

# VARIAÇÕES CÍCLICAS DO CORTISOL, TRIIODOTIRONINA (T3) E TIROXINA (T4) NO PERIPARTO DE ÉGUAS DA RAÇA QUARTO DE MILHA<sup>1</sup>

PEDRINHO PAES TEIXEIRA<sup>2</sup>, MARIA LÚCIA GAMBARINI MEIRINHOS,<sup>3</sup>  
JOÃO TEODORO PÁDUA<sup>3</sup> E DIRSON VIEIRA<sup>3</sup>

1. Parte da tese de doutorado do primeiro autor

2. Professor da Escola de Veterinária da UFG, contato para correspondência – paespt@vet.ufg.br

3. Professores da Escola de Veterinária da UFG

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar as alterações nas concentrações plasmáticas e o ritmo circadiano do cortisol (Cs), triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) no periparto de éguas da raça quarto de milha. Utilizaram-se dezoito éguas clinicamente saudáveis, com idade entre 60 e 96 meses e peso vivo (PV) entre 350 e 420 Kg, divididas em três grupos (n=6), de acordo com o estágio reprodutivo: \* vazias (TE), gestantes (GE) e paridas (PA). As amostras de sangue foram colhidas durante 24 horas em intervalos de duas horas. Para o cortisol, não houve diferença entre os estágios reprodutivos nos períodos avaliados. Verificou-se a ocorrência de ritmo circadiano para este hormônio, com

oscilação acentuada em GE, e menor em TE e PA. Para T3 e T4, houve diferença entre o estágio reprodutivo (P<0,05 e P<0,01, respectivamente), assim como para os períodos observados (P<0,01 e P<0,05, respectivamente). Foi possível caracterizar o ritmo circadiano para os dois hormônios tireoideanos, verificando-se maiores oscilações para T3 em PA no início da manhã. Com base nestes achados, conclui-se que a fase final da gestação altera os padrões de secreção do cortisol, de T3 e T4, mantendo-se, porém, o ritmo, sugerindo adaptação do organismo ao longo do período periparto.

PALAVRAS-CHAVES: Equinos, estágio reprodutivo, hormônios, ritmo circadiano.

## ABSTRACT

### CYCLIC VARIATIONS OF CORTISOL, TRIIODOTYRONINE (T3) AND TYROXINE (T4) ON BEFORE AND AFTER PARTURITION OF QUARTER HORSE MARES

This study was designed to evaluate changes in plasma concentrations of cortisol (Cs), triiodothyronine (T3) and thyroxine (T4), as well as their circadian rhythm during peripartal period of Quarter Horse mares. Eighteen clinically healthy mares, with age between 60 and 96 months and alive weight (AW) between 350 and 420 Kg were divided in three groups (n=6) according the reproductive status, that means: no pregnant (TE), Pregnant (GE) and after parturition (PA). The blood samples were taken during 24 hours in intervals of two hours. There was no differences between cortisol levels regarding the reproductive status

and periods of blood samples collections. This hormone showed a circadian rhythm, with accentuated oscillation in TE, but small for GE and PA. For T3 and T4 there was difference between reproductive status (P<0.05 and P<0.01), respectively, as well as for the periods (P<0.01 and P<0.05), respectively. It was possible to characterize the circadian rhythm for both hormones, verifying great oscillation for T3 in PA in the morning. It was possible to conclude that the final phase of pregnancy alter cortisol, T3 and T4 secretion standards, keeping, however, the rhythm, suggesting an organism adaptation along the peripartal period.

KEY WORDS: Equine, reproductive status, hormones, circadian rhythm.

## INTRODUÇÃO

A fêmea equina está predisposta a uma série de alterações físicas e metabólicas no período periparto, dentre elas a variações dos níveis de cortisol, triiodotironina e tiroxina, que podem interferir no seu desempenho e comportamento.

O cortisol possui padrão rítmico de liberação, com níveis elevados pela manhã, decrescendo até o final do dia. Ele tem efeito retroalimentador negativo sobre o hipotálamo, diminuindo a secreção do hormônio liberador de corticotrofina (CRH), e também sobre a adenohipófise, reduzindo a secreção do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH). Essa forma de ação auxilia no controle e na regulação de sua concentração circulante (MATTERI et al., 2000).

O metabolismo do cortisol é significativamente alterado durante a gestação, acarretando a elevação progressiva das concentrações séricas maternas (TREJO, 2003).

Segundo LEFCOURT et al. (1993), o cortisol apresenta ritmo circadiano em período de 60 a 150 minutos em várias espécies de mamíferos. Entretanto, em algumas delas as evidências desse ritmo são controversas, já que a elevação das concentrações circulantes de cortisol em curto espaço de tempo é de pouca utilidade para determinar o ritmo circadiano. Os glicocorticóides são importantes componentes de várias funções fisiológicas tais como estresse, metabolismo geral e reações imunes.

Para IRVINE & ALEXANDER (1994), independentemente de qualquer agente externo imposto pelo homem, o ritmo circadiano do cortisol em equinos apresenta pico pela manhã e queda no período tarde/noite. No entanto, este ritmo pode ser interrompido pela perturbação secundária, que consiste em deslocar o cavalo de seu ambiente natural para outro, inibindo o ritmo circadiano diário, explicando os relatos contraditórios da existência ou não de um ritmo circadiano do cortisol em equinos.

Pesquisadores têm demonstrado, no hemisfério norte, que, em um ciclo completo de 24 horas, os equinos alcançam o pico de concentração

de cortisol entre 6 e 9 horas da manhã e queda entre 19 e 23 horas da noite. ZOLOVICK et al. (1966), entretanto, trabalhando com equinos para avaliar os horários da variação dos níveis de glicocorticóides, verificaram que o nível mais alto de cortisol foi 2,6 µg/mL às 10 horas da manhã e após 22 horas da noite, com valor de 1,69 µg/mL, declinando até às 2 horas da madrugada, sendo a taxa média plasmática durante 24 horas de 0,16 µg/mL. Os níveis de cortisol no plasma às 10 horas da manhã foi 53% maior do que os verificados às 22 horas da noite. HOFFSIS et al. (1970) determinaram concentração média do cortisol no plasma de cavalos adultos sadios de 5,12 µg/100 mL, nas fêmeas adultas não-gestantes de 6,43 µg/100 mL e nas fêmeas gestantes de 5,51 µg/100 mL. BOTTONS et al. (1972), avaliando a variação do cortisol em éguas, observaram que a concentração média no plasma foi de  $1,37 \pm 0,40$  µg/100 mL.

Os hormônios da tireóide são essenciais para o crescimento e metabolismo dos equinos, e as concentrações de T3 e T4 circulantes elevam-se como consequência da estimulação da adenohipófise pelo hormônio estimulador da tireóide (TSH), originário do hipotálamo. Porém, a avaliação isolada de T3 e T4 é de difícil interpretação, uma vez que o metabolismo hormonal ou transporte pode ser afetado por uma variedade de substâncias e estados fisiológicos ou patológicos (SILVA, 2000; BREUHAUS, 2002)

WINFREE (1991), em avaliação do ritmo circadiano dos hormônios da tireóide (T3 e T4) em equinos, concluiu que estes apresentaram os menores níveis plasmáticos ao início das colheitas, aumentando gradativamente na noite e atingindo os valores máximos no período da manhã.

Como as informações sobre comportamento e desempenho das fêmeas no período periparto são escassas, realizou-se um estudo para verificação das alterações nas concentrações plasmáticas e do ritmo circadiano do cortisol, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) durante 24 horas no periparto em éguas da raça quarto de milha.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de julho a dezembro de 2002, nas instalações do Rodoharas localizado no município de Santo Antônio de Goiás, a uma latitude de 16°28'00" sul, longitude de 49°17'00" a oeste de Greenwich e altitude média de 823m (MARA,1992). Os parâmetros climatológicos registrados durante o ano de 2002, no município, foram: temperatura média de 23,7 °C (máxima de 33,7 °C, e mínima de 15,2 °C); umidade relativa do ar média de 65,7%, precipitação pluviométrica de 1.259,3 mm<sup>3</sup> e insolação total de 2.582,6 horas (SILVA et al., 2003).

Estudaram-se dezoito fêmeas híidas quarto de milha com idade entre 60 a 96 meses e peso vivo entre 350 e 420 kg, submetidas ao manejo profilático normal do haras, desverminadas vinte dias antes da cobertura, com repetições a cada noventa dias. Aplicaram-se vacinas AHV-1 (aborto a vírus) no terceiro e sexto mês de gestação, contra *Leptospira pomona* no quarto e oitavo mês, e contra *Salmonella sp* no quinto e nono mês de gestação. Os animais foram alimentados com 3,0 kg de ração balanceada animal/dia com 17% proteína bruta e 50 g de suplemento mineral, por animal diariamente, em pastagem de grama Tifton 85 (*Cynodon spp*) e Coast-Cross (*Cynodon dactylon*) fornecidas à vontade e feno de grama estrela-africana (*Cynodon plectostachyus*). O sistema de cobertura realizado foi monta natural controlada.

De acordo com os dados obtidos nas fichas de acompanhamento das fêmeas durante o mês de julho de 2002 e observando a data do último parto, da monta controlada, e data provável de parto, formaram-se três grupos experimentais:

(1) vazias (TE): n = 6, fêmeas híidas não gestantes;

(2) gestantes (GE): n = 6, fêmeas híidas e com idade gestacional de 320 dias;

(3) paridas (PA): n = 6, fêmeas híidas no quinto dia após o parto.

De cada animal do experimento do grupo TE, GE e PA foram tomadas amostras de sangue por venopunção jugular, de duas em duas horas

durante 24 horas, às 6, 8, 10, 12 (da manhã), 14, 16, 18, 20, 22, 24 (da noite), 2, 4 horas (da madrugada), sempre em grupo de três fêmeas e em dias diferentes. Para análise dos dados, esses períodos foram reunidos em: manhã (6h01–12h00), tarde (12h01–18h00), noite (18h01–24h00) e madrugada (24h01–6h00).

Colheram-se 10 mL de sangue utilizando sistema vacutainer sem anticoagulante, as quais foram processadas no laboratório de Reprodução Animal DPA/EV/UFG, acondicionadas em frascos próprios e congeladas a - 20 °C.

Para análise estatística, utilizou-se o pacote computacional SAS (1996). Para as variáveis dependentes cortisol, T3, T4, realizou-se análise de variância em parcelas subdivididas, segundo o procedimento GLM.

Os coeficientes de correlação simples entre as variáveis (correlação de Pearson) foram estimados, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

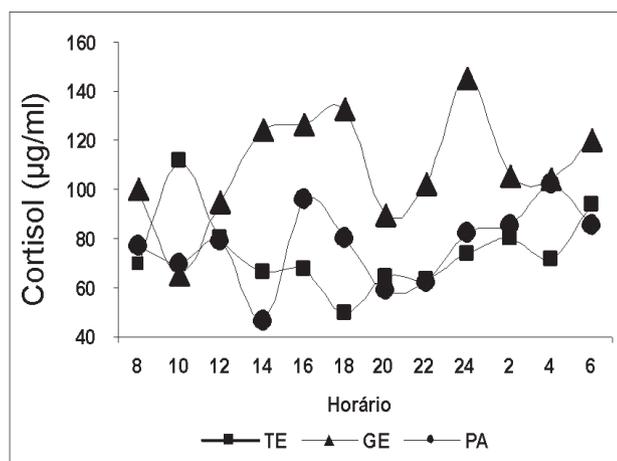
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as fêmeas do grupo vazias (TE), os animais TE2 e TE1 tiveram, respectivamente, menor e maior variação nas concentrações circulantes de cortisol. Maior nível ocorreu no período entre 10 e 14 horas, seguido de oscilações discretas até as 24 horas, estabelecendo um ritmo circadiano diferente daquele verificado para TE1. O pico ocorreu entre 8 e 12 horas, com queda entre 12 horas da manhã e 2 horas da madrugada, caracterizando, assim, comportamento diferente entre os animais. Trata-se de resultados também registrados por MINOMO (1994), observando ritmos circadianos de forma generalizada, podendo ser ajustado em resposta às alterações na relação temporal.

Nos animais do grupo gestantes (GE) observou-se que, para o animal que apresentou menor oscilação GE5, dois picos estiveram presentes: o primeiro às 8 horas da manhã e o segundo entre 18 horas da tarde e 22 horas da noite. Entretanto, as maiores oscilações, verificadas na fêmea GE6, ocorreram às 14, 18 e 20 horas (230 ng/mL), e a menor às 10 horas da manhã (30 ng/mL).

No quinto dia após o parto, verificou-se que na égua PA1 as maiores variações ocorreram pela manhã e as menores no período noturno. No entanto, no animal PA3, durante o dia e a noite, ocorreram pequenas oscilações com pico às 2 horas da madrugada.

Os gráficos apresentados na Figura 1 permitem a comparação entre as médias obtidas para cortisol durante 24 horas, nos três grupos de animais. As fêmeas gestantes (GE) foram as que sofreram maiores variações em um ciclo completo, ou seja, em um ciclo circadiano, sendo tais diferenças evidenciadas no período da tarde e noite, com concentrações elevadas das 14 horas às 18 horas, com pico às 24 horas e reduzidas às 10 horas (145 ng/mL e 65 ng/mL, respectivamente).



**FIGURA 1.** Variação média das concentrações séricas do cortisol nas éguas quarto de milha vazias (TE), gestantes (GE) e paridas (PA) de acordo com os horários de colheitas de sangue realizadas no experimento desenvolvido no Rodoharas, Santo Antônio, GO, 2002.

Esses valores são diferentes dos encontrados por HOFFSIS et al. (1970) – 5,51µg/100mL – para éguas gestantes, e por BOTTONS et al. (1972) – 1,37µg/100mL – para éguas vazias.

O ritmo circadiano do cortisol sofreu variação acentuada nas fêmeas gestantes (GE). Nos demais estágios reprodutivos (TE e PA), observaram-se pequenas oscilações, o que está em concordância com FLISINSKA-BOJANOWSKA et al. (1989; 1991; 1992) e TREJO (2003), de que

cortisol, durante a gestação, aumenta progressivamente seu nível no plasma sanguíneo, persistindo, porém, o ritmo circadiano de secreção.

No grupo das éguas vazias (TE), as fêmeas TE2 e TE4 mostraram, respectivamente, menor e maior variação nas concentrações de T3 entre os momentos de colheitas de sangue. O ritmo circadiano pôde ser observado e ambas as fêmeas tiveram uma elevação abrupta no primeiro intervalo de colheitas, entre 8 e 12 horas (TE2) e entre 10 e 14 horas (TE4). TE2 sofreu elevação e redução nas concentrações circulantes de T3 ao longo do período, com intervalos regulares entre os momentos referidos, o que não foi verificado para a fêmea TE4, a qual, após o primeiro pico, manteve as concentrações circulantes de T3 em níveis constantes.

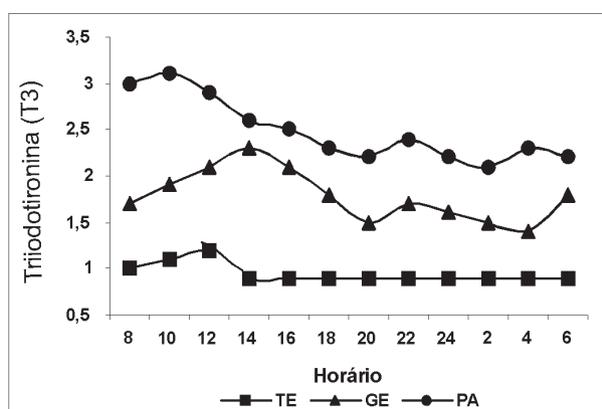
Para o grupo de éguas gestantes, GE3 foi aquela na qual se verificou a ocorrência de menores variações nas concentrações de T3 entre os períodos de colheita, com pico de manhã aumentando no período da tarde, com declínio para a noite e elevação nas amostras obtidas de madrugada. Na égua GE5, observou-se a maior ocorrência de variações entre os momentos de colheita, com pico às 14 horas e a menor oscilação às 22 horas.

Com relação às variações cíclicas verificadas nos animais do grupo de éguas paridas, PA4 mostrou menor oscilação cíclica de T3, com tendência a maior estabilidade no período da madrugada. Já para a fêmea PA1 houve manutenção de concentrações de T3 elevadas pela manhã, com declínio durante o período da tarde e pequena elevação posterior, no período da madrugada.

A sobreposição das curvas obtidas a partir das concentrações médias de T3 em cada grupo (TE, GE e PA) está exposta na Figura 2, na qual é possível visualizar o efeito da gestação e do parto sobre este parâmetro.

Em comparação aos resultados da Figura 2, observa-se que as fêmeas paridas (PA) apresentaram maiores variações circadianas, variações essas que ocorreram no início da manhã, com alta concentração de T3 (3,1 ng/mL) às 10 horas e declínio nos demais períodos, até atingir

concentração baixa de 2,1 ng/mL às 2 horas. Entretanto, para as fêmeas gestantes (GE), a maior variação se deu no período da manhã, atingindo o pico (2,3 ng/mL) às 14 horas, declinando nos períodos tarde e noite, alcançando a menor variação (1,4 ng/mL) às 4 horas. Nas éguas vazias (TE), houve discreta variação pela manhã, estabilizando-se com baixas oscilações nos demais períodos.



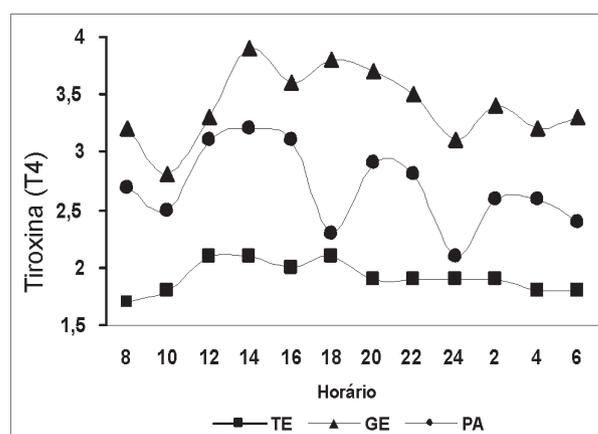
**FIGURA 2.** Variação média das concentrações séricas de triiodotironina (T3) nas éguas quarto de milha vazias (TE), gestantes (GE) e paridas (PA) de acordo com os horários de colheitas de sangue no experimento desenvolvido no Rodoharas, Santo Antônio, GO, 2002.

Com relação a tiroxina (T4), a maior variação ocorreu na égua TE4, no horário das 10 horas às 14 horas, oscilando para menos dentro dos vários períodos. No animal TE6, o maior pico (3,7 µg/dl) ocorreu às 18 horas e se manteve baixo (1,9 µg/dl) e constante no período noturno e de madrugada. Isso sugere que as fêmeas vazias (TE) apresentaram menor metabolismo no decorrer dos períodos.

Na fêmea GE3, na primeira hora de colheita de sangue, a concentração de tiroxina está elevada, e o maior pico (4,5 µg/dL) ocorreu às 18 horas e 22 horas e o menor às 10 horas e 2 horas. No entanto, na égua GE6, a concentração estava alta (3,5 µg/dL) às 8 horas, mantendo-se elevada das 12 horas às 16 horas e das 20 horas às 4 horas, com pico (5,0 µg/dL) às 6 horas. Tais alterações cíclicas sugerem modificações no

metabolismo dos animais gestantes.

Na fêmea (PA5), as concentrações se mantiveram ligeiramente altas (3,5 µg/dL) durante todo o dia e declinando a partir das 20 horas, atingindo o menor pico (1,5 µg/dL) às 2 horas. As variações cíclicas das concentrações na fêmea (PA1) apresentaram-se baixas na primeira colheita de sangue e foram aumentando no decorrer dos períodos, até atingir o pico máximo (3,5 µg/dL) às 2 horas e o mínimo (0,5 µg/dL) às 6 horas.



**FIGURA 3.** Variação média das concentrações séricas de tiroxina (T4) nas éguas quarto de milha vazias (TE), gestantes (GE) e paridas (PA) de acordo com os horários de colheitas de sangue no experimento desenvolvido no Rodoharas, Santo Antônio, GO, 2002.

Observando a Figura 3 e comparando-a com a Figura 2, verifica-se que as variações cíclicas da tiroxina foram maiores nas fêmeas gestantes. As paridas (PA) sofreram maior variação no período da tarde e menor na madrugada, ou seja, houve maior metabolismo das 12 horas às 16 horas e menor das 24 horas às 6 horas. No grupo vazias (TE), as variações cíclicas foram menores, com pequenas oscilações constantes, o que era de se esperar, uma vez que seu estado fisiológico exige baixas reações metabólicas, sugerindo uma menor conversão de T4 em T3 e maior metabolismo nas gestantes. Estes valores são diferentes dos relatados por HOFFSIS et al. (1970) e BOTTONS et al. (1972). Com

base nos dados aqui demonstrados e avaliados, pode-se sugerir que o ritmo circadiano do T3 e T4 prevaleceu diferentemente para cada estágio reprodutivo.

Verificou-se que nem o estágio reprodutivo (ER) nem o período de avaliação (PER) influenciaram os níveis de Cs. Não ocorreu interação ER \* PER para nenhum dos hormônios (Cs, T3 e T4).

O valor médio 105,84 ng/mL para cortisol foi encontrado nas fêmeas gestantes, porém não diferiu ( $P > 0,05$ ) dos níveis encontrados nas fêmeas vazias e paridas – 74,57 ng/mL e 77,30 ng/mL, respectivamente (Tabela 1).

**TABELA 1.** Médias estimadas pelo método dos quadrados mínimos das variáveis dependentes cortisol, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em éguas quarto de milha referentes ao estágio reprodutivo e períodos de colheitas de sangue e observações no experimento realizado no Rodoharas, Santo Antônio, GO, 2002

	Cortisol (ng/ml)	T3 (ng/ml)	T4 ( $\mu$ g/dl)
Estágio reprodutivo			
Vazias (TE)	74,57 <sup>a</sup>	94 <sup>b</sup>	1,91 <sup>b</sup>
Gestantes (GE)	105,84 <sup>a</sup>	1,77 <sup>ab</sup>	3,41 <sup>a</sup>
Paridas (PA)	77,30 <sup>a</sup>	2,49 <sup>a</sup>	2,76 <sup>ab</sup>
Período de avaliação			
Manhã	83,29 <sup>a</sup>	1,99 <sup>a</sup>	2,56 <sup>b</sup>
Tarde	83,27 <sup>a</sup>	1,81 <sup>ab</sup>	3,01 <sup>a</sup>
Noite	82,44 <sup>a</sup>	1,56 <sup>b</sup>	2,63 <sup>ab</sup>
Madrugada	94,51 <sup>a</sup>	1,56 <sup>b</sup>	2,57 <sup>b</sup>

As médias na coluna seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ )

Os níveis de T3 foram influenciados por ER ( $P < 0,05$ ) e por PER ( $P < 0,01$ ), enquanto que a tiroxina sofreu a mesma influência, porém com níveis de significância diferentes, sendo ( $P < 0,01$ ) e ( $P < 0,05$ ), respectivamente, para ER e PER.

Não ocorreu diferença significativa entre os valores de Cs dentro de ER. No entanto, os valores altos de cortisol encontrados nas fêmeas gestantes (GE) estão de acordo com as afirmativas de TREJO (2003), que registrou alteração do metabolismo do cortisol durante a gestação, com aumento progressivo de seu nível no plasma sanguíneo materno. Para equínos livres de agentes estressores, os níveis de cortisol sérico foram menores que os aqui encontrados, variando de 13,7 a 53,3 ng/mL (JOHNS, 1979; KANEKO, 1979; CUNNINGHAM, 1993; MESSER et al., 1995; TEIXEIRA & PÁDUA, 2002). Já LINDEN et al. (1990) relataram valor mais elevado de cortisol plasmático (79,0ng/mL). Os níveis de cortisol não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) quanto aos períodos avaliados (Tabela 1), apesar de os valores encontrados na madrugada (94,51 ng/mL) serem superiores aos níveis de Cs nos demais períodos.

Na Tabela 2 são apresentados valores médios e desvios-padrão das concentrações da triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) por período de avaliação e estágio reprodutivo.

**TABELA 2.** Médias e desvios-padrão estimados pelo método dos quadrados mínimos das variáveis hormonais triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) em éguas vazias (TE), gestantes (GE) e paridas (PA) do experimento realizado no Rodoharas, Santo Antônio, GO, 2002.

Estágio reprodutivo	Período de avaliação				Média	
	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada		
T3	Vazias (TE)	1,09 $\pm$ 0,61	0,91 $\pm$ 0,49	0,83 $\pm$ 0,34	0,92 $\pm$ 0,60	0,93 $\pm$ 0,51
	Gestantes (GE)	1,88 $\pm$ 0,45	2,04 $\pm$ 0,65	1,58 $\pm$ 0,65	1,57 $\pm$ 0,70	1,77 $\pm$ 0,61
	Paridas (PA)	3,02 $\pm$ 2,00	2,49 $\pm$ 1,08	2,25 $\pm$ 0,84	2,20 $\pm$ 0,61	2,49 $\pm$ 1,13
T4	Vazias (TE)	1,87 $\pm$ 0,31	2,07 $\pm$ 0,53	1,85 $\pm$ 0,18	1,86 $\pm$ 0,27	1,91 $\pm$ 0,32
	Gestantes (GE)	3,09 $\pm$ 0,50	3,78 $\pm$ 0,79	3,46 $\pm$ 0,70	3,31 $\pm$ 0,77	3,41 $\pm$ 0,69
	Paridas (PA)	2,72 $\pm$ 1,30	3,20 $\pm$ 1,04	2,60 $\pm$ 0,81	2,53 $\pm$ 0,69	2,76 $\pm$ 0,96

A maior média da concentração sérica de tiroxina total (3,41 µg/dL) encontrada nas éguas gestantes (GE) e (3,78 µg/dL) no período da tarde foi superior aos valores médios descritos de 1,47 a 1,9 µg/dL. (THOMAS & ADAMS, 1978; KANEKO, 1979; CHEN, 1981; DUCKETT et al., 1989; CUNNINGHAM, 1993; ANDERSON et al., 1998). Para triiodotironina (T3), obteve-se a média de 2,49 ng/mL, nas fêmeas paridas, (PA) e 3,02 ng/mL no período da manhã, valores estes superiores à faixa 0,21 a 1,2 ng/mL encontrados na literatura (LOTHROP, 1986; CUNNINGHAM, 1993; SOJKA et al., 1993; IRVINE & ALEXANDRE, 1994; ANDERSON et al., 1998).

Vários autores, trabalhando com eqüinos livres de agentes estressores, relataram níveis de T3 e T4 menores que aqueles encontrados no presente trabalho. Os valores médios verificados para T4 nas fêmeas vazias (TE) estão próximos aos obtidos por CHEN (1981), de 1,76 µg/dL em animais adultos. Trabalhando com eqüinos adultos sadios e castrados, DUCKETT et al. (1989) apresentaram valores médios de T4 (2,43 µg/dL) próximos aos obtidos nas éguas paridas (PA) e inferiores ao verificados nas gestantes (GE). No entanto, TEIXEIRA & PÁDUA (2002) relataram valores de T4 em animais adultos de 4,0 µg/dL, superiores aos aqui apresentados. Os menores valores encontrados de T3 nas fêmeas dos três grupos ocorreram no período noite/madrugada, e os maiores valores de T4 no período da tarde, sugerindo aumento do metabolismo à tarde e menor conversão de T4 em T3 no período noturno.

As variações dos níveis de T3 e T4 de acordo com os horários de colheitas de sangue podem ser mais bem visualizadas pela observação das Figuras 2 e 3. A triiodotironina (T3) e a tiroxina (T4) nas fêmeas vazias (TE) mantiveram-se baixas e constantes, sugerindo menor metabolismo e estado fisiológico equilibrado. Nas éguas gestantes (GE), houve aumento de T3 das 8 horas até as 14 horas, declinando às 4 horas da manhã. Já o T4 manteve-se sempre alto, acompanhando as variações do T3, o que sugere um estado metabólico muito ativo. Para

as fêmeas paridas (PA), T3 e T4 mantiveram-se altos, com ligeira queda durante os períodos avaliados, sugerindo metabolismo acentuado, porém menor que nas gestantes, e grande conversão de T4 em T3. Comparando as variações médias das concentrações dos hormônios da tireóide, pode-se observar na Tabela 2 que os níveis de T4 foram maiores que os de T3 no que se refere ao estágio reprodutivo, sendo que nas éguas gestantes tais diferenças foram significativas ( $P < 0,05$ ) em relação às fêmeas vazias. Isto leva a concluir que houve maior atividade da glândula, secretando mais tiroxina e conseqüentemente menor conversão de T4 em T3. Segundo STABENFELD (1993), a maior concentração de T4 é conseqüência do fato de o hormônio apresentar maior meia-vida, de seis a sete dias, em relação ao T3, que é apenas de 24 horas. Com relação aos períodos avaliados, o maior valor de T4 foi verificado no período da tarde, enquanto a maior variação de T3 ocorreu de manhã.

## CONCLUSÕES

Nas condições experimentais deste trabalho foi possível concluir que: (1) fêmeas gestantes apresentaram valores elevados de cortisol e variação acentuada no ritmo circadiano, enquanto que fêmeas vazias e paridas mostraram pequenas oscilações; (2) tanto triiodotironina (T3) quanto tiroxina (T4) mostraram ritmo circadiano de forma diferente em relação ao estágio reprodutivo; (3) a fase final de gestação altera os padrões de secreção do cortisol, da triiodotironina (T3) e da tiroxina (T4); no entanto, o padrão rítmico destes hormônios é mantido durante todo período, independente do estágio reprodutivo.

## AGRADECIMENTOS

À Cooperativa Mista dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano Ltda. (COMIGO), pela valiosa colaboração no fornecimento da ração balanceada aos animais durante todo o experimento; à INTEGRAL (Nutrição Animal), pelo fornecimento de suplemento mineral aos animais durante todo o experimento.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. R.; NIXON, D. A.; AKASHA, M. A.; ADAM, B. C. Total and free thyroxine and triiodothyronine in blood serum of mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology**, [A], Missouri, v. 3, n. 89, p. 401-404, 1998.
- BOTTOMS, G. D.; ROESEL, O. F.; RAUSCH, F. D.; AKINS, E. L. Circadian variation in plasma cortisol and corticosterone in pigs and mares. **American Journal of Veterinary Research**, v. 33, n. 4, p. 785-789, 1972.
- BREUHAUS, B. A. Thyroid stimulating hormone in adult euthyroid and hypothyroid horses. **Journal Veterinary International**, Medical, v. 16, p. 109-115, 2002.
- CHEN, C. L.; RILEY, A. M. Concentração de tiroxina e triiodotironina no soro sanguíneo de potros neonatal e cavalos adultos. **America Journal of Veterinary Research**, v. 8, n. 42, p.1415-1417, aug. 1981.
- CUNNINGHAM, J. G. **Glândulas endócrinas e sua função**. Tratado de fisiologia veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 260-296, 1993.
- DUCKETT, W. M.; MANNING, J. P.; WESTON, P. G. Thyroid hormone periodicity in healthy adult geldings. **Equine Veterinary Journal**, v. 21, n. 5, p.123 -125, mar. 1989.
- FLISINSKA-BOJANOWSKA, A.; GILL, J.; KOMOSA, M.; KOMPANOWSKA-JEZIERSKA, E. A. Study of diurnal changes in cortisol and glucose levels and FDPA activity in foals during the 13 weeks of life and in their lactating mothers. **Comprehensive Biochemical Physiology A**, v. 2, n. 94, p. 283-288, 1989.
- FLISINSKA-BOJANOWSKA, A.; GILL, J.; KOMOSA, M. Influence of pregnancy on diurnal and seasonal changes in cortisol, T3 and T4 levels in the mare blood serum. **Comprehensive Biochemical Physiology**, v.1, n. 98, p. 23-30, 1991.
- FLISINSKA-BOJANOWSKA, A.; GILL, J.; GRZELKOWSKA, K. Diurnal changes in cortisol level, neutrophil number and lysozyme activity in foals during the first 13 weeks of life and in their lactating mothers. **Zentralblatt Veterinärmedizin**, v. 9, n. 39, p. 641-647, nov. 1992.
- HOFFSIS, G. F.; MURDICK, P. W.; THARAP, V. L.; AULT, K. Plasma concentrations of cortisol and corticosterone in normal horse. **America Journal of Veterinary Research**, v. 31, n. 8, p. 1379-1387, 1970.
- IRVINE, C. H. G.; ALEXANDER, S. L. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 11, n. 2, p. 227-238, 1994.
- JOHNS, W. Adrenal Function. In: KANEKO. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 3.ed. California: Academic Press, 1979. p. 461-510.
- KANEKO, J. Adrenal Function. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 3. ed. California: Academic Press, 1979. p. 461-510.
- LEFCOURT, A. M.; BITMAN, J.; KAHL, S.; WOOD, D. L. Circadian and rhythms of peripheral cortisol concentrations in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 9, p. 2607-2612, 1993.
- LINDEN, A.; ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Comparison of the adrenocortical response to both pharmacological and physiological stresses in sport horses. **Zentralblatt Veterinärmed**, [A], v. 8, n. 37, p. 601-604, set. 1990.
- LOTHROP, C. D. JR.; NOLAN, H. L. Equine thyroid function assessment with the thyrotropin-releasing hormone response test. **American Journal of Veterinary Research**, v. 47, n. 4, p. 942-944, apr. 1986.
- MARA – Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais climatológicas**. Brasília, DF: Departamento de Meteorologia, 1992. p. 9.
- MATTERI, R. L.; CAROL, J. A.; DYER, C. J.; Neuroendocrine responses to stress. In: MOBERG, G. P.; MENEH, J. A. (Ed.). **The biology of animal stress**. Oxon, England: CABI, Publishing, 2000. p. 43-76.
- MESSER, N. T.; JOHNSON, P. J.; REFSAL, K. R.; NACHRCINER, R. F.; GANJAN, V. K.; KRAUSE G. F. Effect of deprivation on baseline iodothyronine and cortisol concentration in healthy, adult horses. **America Journal of Veterinary Research**, Missouri, v.1, n. 56, p. 116-121, jan. 1995.
- MINOMO, F. J. **Ritmo circadiano da temperatura corporal em ovinos**. Jaboticabal, SP, 1994, 27 f. Trabalho Final de Curso (Graduação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo.
- SAS Institute. **User's guide: statistics**. 5. ed. Cary: SAS Institute, 1996. 956 p.

- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SILVA, S. C.; SANTANA, N. M. P.; CARDOSO, G. M.; PELEGRINI, J. C. **Informações meteorológicas para pesquisa e planejamento agrícola**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA–Arroz e Feijão, 2003. 30 p.
- SOJKA, J. E.; BOTTOMS, G. D.; JOHNSON, M. A. Serum triiodothyronine, total thyroxine, and free thyroxine concentrations in horses. **America Journal of Veterinary Research**, Laffayette, v.1 n. 54, p. 52-55, jan. 1993.
- STABENFELDT, G. H. Glândulas endócrinas e sua ação. In: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 273-296.
- THOMAS, C. L.; ADAMS, J. C. Tiroxine level in horse. **America Journal of Veterinary Research**, v.1, n. 39, p.1239, 1978.
- TEIXEIRA, P. P.; PÁDUA, J. T. Avaliação dos níveis de cortisol, tiroxina, triiodotironina e glicose como indicativos de estresse em cavalos puro sangue Inglês de corrida antes e após a competição. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 3, n.1, p. 39-48, jan.-jun. 2002.
- TREJO, C. H. **La importância clínica del cortisol**. Disponível em: <http://www.monografias.com/trabajos11/impccort/impccort.shtml>. Acesso em: 26 abr. 2003.
- WINFREE, A. T. Resetting the human clock. **Nature**, v. 350, p.18, 1991.
- ZOLOVICK, A.; UPSON, D. W.; ELEFThERIOU, B. E. Diurnal variation in plasma glucocorticosteroid levels in the horse. **Journal of Endocrinology**, Printed in Great Britan, v. 35, p. 249-253, 1966.

---

Protocolado em: .5 dez. 2006. Aceito em: 24 abr. 2008.