,21$  dias para éguas Standard Breed e  $8,4 \pm 0,1$  dias e éguas Polo Pony (CUERVO-ARANGO et al., 2015),  $7 \pm 1,8$  dias (COFFMAN et al., 2014) e  $8,4 \pm 2,5$  dias (BENDER et al., 2015) para éguas Quarto de Milha. Entretanto, esse intervalo é dependente da dose administrada (CUERVO-ARANGO et al., 2015) e do tamanho do folículo no momento da administração (SAMPER, 2008; BENDER et al., 2015). O que foi observado, quando uma égua ovulou 48 horas após a segunda dose de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , por haver um folículo pré-ovulatório e possibilitando acompanhar o intervalo interovulatório, pois a presença de um grande folículo no início do

tratamento resulta em ovulação em 72 horas (SAMPER, 2008), enquanto éguas que apresentam pequenos folículos levam mais tempo para o desenvolvimento de um folículo dominante e a ovulação (BENDER et al., 2015).

O estro teve duração média de sete dias em ambos os períodos (tabela 3), dentro do que se espera para a espécie, que pode compreender um intervalo entre 2 a 12 dias, sendo tipicamente mais longo no início da época reprodutiva (BLANCHARD et al., 1998), demonstrando a alta variabilidade de duração além de ser responsável pelas grandes alterações ao longo do ciclo estral (ROMANO et al., 1998). Pesquisadores encontraram duração do estro de  $6,63 \pm 0,37$  dias na égua pantaneira (ZÚCCARI, 2002);  $7,2 \pm 4,3$  dias para éguas mestiças (VALLE et al., 2005),  $9,28 \pm 4,85$  dias para éguas Puro Sangue Árabe e  $5,42 \pm 1,77$  dias para Cruza Árabe (ROMANO et al., 1998), demonstrando a variação entre raças de diferentes localidades e condições de manejo e ambientais. Em regiões cujo fotoperíodo atua, principalmente durante o verão, a duração do estro diminui devido a uma aceleração da foliculogênese antes da ovulação, à medida que o fotoperíodo se torna mais favorável (SHIRAZI et al., 2002).

O total de folículos que podem ser recrutados fica em torno 7 - 11 folículos em média, que envolve uma fase comum de crescimento. (GINTHER et al., 2001). No entanto, éguas com baixa condição corporal podem apresentar menos folículos antes da primeira ovulação da temporada reprodutiva (GASTAL et al., 2004). As médias encontradas para as éguas foram de 10-11 folículos em cada período, correspondendo ao número de folículos esperados durante a emergência das ondas foliculares. No entanto, foi observado éguas com baixa condição corporal e vários folículos, assim como éguas com boa condição corporal e poucos folículos, o que pode estar relacionado à atuação do FSH para recrutamento dos folículos (FORTUNE, 1994).

Após o desvio, os folículos dominante e subordinado, apresentam diâmetro médio de 22,5 mm e 19 mm, respectivamente (GINTHER et al., 2003). Normalmente, atingem esse valor 6,2 dias após a emergência de um folículo de 6 mm de diâmetro (GASTAL et al., 1999). No entanto, para os animais em estudo os diâmetros foliculares foram bastante variáveis, o que pode estar relacionado à sincronização. Para os diâmetros dos folículos dominante e subordinado, os valores médios encontrados ficaram abaixo do citado pelo autor (Folículos dominantes: PC -  $21,8 \pm 2,00$  e PS -  $21,57 \pm 1,70$ ; Folículos subordinados: PC

-  $19,03 \pm 2,45$  e PS -  $17,71 \pm 1,90$ ). Nascimento (2014) também encontrou valores inferiores para as éguas Pantaneiro e Campeira, principalmente durante o outono, inverno e verão, sendo superiores apenas na primavera, quando comparados aos da égua Baixadeiro.

As éguas apresentaram folículos pequenos e médios, mais frequentes entre éguas que não ovularam, enquanto o desenvolvimento de grandes folículos foi registrado nas éguas que ovularam. Como observado por Boeta et al. (2006), em que éguas sazonais apresentaram apenas pequenos folículos, enquanto éguas contínuas apresentam grandes folículos. Pierson & Ginther (1987) encontraram diferença significativa na população de folículos durante o intervalo interovulatório para os dois maiores folículos, sendo mínimas no início do período periovulatório.

Quanto aos grandes folículos registrados, houve diferença entre períodos, sendo menor no período chuvoso, podendo estar relacionado à aceleração da foliculogênese (SHIRAZI et al., 2002). No entanto, Gastal et al. (2000) afirmaram que grandes folículos ovulatórios estão relacionados a alta condição corporal, em que éguas com maior peso tendem a ovular com diâmetros maiores (RAMÍREZ et al., 2010). O que difere destes resultados, pois os maiores diâmetros foram registrados durante o período seco, quando os animais que ovularam tiveram menor peso e condição corporal quando comparados ao período chuvoso.

Tal fato pode estar relacionado à taxa de crescimento folicular, que embora sem diferença entre os períodos, teve média menor no período seco, o que explica o lento crescimento do folículo pré-ovulatório, fazendo com que alcançasse diâmetros muito superiores. Ginther et. al. (2008) relatam que o folículo ovulatório aumenta a uma taxa de 3 mm/dia, atingindo 35 mm quatro dias depois ou no início do período pré-ovulatório. Outros trabalhos mostram a taxa de crescimento folicular em éguas Paso Fino Colombiano com  $2,04 \pm 0,63$  mm/dia (RAMÍREZ et al., 2010), éguas mestiças com 2,0 mm/dia (VALLE et al., 2005).

Os diâmetros dos folículos pré-ovulatórios foram variáveis entre os animais (tabela 3), pois algumas éguas ovularam com diâmetros entre 35 a 40 mm, enquanto outras ovularam com diâmetros superiores a 41 mm, chegando a atingir de 51 mm durante o período seco. A maioria das éguas ovulam com

folículo medindo 40 a 45 mm (BLANCHARD et al., 1998), podendo encontrar entre  $41,34 \pm 2,14$  mm para éguas Paso Fino Colombiano (RAMÍREZ et al., 2010);  $48,7 \pm 9,7$  mm e  $42,5 \pm 9,1$  mm com variações entre as estações (NASCIMENTO, 2014) e  $49,5 \pm 2,0$  mm nas éguas Pantaneiro (ZÚCCARI, 2002); 51,7 mm para éguas paridas e 49,3 mm para éguas vazias da Raça Campolina (ZÚCCARI, 1990);  $34,21 \pm 0,37$  mm para éguas da raça Mangalarga Marchador (RODRIGUES et al., 2011). Estes dados demonstram a variabilidade dos diâmetros entre raças, porém, os resultados encontrados para as éguas Baixadeiro correspondem ao esperado para a espécie, uma vez que o diâmetro máximo do folículo pré-ovulatório está relacionado com a época do ano, a raça e o tipo de égua (GINTHER, 1995).

As éguas do grupamento Baixadeiro estiveram cíclicas independente da alteração de luminosidade entre os períodos (tabela 4), e mantiveram seu desenvolvimento folicular contínuo ao longo do experimento e resultando em ovulação, descaracterizando assim a estacionalidade reprodutiva. Fato demonstrado por não haver diferença significativa entre as taxas de ovulação para os dois períodos. Estes resultados contrapõem ao que é descrito na literatura, que consideram os equinos reprodutores sazonais (GINTHER et al., 2004; NAGY et al., 2000). Isto porque algumas populações equinas continuam os ciclos reprodutivos ao longo do ano (AURICH, 2011), como é o caso de animais de regiões próximas ao Equador (BOETA et al., 2006; RAMÍREZ et al., 2010; NASCIMENTO, 2014). Para animais destas regiões, o peso pode ser considerado o principal fator que interfere no desenvolvimento folicular, no intervalo entre as estações reprodutivas, assim como a alta condição corporal está associada com aumento da atividade reprodutiva (NAGY et al., 2000), como ocorreu com os animais em estudo.

A pluviosidade exerceu influência sobre a atividade ovariana, pois a maioria das ovulações ocorreram durante o período chuvoso, quando havia maior pastagem disponível. Um reflexo da disponibilidade de alimento para os animais, uma vez que a alimentação consistia principalmente da vegetação nativa, promovendo a aceleração do ciclo. O aumento da pluviosidade favorece o desenvolvimento da pastagem que resulta em ganho de peso e melhora o ECC. Quando este índice reduz, há diminuição de pastagem com provável perda da sua qualidade nutricional, e conseqüentemente perda de peso. A baixa

produtividade das pastagens nativas pode ser decorrente da atuação dos fatores climáticos (SANTOS, 1997), como ocorreu com as éguas entre os dois períodos.

Pastagens secas ou sem manutenção adequada podem atrasar o momento da ovulação e prolongar os dias de ciclo estral (CARNEVALE et al., 1997). Uma vez que animais em condições tropicais não se observa estacionalidade, porém, quando estão sujeitos a estresse nutricional, as éguas tendem a diminuir a atividade reprodutiva (RAMÍREZ et al., 2010). Fator observado no estudo, em que animais que perderam peso entre períodos não ovularam devido à escassez da vegetação em decorrência da baixa pluviosidade.

## 5. Conclusões

As éguas do grupamento Genético Baixadeiro não apresentaram estacionalidade reprodutiva em condições semelhantes ao ambiente natural, mesmo havendo diferença de luminosidade entre os períodos chuvoso e seco. São cíclicas ao longo do ano, desde que haja disponibilidade de alimento para manutenção do peso e condição corporal e assim demonstrarem atividade reprodutiva.

## 6. Referências

ALMEIDA, H. B.; VIANA, W. G.; ARRUDA, R. P.; OLIVEIRA, C. A. Sincronização de estro e dinâmica folicular de éguas Crioulas submetidas a tratamentos com norgestomet, acetato de melengestrol e altrenogest. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v. 38, n. 6, p. 267-272, 2001.

ANDRADE MOURA, J. C.; MERKT, H. **A Ultrassonografia na Reprodução Equina**. (2ª Ed.) Salvador - BA. Editora Universitária Americana. 161 p. 1996.

ANDRADE MOURA, J. C. Diagnóstico por imagem na reprodução equina “controle do útero”. **Ciência Animal – Edição Especial**, v. 22, n.1, p. 161-170, 2012.

ARRUDA, R. P.; VISINTIN, J. A.; FLEURY, J. J.; GARCIA, A. R.; MADUREIRA, E. H.; CELEGHINI, E. C. C.; NEVES NETO, J. R. Existem relações entre tamanho e morfoecogenicidade do corpo lúteo detectados pelo ultra-som e os teores de progesterona plasmática em receptoras de embriões eqüinos? **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38 n.5, p. 233-239, 2001.

AURICH, C. Reproductive cycles of horses. **Animal Reproduction Science**, v. 124, p. 220-228, 2011.

BENDER, E. S. C.; SAMPAIO, B. F. B.; NOGUEIRA, B. G.; COSTA-E-SILVA, E. V.; ZÚCCARI, C. E. S. N. Condição corporal e atividade reprodutiva de éguas. **Archivos Zootecnia**, v. 63, p. 55-67, 2014.

BLANCHARD, T. L.; VARNER, D. D. & SCHUMACHER, J. Manual of equine reproduction. Missouri: Mosby. 1998.

BOETA, M.; PORRAS, A.; ZARCO, L. A.; AGUIRRE-HERNÁNDEZ, R. Ovarian activity of the mare during winter and spring at a latitude of 19° 21' North. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 2, p. 55-58, 2006.

CARNEVALE, E.M.; HERMENEL, M.J; T, GINTHER O.J. Age and pasture effects on vernal transition in mares. **Theriogenology**, v. 47, pg.1004-1018, 1997.

COFFMAN, E. A.; PINTO, C. R. F.; SNYDER, H. K.; LEISINGER, C. A.; COLE, K.; WHISNANT, C. S. Antiluteogenic effects of serial prostaglandin F<sub>2α</sub> administration in cycling mares. **Theriogenology**, v. 82, p. 1241-1245, 2014.

CUERVO-ARANGO, J.; MATEU-SÁNCHEZ, S.; AGUILLAR, J. J.; NIELSEN, J. M.; ETCHARREN, V.; VETTORAZZI, M. L.; NEWCOMBE, J. R. The effect of the interval from PGF treatment to ovulation on embryo recovery and pregnancy rate in the mare. **Theriogenology**, v. 83, p. 1272-1278, 2015.

DAVIES MOREL, M. C. G.; NEWCOMBE, J. R.; HAYWARD, K. Factors affecting pre-ovulatory follicle diameter in the mare: the effect of mare age, season and presence of other ovulatory follicles (multiple ovulation). **Theriogenology**, v. 74, p. 1241-1247, 2010.

EL-ROBRINI, M.; VALTER MARQUES, J.; SILVA, M. M. A.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. C.; TAROUÇO, J. E. F.; SANTOS, J. H. S.; VIANA, J. R. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro – MARANHÃO**. p. 130. Ministério do Meio Ambiente, 2006.

FERREIRA-DIAS, G.; CLAUDINO, CARVALHO, F. H.; AGRÍCOLA, R.; ALPOIM-MOREIRA, J.; SILVA, J. R. Seasonal reproduction in the mare: possible role of plasma leptin, body weight and immune status. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 203-213, 2005.

FORTUNE, J. E. Ovarian follicular growth and development in mammals. **Biology of Reproduction**, v.50, p. 225-32, 1994.

GASTAL, E. L.; BERGFELT, D. R.; NOGUEIRA, G. P.; GASTAL, M. O.; GINTHER, O. J. Role of luteinizing hormone in follicle deviation based on manipulating progesterone concentrations in mares. **Biology of Reproduction**, v. 61, p. 1492-1498, 1999.

GASTAL, M. O.; GASTAL, E. L.; SPINELLI, V.; GINTHER, O. J. Body conditions influences diameters of the ovulatory follicle in mares. **Biology of Reproduction**, v. 62, p. 222, 2000.

GASTAL, M. O.; GASTAL, E.L.; SPINELLI, V.; GINTHER, O. J. Relationships between body condition and follicle development in mares. **Animal Reproduction Science**, v. 1, n.1, p. 115-121, Oct./Dec. 2004.

GAZOLLA, A. G.; SERRA, O. R.; LIMA, F. C. et al. Pelagens do cavalo da raça baixadeira. In: **46ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, p.1-3, 2009.

GENTRY, L. R.; THOMPSON JR, D. L.; GENTRY JR, G. T.; DAVIS K. A. GODKE, R. A. CARTMILL, J. A. The relationship between body condition, leptin, and reproductive and hormonal characteristics of mares during the seasonal anovulatory period. **Jornal Animal Science**, v. 80, p. 2695-2703, 2002.

GINTHER, O. J. **Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects** (2nd ed). EquiServices, Cross Plains, WI., p.640. 1995.

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

GINTHER, O. J.; BEG, M. A.; BERGFELT, D. R.; DONADEU, F. X.; KOT, K. Follicle selection in monovular species. **Biology of Reproduction**, v. 65, p. 638-647, 2001.

GINTHER, O. J.; BEG, M. A. DONADEU, F. X.; BERGFELT, D. R. Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. **Animal Reproduction Science**, v. 78, p. 239-257, 2003.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A. Seasonal influence on equine follicle dynamics. **Animal Reproduction Science**, v. 1, n. 1, p 31-44, 2004.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; RODRIGUES, B. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A. Follicle diameters and hormones concentrations in the development of single versus double ovulation in mares. **Theriogenology**, v. 69, p. 583-590, 2008.

GREENHOFF, G. R.; KENNEY, R. M. Evaluation of reproductive status of nonpregnant mares. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 167, n. 6, p. 449-458, 1975.

GRIFFIN, P. G.; HERMENET, M. J.; GINTHER, O. J. A transient increase in uterine tone during early diestrus in mares. **Theriogenology**, v. 37, p. 1185-1190, 1992.

HAYES, K. E. N. et al. Effects of estrous cycle and season on ultrasonic uterine anatomy in mares. **Theriogenology**, v. 24, p. 465-477, 1985.

HAYES, K. E. N.; GINTHER, O. J. Role of progesterone and estrogen in development of uterine tone in mares. **Theriogenology**, v. 24, n.4, p. 581-590, 1986.

HENNEKE, D. R. et al. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**, v. 15, n.4, p. 371-372, 1983.

HENNEKE, D. R.; POTTER, G. D.; KREIDER, J. L.; YEATS, B. F. Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. **Theriogenology**, v. 21, p. 879-909, 1984.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Site: <http://www.inmet.gov.br>. Acessado em 17.09.2015.

KUBIAK, J. R.; SQUIRES, B. H. E. L.; R.H. CRAWFORD, W.; WARD, G. M. The influence of energy intake and percentage of body fat on the reproductive performance of nonpregnant mares. **Theriogenology**, v. 28, n. 5, p. 587-598, 1987.

KLEIN, S. L.; NELSON, R. J. Influence of social factors on immune function and reproduction. **Reviews of Reproduction**, v. 4, p.168-178. 1999.

METCALF, E. S.; THOMPSON M. M. The effect of PGF<sub>2α</sub> – induction of estrous on pregnancy rates in mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 30, N. 4, p. 196-199, 2010.

NAGY, P.; GUILLAUME, D.; DAELS, P. Seasonality in mares. **Reproduction Science**, v. 60/61, p. 245-62, 2000.

NASCIMENTO, J. N. Caracterização do ciclo estral de éguas da raça Pantaneiro e Campeiro no Planalto Central. **Dissertação: Mestrado**. Universidade de Brasília - Brasília/DF, novembro de 2014, 53p.

NELSON, R. J.; DEMAS, G. E. Seasonal changes in immune function. **Quarterly Review of Biology**, v. 71, p. 511-48, 1996.

NÚCLEO GEOAMBIENTAL – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO.

PIERSON, R. A. **Folliculogenesis and ovulation**. In: MCKINNON, A. O.; VOSS, J. L. Equine reproduction. Malvern: Lea & Febiger, 1993. p. 161-171.

PIERSON, R. A. & GINTHER, O. J. Follicular population dynamics during the estrous cycle of the mare. **Animal Reproduction Science**, v. 14, p. 219-231, 1987.

RAMÍREZ, G.; GUTIÉRREZ, C.; RAMOS, M. Dinámica folicular en yeguas paso fino colombiano medido por ultrasonografía en la Sabana de Bogotá. **Revista de Medicina Veterinaria**, n. 19, p. 21- 35, 2010.

ROMANO, M. A.; MUCCILO, R. G.; FELICIANO e SILVA, A. E. D. Biologia reprodutiva de éguas: estudo do ciclo estral e momento da ovulação. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 35, p. 23-28, 1998.

RODRIGUES, P. G.; C. RAYMUNDO, M.; SOUZA, J. C.; M; MIRANDA, C. M. G.; REZENDE, A. S. C. Gordura corporal e eficiência reprodutiva em éguas doadoras de embrião Mangalarga Marchador. **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 35, n. 5, p. 1002 -1008, set./out., 2011.

SANTOS, S. A. Recomendações sobre manejo nutricional para equinos criados em pastagens nativas no Pantanal. Corumbá: **EMBRAPA-CPAP**. Documentos, 22. p. 63,1997.

SAMPER, J.C.; PYCOCK, J. F. The normal uterus in estrus. IN: Current Therapy in Equine Reproduction. Ed. Saunders-Elsevier, p. 32-35, 2007.

SAMPER J. C. Induction of estrus and ovulation: Why some mares respond and others do not. **Theriogenology**, v. 70, p. 445-447, 2008.

SAS - Statistical Analysis System, versão 9.2.

SERRA, O. R. Condições de manejo, preservação e caracterização fenotípica do grupamento genético equino “Baixadeiro”. p. 77 f. 2004. **Dissertação** (Mestrado em Agroecologia – Escola de Agronomia - UEMA). Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, 2004.

SHIRAZI, A.; GHARAGOZLOO, F.; NIASARI-NASLAJI, A., BOLOURCHI, M. Ovarian follicular dynamics in Caspian mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 22, n.5, p. 208-211, 2002.

SHUFFITT, J. M. & TenBROECK, S. H. Body Condition Scoring of Horses. **Florida Equine Institute**, 2003.

VALLE, G. R.; SILVA FILHO, J. M.; PALHARES, M. S. Características cíclicas e ovulatórias de éguas mestiças em Minas Gerais, Brasil. **Arquivos de Ciências Veterinária e Zoologia – UNIPAR**, v. 8(2): p. 155-163, 2005.

WILLIAMS, G. L.; THORSON, J. F.; PREZZOTO, L. D.; VELEZ, I. C.; CARDOSO, R. C.; AMSTALDEN, M. Reproductive seasonality in the mare: neuroendocrine basis and pharmacologic control. **Domestic Animals Endocrinology**, v. 43, p. 103-115, 2012.

ZÚCCARI, C. E. S. N. Eficiência reprodutiva e dinâmica folicular de acordo com a condição corporal de éguas da raça Campolina. Belo Horizonte, 1990. 68p. **Dissertação: Mestrado**. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 1990.

ZÚCCARI, C. E. S. N.; NUNES, D. B.; CORRÊA FILHO, R. A. C. Eficiência reprodutiva de éguas da raça Pantaneira durante as estações de monta 1995/2000. **Archivos Zootecnia**. v. 51, p. 139-148, 2002.

## CAPÍTULO 2: ARTIGO

### **Estacionalidade reprodutiva das éguas do grupamento genético Baixadeiro através das concentrações plasmáticas de progesterona**

*Reproductive seasonality of the mares genetic grouping Baixadeiro through the plasma progesterone*

L. C. Rosa<sup>1\*</sup>; C. J. R. M. do Rosário<sup>2</sup>, E. C. S. Dias<sup>3</sup>; R. S. Melo<sup>4</sup>, F. L. C. Pereira<sup>5</sup>; F. J. Moraes Jr<sup>6</sup>; R. M. Chaves<sup>7</sup>

1 – Mestranda em Ciência Animal e autor para correspondência UEMA; 3 – Médica Veterinária/Técnica LABRA; 4 – Graduanda em Medicina Veterinária/UEMA; 5 – Graduando em Zootecnia/UEMA; 6 – Professor Mestrado em Ciência Animal/UEMA; 7 – Professor Adjunto III/UEMA.

\*E-mail para correspondência: lucianacordeirorosa@bol.com.br

#### **Resumo**

O estudo teve como objetivo avaliar a estacionalidade reprodutiva por meio das dosagens de progesterona, e relacionar com o desenvolvimento folicular e morfologia do corpo lúteo. Foram utilizadas nove éguas do grupamento genético Baixadeiro, sincronizadas com duas doses intervaladas de PGF<sub>2α</sub>. Sendo avaliados o desenvolvimento folicular e o corpo lúteo para registro de atividade folicular. Para o ensaio hormonal, foram coletados sangue em tubos heparinizados ocorrendo em dias alternados, com início 72h após a sincronização e estendendo-se até 10 dias após a ovulação. As amostras foram centrifugadas e as concentrações de progesterona foram determinadas por ELISA. Houve diferença entre os períodos para taxa de ovulação ( $p < 0,05$ ). As concentrações médias de progesterona das éguas diferiram ( $p < 0,05$ ) entre as fases pré e pós-ovulatória em ambos períodos. Houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre éguas ovuladas e não ovuladas e entre as éguas ovuladas nos períodos. As concentrações de P4 foram inferiores a 1ng/mL na presença de médios e grandes folículos, enquanto houve aumento da concentração após a ovulação, na presença de pequenos folículos. Houve diferença ( $p < 0,05$ ) no diâmetro médio do corpo lúteo entre os períodos, sendo maior no período seco. Não houve

diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre períodos quanto à morfoecogenicidade durante os dias após a ovulação. Assim, as concentrações de progesterona durante as fases pré e pós-ovulatória foram dentro do esperado para a espécie independente do período, com moderada relação ao diâmetro do corpo lúteo que não apresentou diferença de morfoecogenicidade entre os períodos.

**Palavras-chave: ovulação, éguas, progesterona**

### **Abstract**

The study aimed to evaluate the reproductive seasonality through progesterone dosages, and relate to follicular development and morphology of the corpus luteum. nine mares genetic group were used Baixadeiro, synchronized with two spaced doses of PGF2 $\alpha$ . Being evaluated follicular development and corpus luteum for follicular activity log. To test the hormone, blood was collected in heparinized tubes occurring on alternate days beginning 72h after synchronization and extending to 10 days after ovulation. The samples were centrifuged and progesterone concentrations were determined by ELISA. There was a difference between the periods to ovulation rate ( $p < 0,05$ ). The average concentrations of progesterone mares differ ( $p < 0,05$ ) between the pre- and post-ovulatory in both periods. There were differences ( $p < 0,05$ ) between mares with ovulation and mares without ovulation and between mares with ovulation in periods. P4 concentrations were less than 1ng/mL in the presence of medium and large follicles while there was an increase in concentration after ovulation, in the presence of small follicles. There were differences ( $p < 0,5$ ) in the mean diameter of the corpus luteum between periods, being higher in the dry season. There was no statistical difference ( $p > 0,05$ ) between periods as the morphoechogenicity during the days after ovulation. Thus, progesterone concentrations during the pre- and post-ovulatory were as expected for independent kind of the period, with moderate relative to the diameter of the corpus luteum that did not show morphoechogenicity difference between the periods.

**Keywords: ovulation, mares, progesterone**

## 1. Introdução

Na microrregião da Baixada Maranhense destaca-se um grupamento genético denominado “Baixadeiro”, caracterizado por apresentar rusticidade, resistência, grande adaptação às condições ecológicas desta região e por se reproduzirem ao longo do ano (SERRA, 2004). Entretanto, os equinos são considerados animais poliéstricos estacionais, apresentando atividade cíclica entre os meses de primavera e verão (GINTHER et al., 2008), associados ao aumento da luz diária, temperatura e disponibilidade de alimentos (NAGY et al., 2000). Esta condição de sazonalidade influencia sua atividade reprodutiva, uma vez que também interfere na variação das concentrações hormonais durante as estações (GINTHER et al., 2004).

Na estação ovulatória (GINTHER et al., 2008), durante a onda folicular, o folículo em desenvolvimento passa por diversas modificações que vão resultar na ovulação (GASTAL & GASTAL, 2011) dando origem ao corpo lúteo, uma glândula endócrina transitória (SANTOS et al., 2015), responsável por secretar progesterona (GINTHER, 1995). Sua concentração aumenta na circulação imediatamente após a ovulação e atinge um pico no sexto dia, mantendo assim um platô (GINTHER, 1995).

A progesterona está envolvida na reativação do eixo reprodutivo e manutenção da atividade ovariana (FERREIRA-DIAS et al., 2005). Em regiões de altas latitudes, durante a temporada anovulatória, a maioria das éguas mantém concentrações de progesterona abaixo de 1 ng/mL e, não demonstram sinais de estro, possuem ovários pequenos e lisos, e folículos menores que 15 mm de diâmetro (GINTHER, 1990). A ultrassonografia pode ser utilizada para o acompanhamento do desenvolvimento folicular, além de permitir detectar e avaliar o corpo lúteo quanto a sua forma, tamanho e características de ecogenicidade. Assim como as dosagens de progesterona, que representam um meio eficiente para indicar a atividade da glândula luteínica e ciclicidade das éguas (ARRUDA et al., 2001).

Ainda são limitados os estudos relacionados a estacionalidade reprodutiva dos equinos em regiões próximas ao Equador (BOETA et al., 2006), assim não existem estudos quanto às concentrações hormonais de progesterona durante o estro e diestro das éguas do grupamento genético “Baixadeiro”. Nesse

sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar a estacionalidade reprodutiva por meio das dosagens de progesterona, e relacionar com o desenvolvimento folicular e morfologia do corpo lúteo.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Local e período experimental

O experimento foi realizado em duas etapas durante os períodos chuvoso (PC - fevereiro) e seco (PS - julho) de 2015, na Fazenda Escola de São Bento da Universidade Estadual do Maranhão (FESB/UEMA, latitude 18°59'S; longitude 56°39'W), onde está situada a Unidade de Estudo, Pesquisa e Conservação do Cavallo Baixadeiro (UEPCCB). Na região da Baixada Maranhense o período chuvoso é caracterizado por apresentar média elevada de pluviosidade de 1600 mm (máxima de 2500 mm), enquanto o período seco apresenta maior taxa radiação global e taxa de evaporação (EL-ROBRINI et al., 2006).

Dados referentes ao índice pluviométrico e luminosidade foram acompanhados durante os meses de fevereiro e julho para avaliar o grau de interferência dos fatores ambientais no desenvolvimento folicular.

### 2.2 Grupos experimentais

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEAA – CONCEA/MCT UEMA), tendo o número de protocolo 019/2015.

Foram utilizadas 14 éguas com média de idade de  $6,35 \pm 1,21$ , oriundas dos campos da Baixada Maranhense e introduzidas na Fazenda Escola. Eram mantidas soltas em piquetes (0,5 ha cada um) com vegetação nativa, principalmente gramíneas das espécies *Paratheria prostata*, *Paspalum virgatum* e *Acrocera zizanoides*, e suplementadas com ração comercial (Equimax® 12MA).

Avaliou-se ao durante os meses, o peso vivo, estimado através de fitas de pesagem para equinos e o score de condição corporal (ECC), baseada na escala de Henneke et al. (1983), considerando as regiões de pescoço, cernelha, costado e garupa. As avaliações foram realizadas em intervalos de dez dias,

considerando o início, meio e fim de cada etapa, para cálculo da média por período.

### *2.3 Sincronização*

Para os dois períodos experimentais, as éguas foram sincronizadas com duas doses de 1 mL de prostaglandina PGF<sub>2α</sub> (Sincrocio®) num intervalo de 10 dias. Após 72 horas, foram monitoradas através da palpação transretal e ultrassonografia (Mindray® DP 2200 VET; transdutor linear transretal 5 MHz e frequência 7,5 MHz), para caracterização do tônus uterino, desenvolvimento folicular e edema uterino.

### *2.4 Avaliação ultrassonográfica*

As frequências de palpação e ultrassom ocorreram a cada 48 horas (VALLE et al., 2005). Os folículos foram identificados e a partir de imagens congeladas, traçando-se duas linhas perpendiculares com obtenção do valor médio em milímetros, para determinação dos diâmetros foliculares e avaliação do desenvolvimento folicular durante o período periovulatório. Os folículos foram classificados com base no diâmetro em pequenos ( $\leq 15$  mm), médios (16-30 mm) e grandes ( $\geq 30$  mm; BOETA et al., 2006).

As características de corpo lúteo foram avaliadas quanto à sua medida de ecogenicidade, escore de 1 (pontos ecogênicos com visualização disforme) a 6 (hiperecogênico, com centro anecóico ou não) quanto a organização glandular (ARRUDA et al., 2001).

### *2.5 Ensaio Hormonal*

As éguas tiveram o sangue coletado por punção da veia jugular, em tubos heparinizados de 5 mL. As amostras foram centrifugadas a 1500 x g por 10 minutos e o plasma foi decantado e armazenado em microtubos a -20°C (GINTHER et al., 2008). As coletas iniciaram 72 horas após a sincronização e ocorreram em dias alternados até 10 dias pós-ovulação, acompanhando os dias de avaliação ultrassonográfica.

As concentrações de progesterona (P4) foram determinadas pelo método de enzimaímmunoensaio (ELISA), segundo procedimento recomendado pelo kit comercial empregado (DRG Progesterone Enzyme Inmuunoassay Kit, EIA - 1561, DRG - Germany), realizado no Laboratório de Imunodiagnóstico da Universidade Estadual do Maranhão. As amostras foram mensuradas em dois ensaios, um para cada etapa (chuvoso e seco). As soluções de referência de progesterona utilizadas no ensaio foram: Calibrador 0: S0 ng/mL; S1: 0,3 ng/mL; S2: 1,25 ng/mL, S3: 2,5 ng/mL, S4: 5 ng/mL; S5: 15 ng/mL; S6: 20ng/mL. O coeficiente de variação intra-ensaio foi de 5,4% para 0.62ng /mL; 6,99% para 4,67 ng/ mL; 6,86% para 10,80 ng/ mL. O coeficiente de variação inter-ensaio foi de 9,96% para 0,56ng/ mL; 4,34% para 4,55 ng/mL; 5,59% para 10,65 ng/mL.

As leituras foram realizadas no espectrofotômetro (Biotek ELx800), pelo programa Gen5 Getting Started, Microplate Data Colection e Analysis Software.

### *2.6 Delineamento experimental e Análise Estatística*

O experimento foi delineamento inteiramente ao acaso, com dois tratamentos (período chuvoso e seco) e 9 repetições (animais).

A diferença da taxa de ovulação entre os períodos foi determinada pelo teste do Qui-Quadrado. Foram comparados os resultados das concentrações hormonais das éguas ovuladas antes e após a ovulação e entre os períodos chuvoso e seco. Também foram comparadas as concentrações entre as éguas ovuladas e não ovuladas. O nível de significância para as análises considera  $p < 0,05$ . O diâmetro dos folículos e diâmetro de corpo lúteo foram relacionados com as fases pré e pós-ovulatória e entre os períodos, assim como também foram relacionados com as concentrações de P4. Foram relacionados a média do diâmetro do corpo lúteo com o diâmetro médio do folículo pré-ovulatório, todas estabelecidas pela correlação de Pearson.

## **3. Resultados**

Das éguas avaliadas, 66,67% (6/9) ovularam no período chuvoso enquanto 22,23% (2/9) ovularam no período seco, havendo diferença estatística entre os períodos ( $p < 0,05$ ).

A flutuação dos níveis plasmáticos de progesterona das éguas que registraram a ovulação durante os períodos chuvoso e seco estão representadas na figura 1.

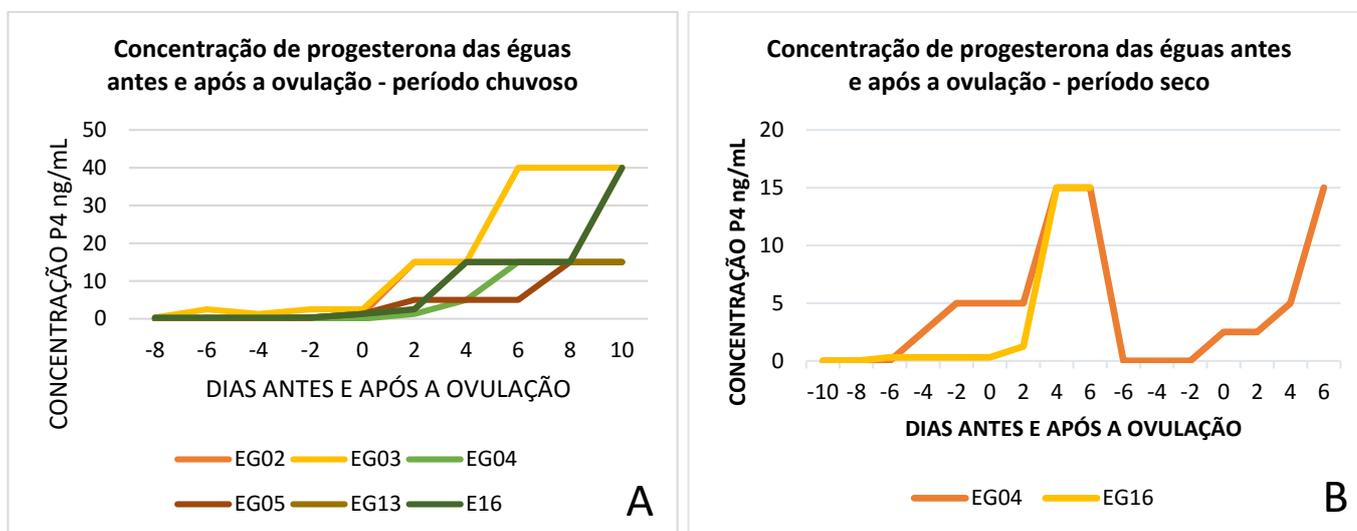


Figura 1. Gráficos dos níveis plasmáticos de progesterona. A – PC; B - PS.

As concentrações médias de progesterona das éguas diferiram ( $p < 0,05$ ) entre as fases pré e pós- ovulatória em ambos períodos, sendo inferiores a 1 ng/mL antes da ovulação independente do período, aumentando sua concentração em seguida. Entre períodos, diferiram ( $p < 0,05$ ) na fase pós ovulatória, sendo maior a concentração no período chuvoso quando ocorreu um maior número de ovulações, como descrito na tabela 1.

**Tabela 1. Média e desvio-padrão das concentrações de progesterona durante as fases pré e pós-ovulatória das éguas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015**

Estágio do ciclo	Concentração de progesterona (ng/mL)	
	Fase Pré-ovulatória	Fase Pós-ovulatória
<b>Período Chuvoso</b>	0,385 ± 0,689 <sup>Ab</sup>	13,993 ± 11,934 <sup>Aa</sup>
<b>Período Seco</b>	0,646 ± 1,416 <sup>Ab</sup>	8,045 ± 6,036 <sup>Ba</sup>

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indica diferença estatística ( $p < 0,05$ )

Quando comparados com os valores médios das concentrações de P4 das éguas entre os períodos, houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre éguas ovuladas e não ovuladas e entre as éguas ovuladas nos períodos, sendo mais elevada no período chuvoso (Tabela 2). Em que as éguas não ovuladas apresentaram concentrações de P4 inferiores a 1ng/mL.

**Tabela 2. Média e desvio-padrão da concentração de progesterona das éguas ovuladas e não ovuladas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015.**

	Concentração de progesterona (P4)	
	Éguas ovuladas	Éguas não ovuladas
<b>Período Chuvoso</b>	7,841 ± 11,424 <sup>Aa</sup>	0,725 ± 0,80 <sup>Ba</sup>
<b>Período Seco</b>	2,327 ± 4,163 <sup>Ab</sup>	0,364 ± 0,369 <sup>Ba</sup>

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indica diferença estatística (p<0,05).

Quanto a atividade folicular durante as fases pré e pós-ovulatória, as concentrações de P4 foram inferiores a 1ng/mL na presença de médios e grandes folículos, enquanto houve aumento da concentração após a ovulação, na presença de pequenos folículos, em ambos períodos (Tabela 3). Apesar de uma égua apresentar um grande folículo após a ovulação.

**Tabela 3. Média e desvio-padrão dos diâmetros foliculares e concentração de progesterona nas fases pré e pós ovulatória das éguas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015**

	ATIVIDADE FOLICULAR						Conc. P4 ng/ML	
	Fase pré-ovulatória			Fase pós-ovulatória			Pré	Pós
	<15mm	16-30mm	>30mm	<15mm	16-30mm	>30mm		
<b>PC</b>	10,12 ± 4,31 <sup>Ca</sup>	19,16 ± 2,84 <sup>Ba</sup>	35,35 ± 3,10 <sup>Aa</sup>	8,6 ± 2,97 <sup>C</sup>	19,87 ± 3,33 <sup>Ba</sup>	32,87 ± 1,85 <sup>Aa</sup>	0,29 ± 0,54 <sup>Ed</sup>	13,99 ± 11,93 <sup>Dd</sup>
<b>PS</b>	10,66 ± 2,68 <sup>Ca</sup>	21,21 ± 3,61 <sup>Ba</sup>	39,6 ± 5,30 <sup>Ab</sup>	8,08 ± 2,54 <sup>C</sup>	18,24 ± 3,07 <sup>Ba</sup>	-	0,64 ± 1,4 <sup>Ed</sup>	8,04 ± 6,03 <sup>De</sup>

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indica diferença estatística (p<0,05); Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indica diferença estatística. PC – Período chuvoso; PS – Período seco.

Não houve diferença (p> 0,05) entre o número de folículos nas fases pré e pós-ovulatória, entretanto diferiram entre períodos na fase pré-ovulatória (p<0,05), como mostrado na tabela 4.

**Tabela 4. Média e desvio-padrão do número de folículos nas fases pré e pós-ovulatória das éguas do grupamento genético Baixadeiro nos períodos chuvoso e seco de 2015.**

	Número de folículos	
	Pré-ovulação	Pós-ovulação
<b>Período chuvoso</b>	11,00 ± 4,83 <sup>Aa</sup>	10,66 ± 3,14 <sup>Aa</sup>
<b>Período seco</b>	9,66 ± 1,24 <sup>Aa</sup>	7,66 ± 4,02 <sup>Aa</sup>

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indica diferença estatística (p<0,05).

Quanto ao diâmetro médio do corpo lúteo, houve diferença entre os períodos, sendo maior no período seco, cujos valores foram respectivamente,  $33,13\text{mm} \pm 5,17$  e  $40,69\text{mm} \pm 3,49$  ( $p < 0,05$ ). Com moderada relação com a concentração de progesterona ( $r = 0,446966$  no período chuvoso;  $r = -0,999995$  no período seco). Quando comparado com o diâmetro médio do folículo pré-ovulatório, obteve uma forte correlação em ambos os períodos (PC:  $r = 0,607581$ ; PS:  $r = 0,980764$ ).

Com relação à morfologia apresentada pelo corpo lúteo durante a ultrassonografia, os corpos lúteos apresentaram morfoecogenicidade crescente (de 1 a 5) desde o dia da ovulação, como descrito na tabela 5.

**Tabela 5. Média e desvios-padrão da morfoecogenicidade e diâmetro do corpo lúteo, e concentração de progesterona dias após a ovulação, nos períodos chuvoso e seco de 2015.**

Dias após ov.	Período Chuvoso			Período Seco		
	ME (1-6)	Tamanho CL	Conc. P4 ng/mL	ME (1-6)	Tamanho CL	Conc. P4 ng/mL
0	$5 \pm 0^A$	$30,93 \pm 5,53^B$	$5,87 \pm 6,45^A$	$5,33 \pm 0,47^A$	$38,94 \pm 1,13^A$	$1,25 \pm 1,02^B$
2	$4,5 \pm 0,90^A$	$35,57 \pm 0,63^B$	$17,5 \pm 16,45^A$	$5 \pm 0,81^A$	$43,94 \pm 7,29^A$	$7,5 \pm 5,40^B$
4	$5 \pm 0,63^A$	$32,04 \pm 5,81^B$	$18,0 \pm 11,66^A$	$4,33 \pm 0,47^A$	$42,64 \pm 6,41^A$	$8,33 \pm 4,71^B$
6	$5,6 \pm 0,48^A$	$31,45 \pm 5,40^B$	$18,0 \pm 11,66^A$	$4 \pm 0^A$	$43,40 \pm 0,10^A$	$5 \pm 0,20^B$
8	$5 \pm 0^A$	$32,63 \pm 3,73^A$	$23,33 \pm 11,78^A$	$6 \pm 0^A$	$33,31 \pm 0,12^A$	$5 \pm 0,15^B$

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indica diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

Não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre períodos quanto à morfoecogenicidade durante os dias após a ovulação. Entretanto, as concentrações entre os períodos durante os dias após a ovulação, assim como os diâmetros dos corpos lúteos diferiram ( $p < 0,05$ ), sendo as concentrações maiores durante o período chuvoso e os diâmetros maiores durante o período seco.

#### 4. Discussão

Dos animais avaliados ultrassonograficamente, o percentual de ovulações foi maior no período chuvoso que no período seco (66,67% e 22,23%). Uma vez que os animais com melhor peso e condição corporal apresentaram atividade reprodutiva. A perda de peso entre os períodos chuvoso e seco pode ter interferido no desenvolvimento folicular, uma vez que algumas éguas que ovularam no período chuvoso não chegaram a ovular no período seco. Assim

como os animais que não ovularam em ambas etapas, tiveram baixo peso e ECC, que resultou na ausência de atividade ovariana. Pois, animais com baixo peso e ECC têm queda do desempenho reprodutivo, incluindo o atraso do início do estro, SHUFFITT e TenBROECK (2003). Um suporte nutricional, assim como incremento de altos níveis de energia pode aumentar o número de animais ovulando (KUBIAK et al., 1987). Da mesma forma, a restrição alimentar pode aumentar o intervalo até a ovulação (HENNEKE et al., 1984).

Com relação às concentrações de P4, independente do período, diferiram ( $p < 0,05$ ) entre as fases pré-ovulatória e pós-ovulatória. Isto porque, as mudanças das concentrações de progesterona no plasma ocorrem imediatamente após a ovulação e este aumento começa no dia 0 (GINTHER et al., 2008), alcançando 3 ng/mL (GINTHER & SANTOS, 2015) até o D6 quando atinge um platô (ARRUDA et al., 2001) e decresce gradualmente entre a concentração máxima na metade do diestro e começo da luteólise (GINTHER et al., 2008). Estas alterações são baixas durante a fase folicular (KOSKINEN et al., 1990). El-Maaty & El Shahat (2012) também encontraram resultados semelhantes para éguas árabes, onde a concentração sérica de progesterona foi significativamente maior na fase luteal do ciclo estral.

Devido ao maior número de animais ovulados durante o período chuvoso, entre os períodos houve diferença ( $p < 0,05$ ) nas concentrações de progesterona foram superiores. Uma vez que durante a fase luteal, a máxima concentração periférica de progesterona é altamente variável entre as éguas (CARNEVALE et al., 1988). Mas este fator pode ser em decorrência da capacidade secretória do CL ou da taxa de catabolismo de progesterona, uma vez que os fatores que afetam a concentração de progesterona em éguas cíclicas são o dia do ciclo e o número de ovulações (NAGY et al., 2004). Embora apresentassem diferença, as concentrações estiveram dentro do esperado para a espécie, pois um corpo lúteo maduro pode produzir em média 8-10 ng/mL até sofrer luteólise (ARRUDA et al., 2001). Sendo os resultados semelhantes aos encontrados por Vivo et al. (1986), que correspondem a 2 ng/mL no D2, 7,7 ng/mL no D5 e 10 ng/mL no D6.

Éguas não ovuladas em ambos períodos (seco e chuvoso) tiveram níveis de progesterona abaixo de 1 ng/mL durante todo o período de observação. Resultado semelhante ao relatado por Vanderwall et al. (1993), que encontraram em éguas anovulatórias concentrações de progesterona inferiores a 1 ng/mL,

independente da condição corporal, embora algumas éguas exibissem comportamento de estro esporadicamente. Tal fato também foi encontrado nesse estudo. Mas estes dados contrastam com os relatos de Boeta et al. (2006), onde afirmaram que éguas de elevadas latitudes mantêm concentrações de progesterona inferiores a 1ng/mL não demonstram sinais de estro, ovários pequenos e lisos, com folículos menores que 15 mm de diâmetro. A sazonalidade pode influenciar as concentrações circulantes de progesterona resultando num declínio progressivo de progesterona plasmática do diestro para o período anovulatório (NAGY et al., 2004). Assim, no período de anestro sazonal, são encontrados baixos níveis circulantes de progesterona, estradiol e gonadotrofinas (JHONSON & BECKER, 1988).

As concentrações de progesterona ficaram abaixo de 1ng/mL na presença de pequenos médios e grandes folículos durante a fase pré-ovulatória e pequenos e médios folículos na fase pós-ovulatória, não havendo diferença ( $p < 0,05$ ) no número médio de folículos. Embora um pool de pequenos folículos começa a aumentar até a ovulação (PIERSON & GINTHER, 1987). Estes autores afirmam que o número de folículos não muda nos ovários ao longo do ciclo estral, o que ocorre é que alguns folículos mudam de categoria. Na fase folicular, um nível mínimo de progesterona pode ser detectado, acompanhado por aumento do diâmetro folicular durante estro e ovulação (GINTHER et al., 2007).

O corpo lúteo é uma estrutura com 18-25 mm de diâmetro (NEWCOMBE, 1994). Resultado inferior ao encontrado neste estudo, que registrou média de 32,52 mm e 40,44 mm para período chuvoso e seco respectivamente. Também diferiu dos resultados encontrados por Arruda et al. (2001), que obteve valores médios de diâmetro 29,01 mm entre os dias 0 e 9 após a ovulação, onde estes valores apresentaram variações de tamanho durante o mesmo período, entre 25,9 e 31,5 mm. Mas correspondem aos resultados encontrados por Santos et al. (2015), que registrou durante o intervalo interovulatório valores de 3,0cm<sup>2</sup> e 4,8 cm<sup>2</sup> de área luteal.

Tal fato pode estar relacionado ao diâmetro do folículo pré-ovulatório, que apresentou elevada correlação. Uma vez que, durante o período seco onde registrou-se maior média para este folículo e maior diâmetro de corpo lúteo.

Como relatado por Gastal et al. (2000), que afirmam existir uma correlação entre o diâmetro do folículo pré-ovulatório e o diâmetro do corpo lúteo.

Entretanto, essa área luteal varia em tamanho durante os dias após a ovulação, podendo decrescer de  $6,9 \pm 0,2 \text{ cm}^2$  no D11 para  $3,4 \pm 0,3 \text{ cm}^2$  no D14 (tabela 5; GINTHER et al., 2009). Resultados semelhantes ao encontrado por Gastal et al. (2008) que registrou redução de  $3,0-4,0 \text{ cm}^2$  à medida de que se aproxima do período luteolítico. Como também foi encontrado neste trabalho.

A baixa correlação encontrada entre o diâmetro do CL e as concentrações de P4, correspondem ao relatado por Nagy et al. (2004), onde a morfologia do corpo lúteo não difere nos níveis de progesterona. Embora El- Maaty & El Shahat (2012), tenham encontrado uma correlação positiva entre o diâmetro do corpo lúteo e as concentrações de progesterona. Townson et al. (1989) também não observaram que não há diferença na produção de progesterona e as áreas do CL.

A ecogenicidade do tecido luteal varia de leve a moderada, sendo raro a alta ecogenicidade no início do diestro (NEWCOMBE, 1994). Alguns corpos lúteos podem ser caracterizados por apresentar uma cavidade central não ecóica. Éguas podem apresentar CL com reduzida ecogenicidade ou área não-ecogênica na porção da glândula central formando um corpo hemorrágico e essa área pode ser visível entre os dias 0 e 3 após a ovulação. Mas pode ocorrer apenas a formação de CL com ecogenicidade uniforme (PIERSON & GINTHER, 1985). Nas imagens de ultrassom, foi observado essa mudança no grau de ecogenicidade da glândula luteal (CL), que algumas éguas formaram corpo hemorrágico após a ovulação (33,34%) permanecendo até o D4, enquanto as demais (66,67%) formaram uma estrutura homogênea.

## 5. Conclusão

As concentrações de progesterona durante as fases pré e pós-ovulatória foram dentro do esperado para a espécie independente do período, com moderada relação ao diâmetro do corpo lúteo que não apresentou diferença de morfoecogenicidade entre os períodos. A ausência de ovulação está relacionada à perda de peso e à baixa condição corporal, mantendo os níveis abaixo de 1 ng/mL e caracterizando condições de anestro nutricional.

## 6. Referências

- ABO-EL MAATY, A. M.; EL-SHAHAT, K. H. Hormonal and biochemical serum assay in relation to the estrous cycle and follicular growth in Arabian mare. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, v. 1(2), p. 105-11, 2012.
- ARRUDA, R. P.; VISINTIN, J. A.; FLEURY, J. J.; GARCIA, A. R.; MADUREIRA, E. H.; CELEGHINI, E. C. C.; NEVES NETO, J, R. Existem relações entre tamanho e morfoecogenicidade do corpo lúteo detectados pelo ultra-som e os teores de progesterona plasmática em receptoras de embriões eqüinos? **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**. São Paulo, v. 35, n. 1, p. 25-28, 1998.
- BOETA, M.; PORRAS, A.; ZARCO, L. A.; AGUIRRE-HERNÁNDEZ, R. Ovarian activity of the mare during winter and spring at a latitude of 19° 21' North. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 26, n. 2, p. 55-58, 2006.
- CARNEVALE, E.M.; MCKINNON, A. O.; SQUIRES, E. L.; VOXX, J. L. Ultrasonographic characteristics of the preovulatory follicle preceding and during ovulation in mares. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 8(6), p. 428-431, 1988.
- EL-ROBRINI, M.; VALTER MARQUES, J.; SILVA, M. M. A.; EL-ROBRINI, M. H. S.; FEITOSA, A. C.; TAROUÇO, J. E. F.; SANTOS, J. H. S.; VIANA, J. R. **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro – MARANHÃO**. p. 130. Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- FERREIRA-DIAS, G.; CLAUDINO, CARVALHO, F. H.; AGRÍCOLA, R.; ALPOIM-MOREIRA, J.; SILVA, J. R. Seasonal reproduction in the mare: possible role of plasma leptin, body weight and immune status. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 203-213, 2005.
- GASTAL, M. O.; GASTAL, E. L.; SPINELLI, V.; GINTHER, O. J. Body conditions influences diameters of the ovulatory follicle in mares. **Biology of Reproduction**, v. 62, p. 222, 2000.
- GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A.; NEVES, A. P.; PETRUCCI, B. P. L.; MATTOS, R. C.; GINTHER, O. J. Miniature Ponies: Similarities and differences from large breeds in follicles and hormones during the estrous cycle. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 68, p. 508-517, 2008.
- GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O. Equine preovulatory follicle: blood flow changes, prediction of ovulation and fertility. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 239-252, 2011.
- GINTHER O. J. Folliculogenesis during the transitional period and early ovulatory season in mares. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 90, p. 311-20, 1990.
- GINTHER, O. J. **Reproductive biology of the mare: basic and applied aspects** (2nd ed). EquiServices, Cross Plains, WI., p.640. 1995.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A. Seasonal influence on equine follicle dynamics. **Animal Reproduction Science**, v. 1, n. 1, p 31-44, 2004.

GINTHER O. J.; UTT M. D.; BEG, M. A. Follicle deviation and diurnal variation in circulating hormone concentrations in mares. **Animal Reproduction Science**, v. 100(1-2), p. 197-203, 2007.

GINTHER, O. J.; GASTAL, E. L.; RODRIGUES, B. L.; GASTAL, M. O.; BEG, M. A. Follicle diameters and hormones concentrations in the development of single versus double ovulation in mares. **Theriogenology**, v. 69, p. 583-590, 2008.

GINTHER, O. J.; GASTAL, M. O.; GASTAL, E. L.; JACOB, J. C.; BEG, M. A. Age-related dynamics of follicles and hormones during an induced ovulatory follicular wave in mares. **Theriogenology**, v. 71, p. 780-788, 2009.

GINTHER, O. J. & SANTOS, V. G. Natural rescue and resurgence of the equine corpus luteum. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 35, p. 1-6, 2015.

HENNEKE, D. R. et al. Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal**, v. 15, n.4, p. 371-372, 1983.

HENNEKE, D. R.; POTTER, G. D.; KREIDER, J. L.; YEATS, B. F. Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. **Theriogenology**, v. 21, p. 879-909, 1984.

JOHNSON, A. L.; BECKER, S. E.; ROMA, M. L. Effects of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F-2 $\alpha$  on corpus luteum function and timing of the subsequent ovulation in the mare. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 83, p. 545-551, 1988.

KOSKINEN, E.; LINDEBERG, H.; KUNTSI, H.; KATILA, T. Milk and serum progesterone levels in mares after ovulation. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 31, p. 441-444, 1990.

NAGY, P.; GUILLAUME, D.; DAELS, P. Seasonality in mares. **Reproduction Science**, v. 60/61, p. 245-62, 2000.

NAGY, P.; HUSZENICZA, G.; REICZIGEL, J.; JUHASZ, J.; KULCSAR, M.; ABAVARY, K.; GUILLAUME, D. Factors affecting plasma progesterone concentration and the retrospective determination of time of ovulation in cyclic mares. **Theriogenology**, v. 61, p. 203–214, 2004.

NEWCOMBE, J. R. Identification of the corpus luteum in nonpregnant mares at days 13 to 16 using ultrasound. **Reproduction Report**, v. 14, n. 12, p. 655-657, 1994.

NUGEO – Núcleo Geoambiental, Universidade Estadual Do Maranhão.

PIERSON, R. A. & GINTHER, O. J. Ultrasonic evaluation of the corpus luteum of the mare. **Theriogenology**, v. 23, n. 5 p. 795-806, 1985.

PIERSON, R. A. & GINTHER, O. J. Follicular population dynamics during the estrous cycle of the mare. **Animal Reproduction Science**, v. 14, p. 219-231, 1987.

SANTOS, V. G.; BETTENCOURT, E. M.; GINTHER, O. J. Hormonal, luteal and follicular changes during initiation of persistent corpus luteum in mares. **Theriogenology**, v. 83, p. 757-765, 2015.

SERRA, O. R. Condições de manejo, preservação e caracterização fenotípica do grupamento genético equino “Baixadeiro”. p. 77 f. 2004. **Dissertação** (Mestrado em Agroecologia – Escola de Agronomia - UEMA). Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, 2004.

SHUFFITT, J. M. & TenBROECK, S. H. Body Condition Scoring of Horses. **Florida Equine Institute**, 2003.

TOWNSON, D.H.; PIERSON, R.A.; GINTHER, O. J. Characterization of plasma progesterone concentrations for two distinct luteal morphologies. **Theriogenology**, v. 32, p. 197-20, 1989.

VANDERWALL, D. K.; WOODS, G. L.; FREEMAN, D. A.; WEBER, J. A. I.; ROCK, R.W.; TESTER, D.F. Ovarian follicles, ovulations and progesterone concentrations in aged versus young mares. **Theriogenology**, v. 40, p. 21-32, 1993.

VALLE, G. R.; SILVA FILHO, J. M.; PALHARES, M. S. Características cíclicas e ovulatórias de éguas mestiças em Minas Gerais, Brasil. **Arquivos de Ciências Veterinária e Zoologia – UNIPAR**, v. 8(2): p. 155-163, 2005.

VIVO, R.; SANTISTEBAN, R.; TOVAR, P.; CASTEJON, M. F. Valores de progesterona en plasma de yeguas españolas y arabes durante el ciclo reproductor. **Archivos de Zootecnia**, Madrid, v. 35, n. 131, p. 59-67, 1986.

## ANEXOS

### 1. ANIMAIS DURANTE OS PERÍODOS CHUVOSO E SECO.



Período chuvoso – fev 2015



Período seco – jul 2015

### 2. ANIMAIS – Escore de Condição Corporal



ECC = 5



ECC = 4



ECC = 3



ECC = 2,75

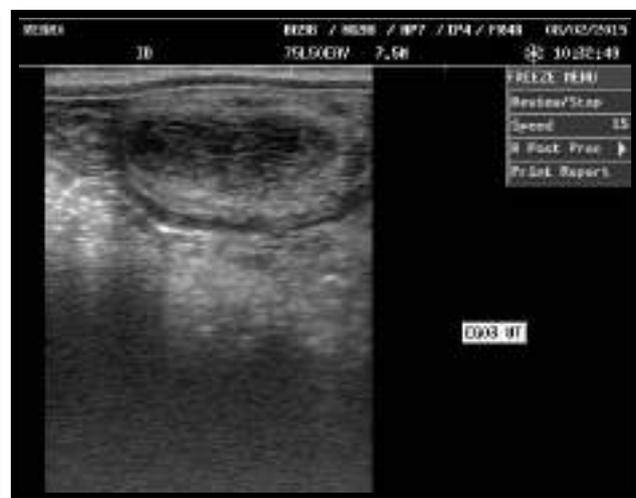
### 3. MEDIDAS DE PESO POR MEIO DE FITA DE PESAGEM



### 4. AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA – ÚTERO GRAU DE EDEMA UTERINO (PYCOCK & SAMPER 2007)



**Grau 0 = Sem Edema**



**Grau 1 = Edema**



**Grau 2 = Edema 2 (fluido)**



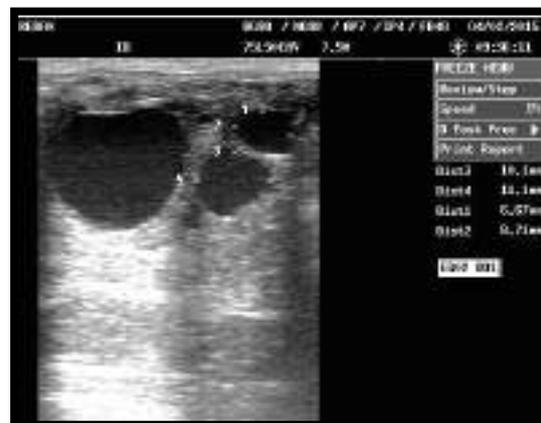
**Grau 3 = Edema 3 (pregas)**



**Grau 4 = Edema 4 (pregas endometriais e fluido intrauterino)**

## 5. AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA – OVÁRIOS/ FOLÍCULOS

BOETA et al., 2006



**Pequenos folículos < 15mm**



**Folículos médios: 15 – 30 mm**



**Grandes folículos = > 30 mm**

## 6. AVALIAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA – OVÁRIOS/ CORPO LÚTEO MORFOECOGENICIDADE E ESCORE DE CORPO LÚTEO (ARRUDA et al., 2001)



**Score 1**



**Score 2**



Score 3



Score 4



Score 5



Score 6

## APÊNDICE

### Normas para publicação dos artigos

#### Theriogenology An International Journal of Animal Reproduction

##### **Article structure**

##### Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

##### Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

##### Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

##### Results

Results should be clear and concise.

##### Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

### ***Essential title page information***

- Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- Author names and affiliations. Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.
- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### ***Abstract***

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. Since an abstract is often presented separately from the article, it must be able to stand alone. For this reason,

references should generally be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Also, nonstandard or uncommon abbreviations should be avoided, but if their use is essential, they must be defined at their first mention in the abstract itself. Abstracts must be limited to a single paragraph with no more than 2,500 keystrokes (characters plus spaces).

### ***Keywords***

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

### ***Acknowledgements***

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references; therefore, do not include them on the title page, as a footnote to the title, etc. List individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.), sources of financial support, and donations of products and materials.